

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА
ШЕВЧЕНКА



21-24 ЖОВТНЯ, 2025 / КИЇВ, УКРАЇНА

Конференція «Психофізіологічні та вісцеральні функції в нормі і патології» об'єднує провідних фахівців біології та медицини для обговорення сучасних досягнень у галузі фізіології та патології



НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА КОМПАНІЯ, ЯКА ПРИМНОЖУЄ ЗНАННЯ

ENAMINE FUND

Є ГЕНЕРАЛЬНИМ ПАРТНЕРОМ КОНФЕРЕНЦІЇ,
РЕАЛІЗУЮЧИ СВОЮ СТРАТЕГІЮ ПІДТРИМКИ
ТА РОЗВИТКУ УКРАЇНСЬКОЇ НАУКИ

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

Організатори та редакційна колегія:

Кафедра фізіології та анатомії Навчально-наукового центру «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка є організатором цієї конференції. Кафедра є однією з найстаріших в університеті, заснованою у 1841 році на медичному факультеті Університету Святого Володимира. Сьогодні кафедра продовжує свої наукові традиції, забезпечуючи підготовку висококваліфікованих фахівців у галузі біології та медицини.

Ковальчук О. І. доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри

Решетнік Є. М. кандидат біологічних наук, доцент (відп. секретар)

Черних М.Є. PhD в галузі біологія, асистент (секретар)

Субін Я. В. аспірант (секретар)

Макарчук М. Ю. доктор біологічних наук, професор (редактор, голова журі)

Кравченко В. І. кандидат біологічних наук, доцент (редактор, член журі)

Куценко Т. В. кандидат біологічних наук, доцент (редактор, член журі)

Лященко Т.П. кандидат біологічних наук, доцент (член журі)

Подпалова О. М. кандидат біологічних наук, асистент (член журі, відп. редактор)

Бахмутов К. А аспірант (заст. відп. редактора)

"Психофізіологічні та вісцеральні функції в нормі і патології", ІХ Міжнар. наук. конф. (2025 ; Київ). ІХ Міжнародна наукова конференція "Психофізіологічні та вісцеральні функції в нормі і патології", 21–24 жовт. 2025 р.: [тези] – К.: електронне видання, 2025 – 124 с.

WEB: <https://biomed.knu.ua/institute-activity/scientific/conferences/psykhofiziologichni-ta-vistseralni-funktsii-v-normi-i-patolohii.html>

E-MAIL: pvfnp.conf@9499235.brevosend.com

Тези доповідей, зібрані у цьому виданні, присвячено широкому спектру актуальних проблем психофізіології та сучасної медицини. Основна увага зосереджена на вищій нервовій діяльності та фізіології центральної нервової системи, включаючи питання їхньої регуляції в умовах норми і патології. Збірник, що охоплює ключові міждисциплінарні галузі, розрахований на широке коло науковців, лікарів, здобувачів освіти закладів вищої освіти та всіх зацікавлених у новітніх досягненнях фізіологічної науки.



ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИТЯЖКИ КОМБУЧІ НА БАЗОВІ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНІ ФУНКЦІЇ ОБСТЕЖУВАНИХ ПІСЛЯ АМПУТАЦІЇ

Бахмутов К. А.¹, Макарчук М.Ю.¹, Горбунов О.А.²

¹Навчально-науковий центр "Інститут біології та медицини" Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

²Факультет комп'ютерних наук та кібернетики Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

A brief kombucha regimen did not yield meaningful short-term improvements across tests of simple sensorimotor reaction, choice reaction, functional mobility of nervous processes, brain performance, and verbal working memory in 10 veterans (all $p > 0.05$). Effects were small; the only consistent—though non-significant—pattern was a modest shortening of simple sensorimotor reaction time. In this context, kombucha appears to be a mild functional beverage rather than a fast-acting cognitive enhancer.

Комбуча (чайний гриб) позиціонується як функціональний напій із потенційним антиоксидантним, протизапальним і тонізуючим ефектами завдяки органічним кислотам, поліфенолам, дріжджам і бактеріям. Для ветеранів з підвищеними вимогами до сенсомоторного контролю та уваги пошук безпечних засобів підтримки когнітивних функцій є практично значущим. Водночас наукових систематичних даних про короткостроковий вплив комбучі на психофізіологічні показники бракує (Batista et al., 2023). В даному дослідженні ставилося питання про те, чи здатен короткий курс цього напою дати певний позитивний вплив на дані функції.

Метою дослідження була перевірка того, чи змінює короткострокове вживання комбучі такі психофізіологічні показники як: швидкість простої сенсомоторної реакції (ПСМР), реакції вибору (РВ), функціональну рухливість нервових процесів (ФРНП), працездатність головного мозку (ПГМ), показники вербальної оперативної пам'яті (ВОП) у ветеранів з ампутацією.

Як обстежувані в дослідженні взяли участь 10 колишніх військовослужбовців з однією ампутацією нижньої кінцівки (18-50 років), які всі давали письмову інформовану згоду. В ході дослідження всі обстежувані отримували 4 прийоми комбучі протягом 2 днів; повторне тестування проводили через 1 годину після останньої дози. Вимірювали ПСМР, РВ, ФРНП, ПГМ, ВОП (точність 10 мс. Для статистичної перевірки даних використовували перевірку нормальності за методом Шапіро-Вілка, а порівняння залежних вибірок – за методом Вілкоксона.

Отримані результати показали, що швидкість ПСМР до застосування напою складала: 250,5 [215:403] мс, тоді як після – 220 [183:478] мс; $p > 0,05$. Швидкість РВ (обидві руки) до застосування напою складала: 392,5 [220:432] мс, тоді як після – 380,5 [197:514] мс; $p > 0,05$. Швидкість ФРНП до застосування напою складала: 708 [534:2050] мс, тоді як після – 696 [450:1954] мс; $p > 0,05$. Відносна кількість помилок при виконанні тесту на ПГМ до застосування напою складала: 0,0875 [0,02:0,62], тоді як після – 0,0875 [0,04:0,69]; $p > 0,05$. Відносна кількість помилок при виконанні тесту на ВОП до застосування напою складала: 767,3 [555,95:1436,81], тоді як після – 789,4 [487,18:1231,68]; $p > 0,05$. Швидкість виконання тесту на ВОП складала 767,315 [555,95:1436,81] мс, тоді як після – 789,375 [487,18:1231,68] мс; $p > 0,05$. Тобто, отримані результати показали, що зміни статистично недостовірні; а розміри ефектів – малі.

Короткий курс комбучі не спричинив значущих змін базових психофізіологічних функцій у вибірці обстежуваних ветеранів. Найпосплідовніша тенденція – помірне прискорення ПСМР без підтвердження на складніших когнітивних завданнях. Це узгоджується з уявленням про комбучу як м'який функціональний напій, а не гострий стимулятор (Júnior et al., 2022); потенційна дія може вимагати довшого прийому та/або більшої вибірки для виявлення кумулятивного ефекту. Практично це означає, що комбучу не варто розглядати як швидкодіючий засіб для підвищення когнітивної продуктивності, однак її роль як безпечної допоміжної опції не відкидається.

Одноразовий короткий курс комбучі не призводить до статистично значущих змін базових психофізіологічних показників у ветеранів з ампутацією; фіксуються слабкі позитивні тенденції для ПСМР, що потребують підтвердження у більш тривалих і методологічно строгих дослідженнях.

Список використаних джерел:

1. Batista, P., Rodrigues Penas, M., Vila-Real, C., Pintado, M., & Oliveira-Silva, P. (2023). Kombucha: Challenges for Health and Mental Health. *Foods*, 12(18), 3378. <https://doi.org/10.3390/foods12183378>
2. Júnior, J. C. D. S., Meireles Mafaldo, H., de Lima Brito, I., & Tribuzy de Magalhães Cordeiro, A. M. (2022). Kombucha: Formulation, chemical composition, and therapeutic potentialities. *Current research in food science*, 5, 360–365. <https://doi.org/10.1016/j.crfcs.2022.01.023>.



ЕЛЕКТРОФІЗІОЛОГІЧНІ МЕХАНІЗМИ ПАМ'ЯТІ У СТРЕСОВИХ УМОВАХ ТА ЇЇ МОДУЛЯЦІЯ

Бересток А.О., Шкабара А.В., Севериновська О.В.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, Україна

Prolonged war-related stress impairs visual memory; we examined EEG markers and training effects in 80 young adults near the frontline. Baseline: women showed balanced front-parieto-occipital alpha with sensorimotor beta; men: parieto-occipital alpha and front-temporal beta. Higher alpha predicted poorer performance, while beta reflected attention and efficiency. After one month of CogniFit training, visual memory improved by 17-19%. In men, activity shifted from prefrontal to occipital (automation), in women frontal activation increased (control). Overall, reduced alpha and enhanced beta indicated adaptive network reorganization and improved cognitive stability.

З огляду на зростання поширеності когнітивних розладів, пов'язаних зі стресом, та потребу в ефективних коригувальних стратегіях, зорова пам'ять вважається ключовим компонентом адаптації та є дуже чутливою до стресових факторів. Важливо, що наші учасники проживають у прифронтовій зоні та постійно піддаються впливу стресових факторів, пов'язаних з війною, протягом приблизно трьох років. Цей контекст дозволяє нам дослідити механізми адаптації за тривалого впливу реальних військових дій та розпочати тестування шляхів модуляції, включаючи цифрове когнітивне тренування за допомогою CogniFit.

Дослідження проведено на 40 студентках і 40 студентах віком 18-24 роки, які надали інформовану згоду на участь. Учасники мали нормальний/скоригований зір, достатній сон (≥ 7 год/ніч, 5 діб до тесту) і нормативні психометричні показники (PANAS, PSS, HADS; MMSE ≥ 27 ; CogniFit ≥ 50 -й перцентиль); дівчат тестували у фолікулярній фазі. ЕЕГ (Neurocom; 10-20 Ag/AgCl; імпеданс < 5 кОм; 500 Гц) реєстрували у стані спокою (відкриті очі), під час виконання WOM-REST Recognition Test (на платформі CogniFit, США) та через один місяць когнітивних тренувань. Спектри потужності (альфа-бета) пов'язували з точністю виконання завдання за допомогою регресійного аналізу.

На початку дослідження у жінок спостерігався збалансована фронтально-тім'яно-потилична альфа-активність із сенсомоторною бета-активністю; у чоловіків — тім'яно-потилична альфа-активність з лобово-скроневою моторною активацією. Вища центральна/тім'яно-потилична альфа-складова ЕЕГ корелювала з нижчою продуктивністю, тоді як збільшення СЦП у бета-діапазоні відображало кращу увагу/прийняття рішень. Після місяця тренувань у програмі CogniFit короточасна зорова пам'ять покращилася на 17-19%. У чоловіків відзначалося зниження активності від префронтальної до тім'яно-потиличної кори, що може свідчити про автоматизацію когнітивних процесів. У жінок тренування активізували фронтальні зони, посиливши когнітивний контроль. Зниження альфа-активності в тім'яно-потиличних зонах після тренувань відображає реорганізацію нейронних мереж, що сприяє якісній когнітивній обробці і може розглядатися як ознака нейропластичності. Підвищення бета-активності в потиличній області вказує на покращення сенсорної фільтрації, а у фронтальних — на посилення концентрації та здатності до прийняття рішень стратегії модуляції. CogniFit підвищує продуктивність і спричиняє адаптивну електрофізіологічну перебудову, тож є доступною стратегією модуляції.



**FEATURES OF FUNCTIONAL BRAIN ACTIVITY AND HORMONAL
SUPPLY IN PATIENTS WITH CONCUSSION AS A RESULT OF COMBAT
TRAUMATIC BRAIN INJURY**

Berchenko O.G., Titkova A.M., Shliakhova A.V., Levicheva N.O.

State Institution "P.V. Voloshyn Institute of Neurology, Psychiatry and Narcology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Kharkiv, Ukraine

During the Russian-Ukrainian war, head injuries were diagnosed in 37.5 % of the wounded. At the same time, mild traumatic brain injury (TBI) according to the Glasgow Coma Scale was detected in 80 % of military personnel (Cymbalyuk V. I. et al., 2023). The most common injury in combat TBI is a concussion. These patients require special attention due to underestimation of their condition and inadequate treatment and rehabilitation in the acute period, which significantly worsens the long-term prognosis. In this regard, there was a need to study permanent changes in the functional state of the brain of patients in the acute and intermediate periods of concussion in mild TBI.

A total of 39 patients in the acute period after TBI, lasting from 3 days to 2 months after the injury, and 16 patients in the intermediate period after TBI, lasting from 2 to 6 months after the injury, were examined. In the acute period after combat TBI, the EEG showed a predominance of hypersynchronous electrical activity in the alpha range, paroxysmal discharges of complex structure with the inclusion of polymorphic delta and sharp high-amplitude waves, phase changes on the EEG, which is due to dysfunction at the level of the brainstem-diencephalic structures of the brain. In the intermediate period after TBI, the most pronounced was paroxysmal alpha band activity with the inclusion of slow poly- and monomorphic oscillations in the frontal-temporal regions of the brain.

The detected increase in the power of the delta, theta, alpha, and beta brain wave spectra on EEG spectrograms in the acute period reflects diffuse changes in electrical activity as a result of significant axonal damage of neurons, mainly in the subcortical structures of the brain, the brain stem, and the corpus callosum (Saatman, K. E. et al., 2008). In the intermediate period after TBI, the spectral power values of EEG biopotentials showed less significant differences from the control group than in the acute period. The decrease in the spectral power of theta-alpha range oscillations to the control group's levels indicates a partial restoration of brain electrogenesis and improvement in compensatory mechanisms in patients with concussion during this study period.

The results of coherent analysis indicate a weakening of interhemispheric and intrahemispheric intraneuronal and interneuronal interactions in the beta bands in the frontal, temporal, parietal, and occipital regions of the cerebral cortex in patients in the acute and intermediate periods after TBI.

A study of cortisol levels in combats with concussions after TBI showed that the concentration of the hormone in blood serum increases 2.3 times during the acute phase and remains at the same level during the intermediate phase. At the same time, in the cerebrospinal fluid (CSF), the cortisol content in the intermediate period after the injury increased 1.7 times relative to its level in the acute period.

The level of BDNF in the blood serum of patients did not undergo significant changes in the acute period after TBI, but in the intermediate period, a significant decrease of 31.4 % was observed against the background of a sharp drop of 75.8 % in the CSF. A negative correlation was found between cortisol concentration and BDNF concentration in the CSF, accompanied by a positive correlation between cortisol levels and the power of theta and delta oscillations in the cortical regions of the brain in the intermediate period after TBI. During this period, there was a deterioration in the psychological and physiological condition of patients.

The picture of neurosteroid and neurotrophic support of metabolism with the development over time of the effects of TBI at the level of the central nervous system reflects the dominance of the destructive regulatory effects of cortisol over the restorative functions of BDNF. In this regard, attention should be paid to the need to correct neuroendocrine disorders, which are usually not taken into account in therapeutic approaches, but can and do have a critical impact on the possibility of restoring the psycho-physiological and somatic conditions of combats after combat traumatic brain injury.

References:

1. Tsybaliuk, Vitalii & Posokhov, Mykola & Suprun, Elina. (2023). Mild combat-related head injuries: current features. *Ukrains'kyi Visnyk Psykhonevrolohii*. 5-11.
2. Saatman, K. E., Duhaime, A. C., Bullock, R., Maas, A. I., Valadka, A., Manley, G. T., & Workshop Scientific Team and Advisory Panel Members (2008). Classification of traumatic brain injury for targeted therapies. *Journal of neurotrauma*, 25(7), 719–738.



**ВПЛИВ ТРИВОЖНОСТІ НА ПОКАЗНИКИ ФІЗІОЛОГІЧНОГО ТРЕМОРУ КИСТІ
СТУДЕНТОК В УМОВАХ НАВЧАЛЬНОГО СТРЕСУ**

Бичкова С. В., Гнатчук І. Ю., Король Т. В.

Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

In 26 female students aged 18–20, hand tremor was assessed using an accelerometer during academic stress. Anxiety level was measured by DASS-21, and right-handers were divided into low, moderate, and high-anxiety groups. Tremor amplitude, especially along X–Z axes, increased markedly in high-anxiety students, while frequency showed weaker or inconsistent changes. Left-handers demonstrated stronger correlations between tremor and anxiety (up to $r = 0.98$). Tremor amplitude proved to be a sensitive marker of psycho-emotional tension and hemispheric asymmetry in stress regulation, particularly in left-handed individuals, reflecting hemispheric asymmetry in stress regulation.

Рівень особистісної тривожності є важливим психоемоційним чинником, що впливає на адаптивні реакції організму. Одним із об'єктивних індикаторів психоемоційного стану може бути фізіологічний тремор. Відомо, що у стресових умовах його амплітуда зростає, однак вплив індивідуального рівня тривожності на характеристики тремору залишається недостатньо вивченим. Метою роботи було дослідити взаємозв'язок між рівнем тривожності студенток та амплітудно-частотними характеристиками фізіологічного тремору під час навчального стресу.

У дослідженні брали участь 26 студенток (21 правші, 5 лівші) біологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка віком 18–20 років. Рівень тривожності визначили за опитувальником DASS-21 та на основі отриманих даних студенток-правшів поділили на групи: нормотривожні (8 осіб), з середнім (5 осіб) та високим рівнем тривожності (8 осіб). Експеримент проводили згідно з Гельсінською декларацією ВМА. Тремор реєстрували за допомогою акселерометра MPU6050 (InvenSense, Китай) у двох положеннях кисті: вільному (кисть звисає з опори) та постуральному (кисть утримується паралельно опорній поверхні). Дослідження проводили безпосередньо перед модульним контролем та у дні без заміру знань, щоб вивчити вплив навчального стресу.

Встановлено, що у день без модуля амплітуда тремору вздовж осі X була вищою у тривожних студенток: для правої руки у постурі на 61%, для лівої – на 52% порівняно з менш тривожними; у вільному положенні кисті реєструвалися достовірні позитивні кореляції ($r=0,77$) з рівнем тривожності. Вздовж осі Y у тривожних осіб амплітуда тремору правої руки перевищувала показники середньотривожних на 49% у вільному положенні та на 52% у постурі. Вздовж осі Z у тривожних студенток амплітуда тремору лівої руки була на 50% вищою, ніж у групі нормотривожних студенток. У день модуля ці відмінності посилювалися: вздовж осі X амплітуда правої руки у тривожних була більшою, ніж у нормотривожних, на 35% у вільному положенні та на 54% у постурі; вздовж осі Y – на 43,5% у вільному положенні та на 47,5% у постурі; вздовж осі Z – у правшів амплітуда тремору правої руки у тривожних зростала на 167%, тоді як у середньотривожних – на 130%, а у нормотривожних – на 108%; для лівої руки амплітуда збільшувалася на 192% у тривожних і на 182% у середньотривожних, без достовірних змін у нормотривожних. Щодо частоти тремору, у правшів достовірних зв'язків із рівнем тривожності не виявлено, тоді як у лівшів фіксувалися виразні асоціації. У день без модуля реєструвалися сильні позитивні кореляції (до $r=0,98$) переважно по осях X та Y. Перед модулем у ліворуких зберігалися й частково змінювалися ці зв'язки: для лівої руки – від від'ємних у вільному положенні до прямих у постурі, а для правої – сильні та помірні позитивні кореляції вздовж осей Y і X.

Таким чином, амплітуда тремору виявилася більш інформативним показником впливу тривожності, ніж його частота. Найвираженіші кореляції зафіксовані у лівшів, що відображає значення міжпівкульної асиметрії в регуляції психоемоційних станів. Зростання амплітуди фізіологічного тремору у студенток із високою тривожністю підтверджує її потенціал як надійного маркера психоемоційного напруження.



РЕТРОСПЛЕНІАЛЬНА КОРА ЯК ІНТЕГРАЦІЙНИЙ ЦЕНТР СНУ, ПАМ'ЯТІ ТА ЕМОЦІЙНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ПРИ ПОСТТРАВМАТИЧНОМУ СТРЕСОВОМУ РОЗЛАДІ

Бишек М.Ю., Власенко О.В., Кириченко О.В.

Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова

The retrosplenial cortex (RSC) is a key hub integrating spatial navigation, episodic memory, emotional regulation, and sleep. Its dysfunction in post-traumatic stress disorder (PTSD) is associated with impaired contextual encoding, hyperactive amygdalo-hippocampal circuits, and pathological emotional memory. PTSD involves disrupted REM sleep, hippocampal atrophy, and altered prefrontal-amygdala interactions. RSC dysfunction reinforces traumatic memory consolidation and emotional dysregulation. Understanding RSC's role may guide therapeutic strategies, including modulation with melatonin, to restore REM sleep, support adaptive memory, and reduce PTSD symptoms

Ретроспленіальна кора (РСК) є ключовим вузловим центром інтеграції просторової навігації, епізодичної пам'яті, емоційної регуляції та сну. Її дисфункція при посттравматичному стресовому розладі (ПТСР) пов'язана з порушенням контекстуального кодування, гіперактивністю мигдале-кортико-парагіпокампальних ланцюгів та патологічною емоційною пам'яттю. ПТСР супроводжується комплексними порушеннями функціональної активності та морфології ключових структур мозку, зокрема гіпокампа, мигдалевидного тіла, префронтальної кори, РСК та пов'язаних з ними парагіпокампальних зон. У пацієнтів із ПТСР спостерігається зменшення об'єму гіпокампа, що підтверджено даними нейровізуалізації (МРТ) та корелює з когнітивними порушеннями, зокрема дефіцитом контекстної та епізодичної пам'яті, а також зі стійкою тривожністю (Vogel et al., 2021). Мигдалевидне тіло виявляє підвищену активність і гіперполяризацію нейронів, що сприяє фіксації травматичних спогадів про страх, підсилює повторне проживання травматичних подій та виникнення нічних кошмарів. Порушення REM-фази сну – ключового етапу консолідації емоційної пам'яті — призводить до недостатнього згасання страху та зниження ефективності адаптивних когнітивних процесів (Rho, Sherfey, & Vijayan, 2023). Парагіпокампальні зони, зокрема РСК виконує роль інтегративного вузла між ретроспленіальною корою, гіпокампом та іншими асоційованими зонами, забезпечуючи маршрутизацію аферентних сигналів, формування когнітивних карт, контекстної та епізодичної пам'яті, а також регуляцію емоційного забарвлення спогадів (Maass et al., 2015). Дисфункція РСК при ПТСР сприяє закріпленню травматичних спогадів, патологічних емоційних реакцій та дезорганізації когнітивних процесів, що підсилює симптоматику повторного переживання травми (Lin et al., 2024).

Хронічне підвищення рівня кортизолу порушує механізм негативного зворотного зв'язку гіпоталамо-гіпофізарно-надниркової осі, що призводить до гіперкортизолемії, активації прозапальних процесів, оксидативного стресу та дисбалансу нейропластичності, а також сприяє дегенеративним змінам у гіпокампі та інших структурах, відповідальних за регуляцію стресу. Одночасно відбувається порушення взаємодії між нейротрансмітерами, що підсилює тривожність і зменшує здатність мозку до відновлення.

РСК є ключовим вузловим центром, що координує взаємодію REM-сну, пам'яті та емоційної регуляції. При ПТСР дисфункція РСК призводить до порушення консолідації травматичних спогадів, патологічного повторного переживання та порушень емоційного контролю. Модуляція активності РСК, може відновлювати нормальні процеси REM-сну, сприяти адаптивній пам'яті та зменшувати симптоми ПТСР, що робить її перспективною мішенню для терапевтичних втручань.

Список використаних джерел:

1. Vogel, J. W., Young, A. L., Oxtoby, N. P., Smith, R., Ossenkuppele, R., Strandberg, O. T., ... & Iturria-Medina, Y. (2021). *Four distinct trajectories of tau deposition identified in Alzheimer's disease. Nature Medicine, 27*(5), 871–881. <https://doi.org/10.1038/s41591-021-01309-6>
2. Rho, Y. A., Sherfey, J., & Vijayan, S. (2023). Emotional Memory Processing during REM Sleep with Implications for Post-Traumatic Stress Disorder. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience, 43*(3), 433–446. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1020-22.2022>
3. Maass, A., Berron, D., Libby, L. A., Ranganath, C., & Düzel, E. (2015). *Functional subregions of the human entorhinal cortex. eLife, 4*, e06426. <https://doi.org/10.7554/eLife.06426>
4. Lin, Z.-J., Gu, X., Gong, W.-K., Wang, M., Wu, Y.-J., ... Xu, T.-L. (2024). *Stimulation of an entorhinal-hippocampal extinction circuit facilitates fear extinction in a posttraumatic stress disorder model. Journal of Clinical Investigation, 134*(22), e181095. <https://doi.org/10.1172/JCI181095>



ВПЛИВ РІВНІВ СТРЕСУ Й ТРИВОЖНОСТІ НА РИЗИК-ОРІЄНТОВАНІ РІШЕННЯ У
МОЛОДИХ ДОРΟΣЛИХ

Богатирьова М. О., Кравченко В. І.

Навчально-науковий центр "Інститут біології та медицини" Київського національного
університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

This study examined how stress and anxiety relate to risk-oriented decision-making in young adults living in Ukraine during ongoing war-related stress. Sixty-five students (18–25 years) completed the DASS-21 and the Balloon Analog Risk Task (BART). Higher stress and high anxiety were associated with more cautious decision strategies on the BART; descriptively, responses were also slower under high stress, indicating a tendency toward delayed action selection. Notably, moderate anxiety was accompanied by a greater number of balloon pumps, suggesting a nonlinear (inverted-U-like) relation between anxiety level and risk-taking. These findings indicate stress- and anxiety-linked shifts in risk evaluation that the BART sensitively captures in this population.

У контексті тривалого психосоціального навантаження у молодих дорослих зростає інтерес до поведінкових індикаторів прийняття рішень, зокрема до завдання на аналоговий ризик із надуванням повітряної кульки (Balloon Analog Risk Task, BART), яке відображає баланс між прагненням до виграшу та когнітивним контролем (Lejuez, C. W., 2003). Тому метою нашого дослідження було перевірити, чи пов'язані рівні стресу й тривожності з особливостями ризик-орієнтованих рішень у студентської молоді. Було обстежено 65 осіб віком 18–25 років; рівні стресу та тривожності визначали за шкалами опитувальника DASS-21, а схильність до ризику оцінювали за BART, використовуючи середнє число «накачувань» кульки до добровільної зупинки як інтегральний показник ризикованості. Для міжгрупових порівнянь застосовували непараметричні критерії (критерій Краскела-Уолліса; у разі потреби — післятестові порівняння за критерієм Манна-Вітні).

Отримано статистично значущий загальний ефект за рівнем стресу (критерій Краскела-Уолліса: $H(2, N=65)=6,19$; $p=0,045$): учасники з високим рівнем стресу демонстрували нижчу ризикованість (менша кількість накачувань) ($3,68\pm 1,20$) порівняно з групою з нормальним рівнем стресу ($4,36\pm 0,16$; $p=0,011$), що свідчить про переважання обережної стратегії прийняття рішень. За описовими показниками середній час реакції у BART становив $334,56 \pm 112,69$ мс ($n=23$) у групі з нормальним рівнем стресу, $330,79 \pm 132,21$ мс ($n=24$) — при підвищеному та $369,92 \pm 122,03$ мс ($n=17$) - при високому; попри відсутність статистично значущих відмінностей, простежується тенденція до повільнішої відповіді за високого стресу. За рівнем тривожності також зафіксовано ефект ($H(2, N=65)=9,45$; $p=0,009$): найменша ризикованість при накачуванні кульки спостерігалась у групі з високою тривожністю ($3,56\pm 0,20$) відносно норми ($4,11\pm 0,13$; $p=0,015$), тоді як помірна тривожність асоціювалася з відносно більшою ризикованістю ($4,42\pm 1,14$). Сукупність результатів узгоджується з описаним поведінковими моделями (Wang, M., 2022) та даними нейровізуалізації (Zhu, Y., 2023), згідно з якими підвищене емоційне напруження зміщує стратегії у бік уникнення потенційних втрат, тоді як помірна активація може підтримувати мотивацію до виграшу за збереженого когнітивного контролю.

Список використаних джерел:

1. Lejuez, C. W., Aklin, W. M., Zvolensky, M. J., & Pedulla, C. M. (2003). Evaluation of a behavioral measure of risk taking: The Balloon Analog Risk Task (BART). *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 8(2), 75–84. <https://doi.org/10.1037/1076-898X.8.2.75>
2. Wang, M., Zhang, S., Suo, T., et al. (2022). Risk-taking in the human brain: An ALE meta-analysis of the balloon analog risk task (BART). *Human Brain Mapping*, 43(18), 5643–5657. <https://doi.org/10.1002/hbm.26041>
3. Zhu, Y., Wang, Y., Chen, P., et al. (2023). Effects of acute stress on risky decision-making are related to neuroticism: An fMRI study of BART. *Journal of Affective Disorders*, 340, 120–128. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2023.08.038>



PSYCHOPHYSIOLOGICAL BASES OF THE INFLUENCE OF ART ON
THE BRAIN IN NORMAL AND PATHOLOGICAL CONDITIONS

Buravlova A., Shtyn P.

Faculty of Psychology, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Several factors simultaneously determined the search for the neurophysiological basis of art in the brain, including its universal presence in human societies in contrast to its absence in animals, its symbolic and representational nature, its apparent lack of a direct functional role, and its close connection with the reward-related affect. Modern neuroscience methods, such as fMRI and EEG, allow us to track the neural networks involved in the creation and perception of art.

Active and passive engagement with art involves the frontal, parietal, and temporal cortex, as well as the amygdala and other limbic structures, which provides emotional regulation and cognitive information processing (Bolwerk et al., 2014). Art affects dopamine, endorphin, and oxytocin levels, eliciting hedonic and psychophysiological responses (Barnett & Vasiu, 2024). Participation in creative processes modulates the default mode network (DMN), supporting mental health in both normative and clinical populations (Bolwerk et al., 2014; Maggsamen & Ross, 2020).

These interactions involve multiple cortical and subcortical networks. Specifically, the medial prefrontal cortex is involved in self-reflection and emotional regulation, the parietal cortex in attention control and spatial reasoning, the temporal cortex in visual and symbolic information processing, and the posterior cortex in sensory integration. The limbic system, including the amygdala, underlies reward-related affect and catharsis. Studies also show that activity in these structures during artistic interaction promotes the formation of new functional connections, enhances neuroplasticity, and may serve as the basis for art therapy interventions (Bolwerk et al., 2014; Barnett & Vasiu, 2024; Maggsamen & Ross, 2020).

Creative arts, such as painting, music, dance, and writing, enhance stress resistance by reducing cortisol and improving autonomic balance. Regular engagement supports daily stress regulation and psychophysiological well-being. Participation stimulates neuroplasticity via interconnected networks involved in emotional regulation, cognitive flexibility, and reward, enhancing neural connections and adaptive reorganization. Genetic and neuroimaging studies link creative activity to genes supporting synaptic plasticity and structural brain changes, including white matter modification.

The medial prefrontal cortex (mPFC) and amygdala support adaptive emotional processing, regulating reflection, resilience, and primal emotional responses (Ahmed et al., 2015). Art therapy helps restore emotional balance and promotes neuroplasticity in individuals with anxiety, depression, and PTSD, with a moderate-to-strong effect on anxiety reduction ($ES = 0.53-0.81$) (Campbell, 2010).

In summary, engagement with art activates widespread neural networks integrating cognitive, emotional, and reward-related processes, enhancing neuroplasticity and psychological resilience. Art and art therapy are evidence-based tools for promoting mental health.

References:

1. Bolwerk, A., Mack-Andrick, J., Lang, F. R., Dörfler, A., & Maihöfner, C. (2014). *How art changes your brain: Differential effects of visual art production and cognitive art evaluation on functional brain connectivity*. PLoS ONE, 9(7), e101035. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0101035>
2. Barnett, K. S., & Vasiu, F. (2024). *How the arts heal: A review of the neural mechanisms behind the therapeutic effects of creative arts on mental and physical health*. Frontiers in Behavioral Neuroscience, 18, 1422361. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2024.1422361>
3. Maggsamen, S., & Ross, A. (2020). *Your brain on art: How the arts transform us*. Yale University Press.
- Ahmed, S. P., Bittencourt-Hewitt, A., & Sebastian, C. L. (2015). Neurocognitive bases of emotion regulation development in adolescence. *Developmental cognitive neuroscience*, 15, 11–25. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.07.006>
4. Campbell, E. R. (2010). *The effectiveness of art therapy in reducing symptoms of trauma, anxiety, and stress: A meta-analysis*. Wheaton College.

ПОКАЗНИКИ ОСОБИСТІСНИХ РИС СПОРТСМЕНІВ ІЗ РІЗНОЮ ЗАЛУЧЕНІСТЮ ДО
КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР

Ганага О.Ю., Петровська Т.В., Федорчук С.В.

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ

The aim of this study was to identify and analyse the personality traits of athletes with varying levels of involvement in computer games. According to the results obtained by the method of psychological diagnostics ("Cattell's Multifactor Personality Questionnaire", form C), a differentiation of the personality traits of athletes depending on the level of involvement in computer games was established, which was confirmed by means of mathematical statistics.

У професійному спорті важливе значення мають індивідуальні та ділові якості спортсмена. У дослідженні взяли участь 53 студенти НУФВСУ віком 18-26 років, яких було розподілено на три групи: кіберспортсмени 16 осіб; спортсмени, які захоплюються комп'ютерними іграми 15 осіб різних видів спорту; спортсмени, які не грають у комп'ютерні ігри 22 особи. Отримані дані підтверджують наявність чітких індивідуально-психологічних відмінностей між групами спортсменів залежно від їхньої залученості до комп'ютерних ігор (рис. 1). Захопленість іграми пов'язана з формуванням специфічних особистісних характеристик: кіберспортсмени характеризувалися такими рисами як: радикалізм, мрійливість (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$), внутрішня напруженість; спортсмени-аматори, які грають у комп'ютерні ігри у вільний час, виявили замкнутість, стриманість, підозрілість (* $p < 0,05$); спортсмени, не залучені до комп'ютерних ігор, характеризувалися стриманістю, високою нормативністю поведінки (* $p < 0,05$), та внутрішньою напруженістю. Отримані результати показують, що особистісні риси спортсменів залежать від особливостей їхньої діяльності, зокрема від того, наскільки вони взаємодіють з комп'ютерними іграми. Розуміння того, як комп'ютерні ігри впливають на формування особистості, є важливим для створення ефективних психологічних програм. Такі програми можуть враховувати як можливі ризики (ізоляція, агресія, залежність), так і позитивні сторони покращення когнітивних функцій.



Рисунок 1. Показники особистісних рис спортсменів

Примітка. А – замкнутість/відкритість; В – розвинене мислення/обмежене мислення (інтелект); С – емоційна стабільність/емоційна нестійкість; Е – підпорядкованість/домінантність; F – стриманість/експресивність; G – низька нормативність поведінки/висока нормативність поведінки; Н – боязкість/смівливість; І – жорстокість/чутливість; L – фактор ставлення до людей, довірливість/підозрілість; М – рівень розвитку уяви, практичність/мрійливість; N – прямолінійність/дипломатичність; О – спокій/тривожність; Q1 – консерватизм/радикалізм; Q2 – залежність від групи, конформізм/нонконформізм; Q3 – самоконтроль, сильна воля/недолік самоконтролю, індиферентність; Q 4 – внутрішня напруженість/флегматичність; MD адекватна самооцінка/неадекватна самооцінка.



**ТИП ГЕМОДИНАМІКИ ЯК КЛАСИФІКУЮЧИЙ ФАКТОР ПРИ ОЦІНЦІ РОЗВИТКУ
ПРИСТОСУВАЛЬНИХ РЕАКЦІЙ НА НАВЧАЛЬНЕ НАВАНТАЖЕННЯ**

Гулька О.В., Грабик Н.М., Грубар І.Я.

Тернопільський національний педагогічний університет ім. В. Гнатюка, Тернопіль, Україна

The study examined the relationship between hemodynamic type, heart rate variability (HRV), and cognitive functions in female university students. Cardiac index (CI) was used as the main indicator of central hemodynamics. Positive correlations of CI with blood pressure, heart rate, and cognitive parameters (attention distribution, short-term memory) indicated higher activation and energy expenditure in hyperkinetic individuals. Negative correlations with HRV indices (LF, TP) and attention switching reflected reduced autonomic flexibility and cognitive stability. Hemodynamic type proved to be a significant physiological classifier of adaptive and cognitive responses to academic load in female students.

Фізіологічна реакція організму студентів на навчальне навантаження є індивідуальною і залежить від стану серцево-судинної системи. Тип гемодинаміки відображає особливості функціонування серця та судин і визначає ефективність пристосувальних реакцій до інтелектуально-емоційного навантаження. Збалансованість між симпатичним і парасимпатичним впливами забезпечує оптимальний рівень вегетативної регуляції, що, у свою чергу, впливає на працездатність, увагу та пам'ять. Вивчення типу гемодинаміки як класифікуючого фактора дозволяє зрозуміти механізми індивідуальної адаптації студенток до умов навчання. Актуальність дослідження зумовлена потребою у виявленні фізіологічних предикторів стресостійкості, когнітивної ефективності та потенціалу адаптації в молодому віці.

Метою дослідження було встановлення зв'язків між типом гемодинаміки, показниками варіабельності серцевого ритму (BCP) та когнітивними функціями у студенток.

У дослідженні взяли участь 125 студенток IV курсу ТНПУ віком $20,1 \pm 0,89$ років. Визначали масо-ростові показники, частоту серцевих скорочень (ЧСС), систолічний (АТс) і діастолічний (АТд) тиск. На основі цих параметрів розраховували ударний (СОК), хвилинний об'єм крові (ХОК), серцевий індекс (СІ), адаптаційний потенціал (АП) та індекс Робінсона (ІРоб). Варіабельність серцевого ритму реєстрували за допомогою кардіографічного діагностичного комплексу Омега-М, аналізуючи часові та спектральні показники. Для статистичного аналізу використовували програму Statistica 6.0 і непараметричні критерії. Кореляційні зв'язки між СІ та іншими параметрами оцінювали за критерієм Спірмена.

Серцевий індекс (СІ) відображає інтенсивність кровообігу відносно розмірів тіла: вищі значення відповідають гіперкінетичному, нижчі – гіпокінетичному типу гемодинаміки, а еукінетичний є проміжним. Виявлені позитивні кореляції СІ з антропометричними параметрами ($p \leq 0,05$) свідчать про закономірний зв'язок між морфологічними характеристиками й функціональною потужністю серця. Студентки з більшими антропометричними показниками мають вищу продуктивність кровообігу.

Позитивні зв'язки СІ з СТ, ЧСС, ПТ, АП та ІРоб ($p \leq 0,05$) формують узгоджений фізіологічний комплекс, який свідчить про активацію симпатичного відділу вегетативної нервової системи та підвищення регуляторного напруження. Тобто гіперкінетичний тип гемодинаміки забезпечує швидку, але енергозатратну адаптацію до навантаження. Вищий СІ також корелював із кращими показниками розподілу уваги та короткочасної пам'яті на цифри, що свідчить про більш мобільну активацію центральної нервової системи.

Негативні кореляції між СІ та LF, TP, ВПР ($p \leq 0,05$) вказують на зниження гнучкості автономної регуляції при високій симпатичній активності. Це може бути проявом перенапруження або дезадаптації. Негативні зв'язки СІ з показниками переключення уваги й успішності ($p \leq 0,05$) свідчать, що надмірна активація симпатичної ланки знижує когнітивну гнучкість і стабільність розумової працездатності.

Тип гемодинаміки (за рівнем серцевого індексу) є значущим класифікуючим фактором психофізіологічного стану студенток. Гіперкінетичний тип характеризується інтенсивними, але менш економними реакціями серцево-судинної системи, нижчою варіабельністю серцевого ритму та зниженням когнітивної стійкості. Гіпокінетичний тип відзначається вищим рівнем автономної регуляції та стабільнішою увагою, що сприяє довготривалому когнітивному навантаженню. Еукінетичний тип відображає збалансований варіант серцево-судинної регуляції, оптимальний для підтримання ефективної навчальної діяльності.



FROM UKRAINIAN PHYSIOLOGY TO U.S. CLINICAL PRACTICE: A MODEL FOR
NEURODIAGNOSTIC EDUCATION

Yevpak N.¹, Tyckivska O.²

¹Advocate Lutheran General Hospital, Park Ridge, USA

²Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine

Developing a Neurodiagnostic specialty in Ukraine is, first and foremost, an educational and national health priority. Neurodiagnostics—encompassing electroencephalography (EEG), evoked potentials (EP), electromyography (EMG), nerve conduction study (NCS), and intraoperative monitoring (IONM)—requires both a strong foundation in physiology and structured clinical training. While these fields are firmly established within global healthcare systems (ASET, 2020), Ukraine currently lacks a dedicated educational and professional pathway for this specialty. This absence limits the systematic preparation of future specialists and slows the integration of international standards into clinical care.

Ukraine, however, has significant strengths to build upon. Physiology as a discipline is deeply rooted in Ukrainian biological and medical education, with robust teaching traditions in neurophysiology and related sciences. Additionally, multiple universities and clinical institutions are already equipped with EEG systems, providing a technical infrastructure that can be mobilized for professional training. These existing resources create fertile ground for developing specialized curricula that unite theoretical physiology with applied neurodiagnostic practice.

The proposed model adapts elements from U.S. neurodiagnostic education—where structured training programs, competency-based assessment, and professional certification have long been established—to the Ukrainian context (ABRET, 2025; Commission on Accreditation for Education in Neurodiagnostic Technology, 2017; Hirsch et al., 2021). This framework integrates three pillars: (1) foundational instruction in physiology and neuroscience, (2) hands-on laboratory and clinical training with EEG and related modalities, and (3) pathways for standardized certification and academic excellence. Such a system would prepare a new generation of neurodiagnostic professionals, create clear standards for training and practice, and establish academic centers capable of sustaining professional growth.

The urgency of this initiative has been dramatically heightened by the ongoing war in Ukraine (Fontanarosa, Flanagan, & Golub, 2022). We see more traumatic brain/spinal/nerve injuries, strokes, epilepsy, headaches, and stress-related neurological disorders, along with worsening of pre-existing chronic neurological diseases due to war (Kong, Zhang, Hu, & Lai, 2021). These conditions require not only neurological treatment but also accurate and timely neurophysiological assessment. By uniting Ukraine's strong traditions in physiology with applied models of U.S. clinical practice, this initiative offers a sustainable pathway for workforce development, improved patient care, and healthcare resilience in times of national crisis. It also provides a compelling example of how physiology education within higher institutions can evolve to meet pressing societal needs while maintaining international academic integration.

References:

1. ABRET. (2025). *Handbook for candidates: Registration examination for electroencephalographic technologists (R. EEG T.)*. ABRET Neurodiagnostic Credentialing and Accreditation.
2. ASET. (2020). *Standards and practices for neurodiagnostic technologists*. American Society of Electroneurodiagnostic Technologists.
3. Commission on Accreditation for Education in Neurodiagnostic Technology. (2017, November 17). *Standards and guidelines for the accreditation of educational programs in neurodiagnostic technology* [PDF]. <https://www.coa-ndt.org/wp-content/uploads/NDTStandards2017-2.pdf>
4. Fontanarosa, P. B., Flanagan, A., & Golub, R. M. (2022). *Catastrophic health consequences of the war in Ukraine*. *JAMA*, 327(16), 1549–1550.
5. Hirsch, L. J., et al., (2021). American Clinical Neurophysiology Society's standardized critical care EEG terminology: 2021 version. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 38(1), 1–29.
6. Kong, L.-Z., Zhang, R.-L., Hu, S.-H., & Lai, J.-B. (2021). Military traumatic brain injury: A challenge straddling neurology and psychiatry. *Military Medical Research*, 8(1), 39.



ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПОРУШЕННЯ МОЗКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА МОЖЛИВОСТІ ЇХ ОЦІНКИ У ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ПІСЛЯ МІННО-ВИБУХОВИХ ЗАКРИТИХ ЧЕРЕПНО-МОЗКОВИХ ТРАВМ

Забродіна Л.П., Привалова Н.М., Бовт Ю.В.

Інститут неврології, психіатрії та наркології ім. П.В. Волошина НАМН України, Харків, Україна

A total of 28 combatants (14 with single and 14 with multiple blast-induced mild traumatic brain injuries) and 11 controls were examined using EEG coherence analysis and computerized tapping tasks. Both inter- and intrahemispheric coherence were reduced, more markedly in multiple injuries, correlating with greater cognitive-emotional deficits. Neural imbalance was observed: inhibitory processes in the left hemisphere with compensatory activation in the right. Motor tasks confirmed these findings, showing instability, loss of asymmetry, and hand dominance inversion. The combined EEG and tapping assessment proved highly informative for objectively evaluating brain functional reserves and guiding individualized neurorehabilitation of combatants.

У сучасних умовах війни до 80 % бойових уражень припадає на мінно-вибухові травми, серед яких значну частку становлять закриті черепно-мозкові травми легкого ступеня. Їхня небезпека полягає у мінімальних гострих проявах та високому ризику віддалених когнітивних, емоційних і неврологічних розладів, особливо за повторних ушкоджень і бойового стресу. Метою дослідження було створення комплексної моделі оцінки функціонального стану мозку військовослужбовців після МВЗЧМТ, здатної виявляти субклінічні зміни та відстежувати ефективність відновних заходів. Обстежено 28 військовослужбовців (14 із поодинокими та 14 із множинними МВЗЧМТ легкого ступеня тяжкості) у терміни 3–12 місяців після останнього ушкодження та 11 осіб контрольної групи. Методи включали когерентний аналіз фонової ЕЕГ (між- та внутрішньопівкульовий) і серійні рухові завдання (комп'ютеризований тепінг) протягом 10–14 днів. Протокол тепінгу складався з чотирьох завдань у різних швидкісних режимах правою та лівою рукою; оцінювалися показники продуктивності, нерівномірності, асиметрії та ефект довільного прискорення з урахуванням їхньої динаміки. Міжпівкульовий аналіз засвідчив зниження когерентності у пацієнтів із поодинокими та множинними травмами порівняно з контролем, переважно у дельта-, тета-, альфа- та низькочастотному бета-діапазоні з локалізацією у лобових і тім'яних відділах. У пацієнтів із поодинокими МВЗЧМТ когерентність зберігалася на відносно вищому рівні, а зниження мало локалізований характер. Натомість у групі з множинними МВЗЧМТ кількість достовірних відмінностей була значно більшою: патологічні зміни поширювалися на центральні, потиличні та скроневі ділянки з охопленням тета-, низько- та високочастотного бета-діапазонів. Ці порушення корелювали з більш вираженими клінічними проявами - інтенсивнішими неврологічними симптомами, емоційною нестабільністю та когнітивним дефіцитом, що відображає ширше ураження мережових структур, відповідальних за сенсорну інтеграцію, увагу, пам'ять та емоційні реакції. Внутрішньопівкульова когерентність також демонструвала відмінності. При поодиноких МВЗЧМТ функціональні зв'язки зберігалися на відносно стабільному рівні. У разі множинних травм спостерігалася зниження когерентності в дельта- і тета-діапазоні лівопівкульових лобово-скроневих зон у поєднанні з підвищенням у бета-діапазоні центрально-тім'яних відділів правої півкулі. Такий дисбаланс відображає кумулятивний ефект ушкоджень: виснаження когнітивно-емоційного ресурсу та виконавчих функцій із компенсаторною активацією правопівкульових мереж. Дослідження серійних рухових завдань підтвердило наведені результати. У здорових осіб показники продуктивності й стабільності були відносно рівномірними, а ефект довільного прискорення проявлявся значущо при виконанні завдань обома руками (виразніше правою), що свідчило про активацію передніх відділів кори лівої півкулі. У пацієнтів із поодиноким МВЗЧМТ відзначалося зниження продуктивності, однак при цьому зберігалася певна асиметрія на користь правої руки та відносна стабільність роботи. На відміну від цього, у пацієнтів із множинними травмами спостерігалися виражена нестабільність, широкий діапазон коливань продуктивності, відсутність стійкої асиметрії в обох режимах, часті випадки інверсії асиметрії (домінування лівої руки) при прискоренні, а також значне зростання нестабільності роботи лівою рукою. Такі зміни відображають зниження ефективності коркових регуляторних впливів на підкоркові системи неспецифічної активації, виснаження енергетичних ресурсів та зменшення адаптивних можливостей мозку, особливо за умов повторних травм. Поєднання когерентного аналізу ЕЕГ та тепінгу підтвердило ефективність комплексної моделі оцінки функціонального стану мозку. Вона дозволяє об'єктивно визначати ступінь відновлення функціональних резервів і є підґрунтям для індивідуалізованої нейрореабілітації військовослужбовців із поодинокими та множинними МВЗЧМТ.



PSYCHOPHYSIOLOGICAL FEATURES OF SOLVING OPTIMIZATION TASKS

Kazmirchuk O., Kuznietsov I., Kozachuk N., Yevpak N., Revko S.

Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine

Brain computational resources under conditions of cognitive activity are limited. Simultaneous load in the verbal and visuospatial domains significantly reduces cognitive performance, as confirmed by existing studies demonstrating an interference effect. At the same time, the format of visual information presentation plays not only an auxiliary role in information processing but also directs and even determines the course of problem solving. Optimisation tasks are a specific class of computational problems focused on finding the best way to use available resources while taking certain constraints into account. The goal of optimisation, in turn, is to find such a combination of variables that maximises or minimises the target function.

A pilot study was conducted involving six participants (four females and two males) aged 18–20 y.o. The participants were asked to solve interactive “Tower of London” tasks alternating with working-memory tasks.

Visually, the tasks were presented in both the regular and the reversed format (rotated 180 degrees vertically). According to our working hypothesis, the reversed version of the task requires modification of habitual embodied cognitive schemas and the use of additional computational brain resources. We hypothesise that, in this case, solving the task will take more time and require a greater number of steps.

The following indicators were analysed: number of moves, average time per step, total test duration, and the efficiency coefficient of task performance (the ratio of moves made to the minimal number of moves required to complete the task). The percentage of trials that were not solved within the time limit, that were successfully solved, and that were not solved because the move limit was exceeded was also determined.

The working-memory task consisted of a few stages, with the first stage displaying on the screen a configuration of three dots in four possible positions. After that, during the second stage, a single dot was shown in one of the four allowed positions. If the position of this dot matched the position of any dot from the previous configuration, the participant had to press a response button.

Data analysis revealed a tendency towards decreased task-solving performance when disks were moved on the inverted scenes, as well as an increased percentage of trials in which the move limit was exceeded for the inverted scenes. The obtained results indicate that inverted figures complicate task performance, which confirms our working hypothesis.

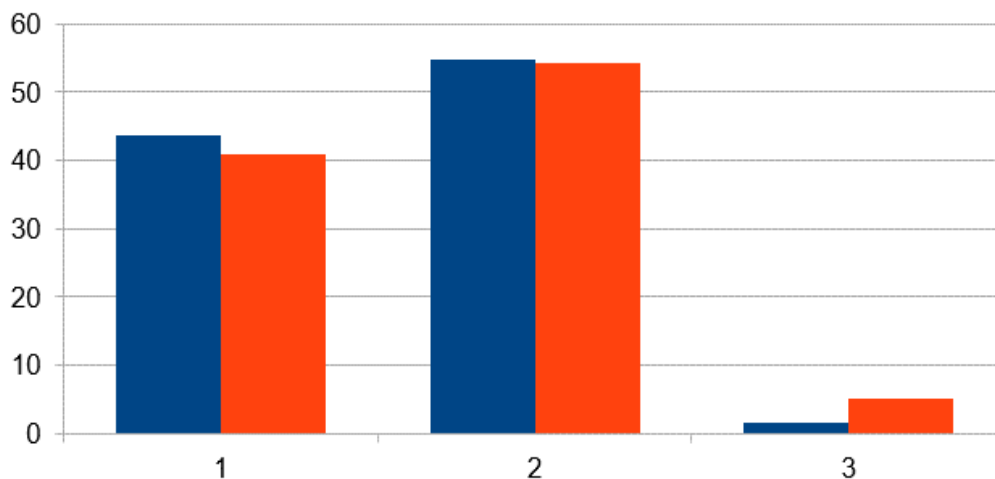


Figure. Percentage of successful/unsuccessful trials depending on the spatial orientation of the game board.

1 – successful trials, 2 – trials not solved within the time limit, 3 – trials not solved due to the limited number of moves. Blue bars represent trials with the scenes of the normal orientation; red bars represent trials with the scenes of the inverted orientation.

At the same time, the inverted game board leads to the activation of attentional systems, as evidenced by the results of working-memory tests. In particular, under these conditions, the number of incorrect, false-positive responses decreases.



МОНІТОРИНГ СТАНУ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ СПОРТСМЕНІВ-АМАТОРІВ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ ПОЛЬОТАМ У FPV-СИМУЛЯТОРАХ

Карась В.С., Барбон В.В., Федорчук С.В., Шитікова Є.А., Лазарєва О.Б.

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

The aim of the study was to determine the state of psychophysiological functions of amateur athletes during flight training in FPV simulators. The experimental group demonstrated more stable results by indicators of simple visual-motor reaction at the end (after training to fly in FPV simulators) compared to the control group. Amateur athletes demonstrated higher functional mobility of nervous processes after practice: the subjects of this group needed less time to process 120 signals in the feedback mode. The data obtained can be used for further research, training beginners and amateurs in drone sports (namely, drone racing) and popularizing this sport.

Перший задокументований приклад змагання перегонів на дронах з'явився ще в 2012 році, коли команда Drop Bear, австралійська команда, яка складалася з місцевих пілотів, почала публікувати в онлайн відео своїх заїздів. Ці змагання називалися Rotocross, що по суті було ранньою версією того, що ми сьогодні називаємо дрон-рейсинг. Пілоти літали на своїх FPV-бортах (First point/person view), що до сих пір є спільною рисою сучасних та тодішніх перегонів ("Drone Racing: The Sport of the Future Takes Flight," 2016). У FPV-перегонах безпілотників добре підготовлені люди-пілоти розганяють літальні апарати на максимальних можливостях у високошвидкісних спритних маневрах. Транспортні засоби, які використовуються в перегонах FPV – це квадрокоптери, які є одними з найбільш спритних винаходів людства. Наразі рекорд швидкості квадрокоптера: 414 км/год (MAX speed) і 360,50 км/год (AVG speed) ("Все, що потрібно знати про FPV-дрони," 2024). Можна припустити, що для такого виду спорту, як дрон-рейсинг, важливими чинниками високих спортивних результатів, як до прикладу і в автоперегонах (Filho et al., 2015), будуть якості уваги, швидкість реакції, точність рухів тощо. Метою дослідження було визначення стану психофізіологічних функцій спортсменів-аматорів під час навчання польотам у FPV-симуляторах. У дослідженні брали участь 12 спортсменів-аматорів з дрон-рейсингу та 10 осіб контрольної групи, віком 18-32 роки. Для визначення стану психофізіологічних функцій респондентів використовували діагностичний комплекс «Діагност-1» (Макаренко, Лизогуб, & Безкопильний, 2014). Досліджували показники простої зорово-моторної реакції (ПЗМР), реакції вибору одного із трьох сигналів (PB1-3), реакції вибору двох із трьох сигналів (PB2-3); показники реакції на рухомий об'єкт (РРО); показники швидкості, якості та кількості переробки інформації в режимі «зворотного зв'язку» (РЗЗ), що визначають функціональну рухливість нервових процесів (ФРНП) та силу нервової системи (СНС); а також показники динамічної м'язової витривалості (ДМВ) окремо для правої та лівої кисті (Макаренко та ін., 2014). Дослідження проводилося в три етапи. На I етапі виконувалися вхідні заміри психофізіологічних показників обстежуваних. На II етапі проходила практика – навчання польотам у FPV-симуляторах. III етап полягав у замірі вихідних психофізіологічних показників обстежуваних. Експериментальна група на виході (після навчання польотам у FPV-симуляторах) продемонструвала більш стабільні результати за показниками ПЗМР порівняно із контрольною групою. Варто виділити результати тестування в режимі РЗЗ (тест «120 сигналів»), де після польотів практиканти демонстрували кращі результати ($p < 0,05$): менший час виходу на мінімальну експозицію та вищу ФРНП (оскільки витрачали менше часу для опрацювання 120 сигналів). В режимі РЗЗ (тест «5 хвилин») обстежувані також витрачали менше часу на опрацювання 120 сигналів порівняно із вхідними результатами ($p < 0,05$), тобто продемонстрували кращі результати після практики за показником ФРНП впродовж довготривалого сенсомоторного навантаження.

Список використаних джерел:

1. Drone racing: The sport of the future takes flight. (2016, October 5). Zeitview. <https://blog.zeitview.com/2016/10/05/drone-racing>
2. Все, що потрібно знати про FPV-дрони: огляд, особливості та рекомендації. (2024, November 19). HackYourMom. <https://hackyourmom.com/drony/vse-shho-potribno-znaty-pro-fpv-drony-oglyad-osoblyvosti-ta-rekomendaciyi/>
3. Filho, E., Di Fronso, S., Mazzoni, C., Robazza, C., Bortoli, L., & Bertollo, M. (2015). My heart is racing! Psychophysiological dynamics of skilled racecar drivers. Journal of Sports Sciences, 33(9), 945–959. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.977940>
4. Макаренко, М.В., Лизогуб, В.С., & Безкопильний, О.П. (2014). Методичні вказівки до практикуму з диференціальної психофізіології та фізіології вищої нервової діяльності людини. Вертикаль, Кандич С.Г.



ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОФІЗІОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ РАННЬОЇ ДІАГНОСТИКИ ДЕПРЕСИВНИХ СТАНІВ

Карплюк А. С.

ННЦ «Інститут біології та медицини»

Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Application of neurophysiological methods for early diagnosis of depressive states. Early detection of depression requires objective biomarkers. Neurophysiological techniques such as qEEG, ASSR, ERP, and MEG reveal subtle brain activity changes in early depressive states. Findings include increased high-alpha power, reduced 40 Hz ASSR coherence, and altered beta rebound linked to symptoms and treatment response. Machine learning applied to EEG enhances diagnostic precision. Integrating multimodal metrics may improve early screening for depression.

Зростання поширеності депресивних розладів у світі висуває критичний запит на об'єктивні біомаркери для раннього виявлення. Нейрофізіологічні методи, такі як кількісний електроенцефалографічний аналіз (qEEG), викликані потенціали та аудіостимульовані відповіді (ASSR), а також магнітоенцефалографія (MEG) — перспективні інструменти для виявлення змін мозкової активності на доклінічних чи ранніх стадіях.

При обстеженні у молодих дорослих осіб виявлено, що підвищена потужність високої альфа-активності в ділянці C3 (лівий центральний електрод) корелює з початковими депресивними симптомами, з ROC > 0,7 для діагностики (Lee, P. F., 2018). У пацієнтів із першим епізодом великого депресивного розладу (MDD), які не приймали антидепресанти, спостерігаються занижена міжтріальна когерентність 40 Hz ASSR (ITC) у правій півкулі та θ -ITC під час 60 Hz стимуляції, що забезпечує чутливість 84% і специфічність 81,5% у відокремленні від здорових контролів (Liu, S., 2023). Крім того, показано порушення після рухового бета-відновлення (post-movement beta rebound, PMR) у мереж моторики у пацієнтів з депресією, яке пов'язане з недостатньою відповіддю на лікування (Tang, H., 2024). У загальному огляді системи qEEG підкреслено, що такі параметри як абсолютна й відносна потужність, асиметрії спектра та корданс (cordance) можуть служити корисними параметрами при ідентифікації депресивного стану (Kopańska, M., 2025).

Поглиблені дослідження функціональної організації мозку засвідчують, що депресія є гетерогенним розладом із вираженими нейрофізіологічними відмінностями між пацієнтами. Виявлено принаймні декілька субтипів великого депресивного розладу, які характеризуються різними патернами функціональних зв'язків між зонами дефолтної мережі, лімбічними структурами та сенсомоторними областями (Sun, X., 2023). Це підтверджує необхідність комплексного підходу до аналізу нейрофізіологічних даних, поєднує оцінку кількісних EEG-параметрів, викликаних потенціалів (ERP), аудіостимульованих відповідей (ASSR) та магнітоенцефалографічних (MEG) показників. Така інтеграція сприяє формуванню об'єктивних, чутливих і специфічних критеріїв для ранньої діагностики депресивних станів.

Список використаних джерел:

1. Kopańska, M., Ochojska, D., Sarzyńska, I., Bartkowska, O., & Szczygielski, J. (2025). Quantitative and qualitative electroencephalography in the diagnosis and monitoring of depression. A modern approach to clinical neurophysiology. *Frontiers in human neuroscience*, 19, 1624434. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2025.1624434>
2. Lee, P. F., Kan, D. P. X., Croarkin, P., Phang, C. K., & Doruk, D. (2018). Neurophysiological correlates of depressive symptoms in young adults: A quantitative EEG study. *Journal of clinical neuroscience : official journal of the Neurosurgical Society of Australasia*, 47, 315–322. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2017.09.030>
3. Liu, S., Liu, X., Chen, S., Su, F., Zhang, B., Ke, Y., Li, J., & Ming, D. (2023). Neurophysiological markers of depression detection and severity prediction in first-episode major depressive disorder. *Journal of affective disorders*, 331, 8–16. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2023.03.038>
4. Sun, X., Sun, J., Lu, X., Dong, Q., Zhang, L., Wang, W., Liu, J., Ma, Q., Wang, X., Wei, D., Chen, Y., Liu, B., Huang, C. C., Zheng, Y., Wu, Y., Chen, T., Cheng, Y., Xu, X., Gong, Q., Si, T., ... Xia, M. (2023). Mapping Neurophysiological Subtypes of Major Depressive Disorder Using Normative Models of the Functional Connectome. *Biological psychiatry*, 94(12), 936–947. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2023.05.021>
5. Tang, H., Xia, Y., Hua, L., Dai, Z., Wang, X., Yao, Z., & Lu, Q. (2024). Electrophysiological predictors of early response to antidepressants in major depressive disorder. *Journal of affective disorders*, 365, 509–517. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2024.08.118>



ОСОБЛИВОСТІ СПРИЙНЯТТЯ КОРОТКИХ ВІДРІЗКІВ ЧАСУ ДОСЛІДЖУВАНИМИ
СЕРЕДНЬОГО ШКІЛЬНОГО ВІКУ ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНЯ ОСОБИСТІСНОЇ
ТРИВОЖНОСТІ

Качинська Т. В., Парасюк Я. М.

Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна

The aim of the study was to identify the peculiarities of perception of short time intervals by middle school boys with different levels of personal anxiety. 30 males 12–15 years old participated in the study. The intervals studied were 5 s, 15 s, 30 s and 60 s. Analysis of the perception of short time intervals by middle school-aged subjects showed that, regardless of their level of personal anxiety, all subjects overestimated the time intervals. The most accurate assessment of time intervals was made by individuals with low levels of personal anxiety.

Процес сприйняття часу є базовим по відношенню до всіх психічних процесів, так як всі дії суб'єкта здійснюються відповідно до його внутрішнього часу. Однак існує динамічний зв'язок між індивідуальним сприйняттям часу та стандартним прикладом тієї самої одиниці часу (наприклад, 5 с), так що залежно від контексту час може сприйматися як коротший або довший за стандартну одиницю. На сприйняття часу впливають психофізіологічні процеси, пов'язані з емоціями, і, отже, на основі цієї моделі ми очікуємо, що стресові переживання, які викликають психофізіологічні реакції, також можуть впливати на оцінку часу в школярів різного віку (Coull, 2004; Effron et al., 2006). Тому мета роботи полягала у виявленні особливостей сприймання коротких проміжків часу хлопцями середнього шкільного віку із різним рівнем особистісної тривожності. У дослідженні брали участь 30 осіб чоловічої статі, віком 12–15 років. Дослідження відповідало міжнародним та вітчизняним біоетичним стандартам. Досліджувалися проміжки тривалістю: 5с, 15с, 30с, 60с. У подальшому визначався коефіцієнт точності для кожного часового відрізка. Для визначення рівня особистісної тривожності (ОТ) використовували тест-опитувальник Спілбергера-Ханіна. Отримані результати опрацьовано методом варіаційної статистики. Провівши анкетування виявили, що у вибірці переважали особи із середнім рівнем ОТ – 60%, частка осіб із високим рівнем ОТ становила 27 %, із низьким – 13 %. Аналіз сприйняття коротких відрізків часу досліджуваними середнього шкільного віку показав, що незалежно від рівня особистісної тривожності, всі досліджувані переоцінювали часові проміжки. Так, в учнів із низьким рівнем ОТ середній час оцінки 5-секундних проміжків складав $4,75 \pm 0,17$ с. Найбільш точно у даній групі відбувалася оцінка 15 с інтервалів: середній час оцінки складав 15,00 с, відповідно із коефіцієнтом точності 100%. У школярів із середнім рівнем ОТ під час оцінки досліджуваних проміжків часу коефіцієнт точності знаходився в межах від 78% при оцінці 60-ти секундних проміжків до 88 % при оцінці 5-ти секундних проміжків. У групі досліджуваних із високим рівнем ОТ найвищий коефіцієнт точності зафіксовано при оцінці 30-секундних інтервалів ($26,87 \pm 1,19$ с, коефіцієнт точності 89,6 %), найменша точність виявлена при визначенні 5-секундних часових проміжків (коефіцієнт точності 80%). Аналіз сприйняття коротких відрізків часу залежно від рівня особистісної тривожності показав, що найбільш точну їх оцінку здійснювали особи із низьким рівнем ОТ, на що вказують достовірно вищі значення оцінки 5-ти та 15-ти секундних проміжків часу даними досліджуваними, порівняно із школярами із високим рівнем ОТ ($p \leq 0,05$). Під час оцінки 60-секундних проміжків найменш точну оцінку зафіксовано в осіб із середнім типом особистісної тривожності. Літературні дані свідчать, що особи, які нараховують 60-65 с мають хороші адаптаційні можливості до різноманітних навантажень (фізичних та психічних), тоді як переоцінка часу (46-50 с) характеризується поганою адаптацією (Коцан, Качинська, & Збирун, 2012). Згідно з результатами наших досліджень, особи середнього шкільного віку із низьким рівнем ОТ мають кращі адаптаційні можливості та здатні краще витримувати фізичні та психологічні навантаження, порівняно з іншими досліджуваними групами.

Список використаних джерел:

1. Coull, J. T. (2004). Functional Anatomy of the Attentional Modulation of Time Estimation. *Science*, 303(5663), 1506–1508. <https://doi.org/10.1126/science.1091573>
2. Effron, D. A., Niedenthal, P. M., Gil, S., & Droit-Volet, S. (2006). Embodied temporal perception of emotion. *Emotion*, 6(1), 1–9. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.6.1.1>
3. Коцан, І. Я., Качинська, Т. В., & Збирун, Ю. В. (2012). Особливості сприйняття коротких проміжків часу старшими школярами, пов'язані з різним типом моторної асиметрії. *Науковий вісник ВНУ*, 2(227), 65–70.



ВИКЛИКАНА АКТИВНІСТЬ МОЗКУ ЮНАКІВ І ДІВЧАТ З РІЗНИМ РІВНЕМ ТРИВОЖНОСТІ

Коваль К.Г., Хоменко С.М., Юхименко Л.І.

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, Черкаси, Україна

Analyzed P_{300} indicators in subjects with extreme variants of reactive anxiety (RA). Subjects who demonstrated high RA and had its indicators that exceeded the generally accepted norm made up the first group. Subjects with low RA, who were characterized by anxiety indicators that were near the lower limit of the norm, entered the second group. It was found that the latent periods P_2 and P_3 in the subjects of the second group were significantly shorter than in the representatives of the first group, especially in young men. In the subjects of the second group, higher amplitude powers of the components P_1 , N_1 and P_2 were found compared to the subjects of the first group, more often in girls. The examined boys and girls with high RT were characterized by slower perception and processing of signals, and the power of the components of their brain's evoked activity remained low at all stages P_{300} .

Вивчали когнітивні викликані потенціали головного мозку P_{300} слухової модальності у 62 практично здорових студентів (юнаків і дівчат) з різним рівнем тривожності віком 17-19 років. Викликану активність мозку досліджували комп'ютерним енцефалографом «НейроКом» ХАІ Medica за допомогою звукової стимуляції правого і лівого вуха, що тривала 50 мс з періодом послідовності 1-2 с з інтенсивністю 75-85 дБ при закритих очах. Частота тону значимого стимулу досягала 2000 Гц, а не значимого – 1000 Гц. На кожні 10 не значимих стимулів генерувалося 2-3 значимих. Епоха аналізу складала 750 мс. За цих умов обстежувані розпізнавали та підраховували значимі стимули (вони подавалися рідше). Під час аналізу враховували достимульний часовий інтервал (біля 200 мс). Число усереднень для значимих стимулів наближалось до 30, частотна полоса 0,5-50 Гц. Для оцінки відгуку мозку на значимі стимули проводили верифікацію компоненту P_{300} шляхом порівняння відповідей на значимі і не значимі стимули. Враховували, що відгуки на значимі стимули містять як середньо-латентні компоненти, так і сам когнітивний комплекс P_{300} . Вивчали латентність і амплітуду компонентів P_1 , N_1 , P_2 , N_2 , P_3 , N_3 хвилі P_{300} . Всі обстежувані були праворукими та практично здоровими. Тривожність досліджували за опитувальником Спілбергера-Ханіна для встановлення рівнів реактивної (РТ) і особистісної (ОТ) тривожності (Spielberger, C.D., 1972). Статистичну обробку отриманих результатів здійснювали за допомогою програми STATISTICA V12.

Ми проаналізували показники P_{300} у обстежуваних з крайніми варіантами РТ. Ті з обстежуваних, що демонстрували високу РТ і мали показники, які перевищували загальноприйнятну норму склали першу групу. Обстежувані із низькою РТ, що характеризувались показниками тривожності, які знаходились біля нижньої межі норми увійшли до другої групи. Встановлено, що латентні періоди P_2 і P_3 у обстежуваних другої групи були вірогідно меншими порівняно таких у представників першої групи, що особливо яскраво проявилось у юнаків ($p \leq 0,01-0,05$). Імовірно, швидше сприйняття сигналу було проявом вищої реактивності клітин кори у обстежуваних з низькою РТ та вказувало на кращі можливості до аналізу та специфічної обробки сигналів у корі мозку (Тодорів, І.В., 2004; Bruno, M.A., 2011). Водночас, у обстежуваних другої групи виявлено вищі потужності амплітуд компонентів P_1 , N_1 і P_2 порівняно таких у представників першої групи, що частіше спостерігалися у дівчат ($p \leq 0,05$). Отже, обстежувані юнаки і дівчата з високою РТ порівняно однолітків з низьким її рівнем характеризувались повільнішим сприйняттям і обробкою сигналів, а потужність досліджуваних компонентів викликаної активності їх мозку на всіх етапах розгортання P_{300} залишалась порівняно невисокою.

Список використаних джерел:

1. Spielberger, C.D. (1972). Anxiety: Current trends in theory and research. New York. *Anxiety: Current Trends in Theory and Research* (1), 24-55.
2. Тодорів, І.В. (2004). Електроенцефалографія в психіатрії. Івано-Франківськ. Місто НВ.
3. Bruno, M.A., Gosseries, O., Ledoux, D., Hustinx, R., Laureys, S. (2011). Assessment of consciousness with electrophysiological and neurological imaging techniques. *Curr Opin Crit Care*. (17), 146-51.



АМПЛІТУДА ТА ЧАСТОТА ФІЗІОЛОГІЧНОГО ПОСТУРАЛЬНОГО ТРЕМОРУ КИСТІ
СТУДЕНТОК В УМОВАХ НАВЧАЛЬНОГО СТРЕСУ

Король Т. В., Гнатчук І. Ю., Бичкова С. В.

Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

In a cohort of 33 female students (24 – right-handed, 9 – left-handed) aged 18–20, tremor characteristics were assessed under conditions of academic stress. The amplitude of physiological tremor increased markedly in the postural position compared to the free position of the hand immediately before tests especially along the Z axis: 1) the amplitude of tremor increased by 148% before tests vs 66% on a day without knowledge control (n=33); 2) in right-handed female students the amplitude of tremor of the right hand increased by 148% before tests vs non-significant changes on a day without tests (n=24); 3) in left-handed female students the amplitude of tremor of the left hand increased by 348% before tests vs 138% on a day without tests (n=9).

Фізіологічний тремор – це низькоамплітудні рухи частин тіла здорової людини з частотою 8–12 Гц. У звичайних умовах такі рухи не виявляють візуально, проте їх можна зареєструвати за допомогою акселерометра та охарактеризувати на підставі двох показників – частоти й амплітуди тремору. Найчастіше досліджують фізіологічний тремор верхніх кінцівок. За впливу стресових чинників (зокрема навчальних (академічних) стресорів), фізичного навантаження, втомлює амплітуда тремору може зростати понад нормальне значення, внаслідок чого реєструють посилений фізіологічний тремор, особливо у постуральному положенні кінцівки. Контрольна робота спричиняє емоційне напруження студентів загалом та студенток зокрема, які за даними психофізіологічних досліджень частіше мають підвищену тривожність. Зміни фізіологічного тремору можуть слугувати об'єктивним показником активації симпатичної нервової системи та відображати рівень стресу або психоемоційної напруги. Тому метою нашої роботи було дослідити амплітудно-частотні параметри фізіологічного постурального тремору кисті студенток перед модульним контролем (розумове навантаження з обмеженням у часі).

У дослідженні взяли участь 33 студентки (24 – правші, 9 – лівші) біологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка віком 18–20 років. Дослідження виконано згідно з Гельсінською декларацією ВМА "Етичні принципи медичних досліджень за участю людини як об'єкта дослідження". Тремор реєстрували за допомогою акселерометра MPU6050 (InvenSense, Китай), який розмістили на кисті на відстані 2 см проксимальніше від другого п'ястково-фалангового суглоба. Фізіологічний тремор правої та лівої руки реєстрували вздовж осей X, Y та Z у двох положеннях кисті: 1) вільному (кисть звисала з опорної поверхні долонею донизу); 2) постуральному (кисть утримувалася паралельно опорній поверхні долонею донизу). Дослідження тремору проводили безпосередньо перед модульним контролем та у дні без контрольних заходів.

З'ясували, що вздовж осі Z амплітуда фізіологічного тремору правої руки у всій вибірці студенток зросла на 148% ($p < 0,001$) у постуральному положенні кисті порівняно з вільним положенням перед модульним контролем, а у день без модульного контролю – лише на 66% ($p < 0,05$). У правшів перед контрольною роботою виявили збільшення амплітуди фізіологічного тремору кисті правої руки на 148% ($p < 0,001$) за її переведення з вільного у постуральне положення, у той час як у день без модульного контролю ці зміни не були достовірними. Амплітуда фізіологічного тремору кисті лівої руки у групі лівшів зросла на 348% ($p < 0,01$) у постуральному положенні порівняно з вільним положенням перед модульним контролем та лише на 138% ($p < 0,001$) у день без модульного контролю. Зміни фізіологічного тремору, зареєстровані вздовж осей X та Y, були менш вираженими. Вздовж осі X переведення кистей правої та лівої рук з вільного у постуральне положення зумовило збільшення амплітуди тремору на 50% ($p < 0,05$) перед модульним контролем, але не супроводжувалося змінами у день без заміру знань. Вздовж осі Y спостерігали збільшення амплітуди фізіологічного тремору правої руки на 36% ($p < 0,05$) у постуральному положенні кисті порівняно з вільним положенням перед контрольною роботою, але не виявили змін у день без заміру знань.

Отже, безпосередньо перед модульним контролем спостерігали виразніше посилення фізіологічного постурального тремору рук студенток, ніж у навчальний день без контролю знань.



ДО ПИТАННЯ ПРО СТРУКТУРУ ВЛАСТИВОСТЕЙ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

Лизогуб В.С., Кожемяко Т.В., Пустовалов В.О., Салівончик І.І.

НДІ фізіології та реабілітації ім. М. Босого Черкаського національного університету
ім. Б. Хмельницького, Україна

The idea of the properties of basic nervous processes became the foundation for studying the individual typological characteristics of humans and animals. The most productive and reasonable property of the nervous system was proposed by M.V. Makarenko, who called it “functional mobility”. By functional mobility, the author means the ability of the higher divisions of the central nervous system to ensure the maximum possible level of performance for a given individual in terms of mental load by accurately differentiating between positive and inhibitory conditioned signals, which follow one another and require both emergency switching of actions and frequent changes in the excitatory process to the inhibitory one and vice versa.

Метою роботи було з'ясування та здійснення аналізу даних, щодо вивчення питання про структуру властивостей нервової системи провідними науковцями, які займалися даною тематикою досліджень.

Здійснювали збір, аналіз та узагальнення даних спеціальної літератури стосовно питань, щодо вивчення проявів властивостей основних нервових процесів людини.

Властивості нервової системи, що були запропоновані І.П. Павловим є найбільшим досягненням фізіології. Ідея властивостей основних нервових процесів стала фундаментом для вивчення індивідуально-типологічних особливостей людини і тварин. Проблема типологічних особливостей ускладнилась з появою нових властивостей: лабільність, динамічність, активованість, сконцентрованість, але з'ясувалось, що вони є невдалими із-за відсутності достатніх наукових аргументів (Макаренко М.В., 2006). Найбільш обґрунтовано виявилась властивість нервової системи, яку запропонував М.В. Макаренко і назвав її «функціональна рухливість». Під функціональною рухливістю автор розуміє здатність вищих відділів центральної системи забезпечувати максимально можливий для даного індивіду рівень швидкодії з виконання розумового навантаження по безпомилковому диференціюванню позитивних і гальмівних умовних сигналів, які слідує один за другим і вимагають як екстреного переключення дій, так і часті зміни у часі збудливого процесу на гальмівний і навпаки. Макаренко М.В. та його учнями доведено, що властивість «функціональна рухливість» узгоджується з властивістю нервових процесів у трактовці І.П. Павлова, але не суперечить і лабільності за М.Є. Введенським, О.О. Ухтомським, хоча має відповідні відмінності, оскільки представляє швидкісну реакцію цілісної системи, а не окремого нервового субстрату (Макаренко М.В., 2014). М.В. Макаренко та його учнями встановлено, що функціональна рухливість має високо генетично детерміновану природу. Коефіцієнт Хольцінгера, який характеризує ступінь наслідування ознаки, у монозиготних близнюків становить 0,83 одиниці. Аналіз напрацювань школи М.В. Макаренка та значної кількості розробок, методичних заходів та їх обґрунтувань М.В. Макаренко і В.С. Лизогуба, дає підстави стверджувати, що властивості нервової системи слід розглядати як чотирьох компонентну структуру. До запропонованих трьох властивостей: сила, зрівноваженість, рухливість необхідно внести доповнення – функціональна рухливість в трактовці М.В. Макаренка (Лизогуб В.С., 2019).

Новою віхою розвитку у вивченні проявів вищих відділів структур головного мозку стали роботи науковців М.В. Макаренко і В.С. Лизогуба. Вони до запропонованих і раніше відомих трьох властивостей ВНД: сили, зрівноваженості, рухливість внесли доповнення у трактуванні – функціональна рухливість нервових процесів. Тому зараз в науковій і експериментальній та практичній реалізації найбільш вживаними є властивість – функціональна рухливість та сила нервових процесів.

Список використаних джерел:

1. Макаренко, М. В. (2006). *Основи професійного відбору військових спеціалістів та методики вивчення індивідуальних психофізіологічних відмінностей між людьми*. К.
2. Макаренко, М. В. (2014). *Онтогенез психофізіологічних функцій людини*. Вертикаль.
3. Лизогуб, В. С. (2019). *Нейродинамічні властивості людини та методика їх дослідження*



ПСИХОЛОГІЧНІ ЧИННИКИ СЕКСУАЛЬНОГО БЛАГОПОЛУЧЧЯ ЖІНОК, ЯКІ МАЮТЬ ДИТИНУ

Лопотова М.

Київський Національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

The paper provides an introduction to the psychological parameters of the sexual well-being of women with children. The author has made an effort to combine a comprehensive abstract and citation database with enriched data and linked scholarly content. Much recent scientific research has been concerned with psychological, biological and sociocultural aspects of the problem discussed. Examination of the material provides evidence to explore the complexity and explain it in theoretical as well as practical terms, which is a great challenge for psychological research in future. It has been found that the sexual well-being of women with children is formed under the influence and complex interplay of psychobiological and sociocultural factors. The correlation between sexual scenarios, women's mental health and sexual well-being has been estimated.

Розмаїття думок та експериментальних фактів, якими послуговуються вітчизняні та зарубіжні науковці для розрізнення питань фізичного відновлення жінки та її догляду за немовлям після народження дитини, а саме: вплив гормональних змін, зниження лібідо та дискомфорту під час сексуальних контактів (Hedges, V. L., 2021); фізичні наслідки пологів (Gutzeit, O., 2020); незадоволеність тілом після пологів, що асоціюється зі зниженням сексуального бажання та униканням інтимності (Musavi, M., 2024) виявило необхідність комплексного дослідження, яке поєднує ці чинники, адже в українському академічному середовищі бракує саме таких міждисциплінарних досліджень, що пов'язано з тривалою стигматизацією цієї актуальної теми. Відтак, у контексті дослідження отримано переконливі результати завдяки впровадженню авторської спеціалізованої анкети, опитувальнику суб'єктивного сексуального благополуччя, опитувальнику «Типи сексуальних сценаріїв» та математико-статистичних методів.

На підставі отриманих даних встановлено, що сексуальне благополуччя жінок після народження дитини формується під впливом багатофакторної взаємодії чинників. Порівняльний аналіз між жінками з дітьми та без дітей не виявив суттєвих відмінностей за більшістю вимірів сексуального благополуччя, сексуальних сценаріїв і ментального здоров'я, за винятком більш високого рівня романтичного сценарію в групі матерів. Водночас значущі відмінності спостерігались у зв'язку з пережитим досвідом післяпологової депресії: жінки з тривалими депресивними симптомами мали нижчі значення за шкалою ментального здоров'я, менше орієнтувалися на стосунки як цінність і частіше демонстрували традиційно-батьківські сексуальні сценарії. Кореляційний аналіз засвідчив зв'язок сексуального благополуччя жінок з типами домінуючих сексуальних сценаріїв і психоемоційним станом. Наголосимо на відсутності лінійного впливу на психічне здоров'я матері віку дитини, однак було виявлено, що жінки з дітьми віком 1–3 роки, демонстрували найнижчі значення емоційної стабільності, тоді як учасниці з дітьми до 1 року або старшими за 6 років мали кращий психологічний стан. Зв'язок між образом тіла, психоемоційним станом та особливостями сексуального життя жінок у післяпологовий період, визначення взаємозв'язків між сексуальним благополуччям, сексуальними сценаріями та ментальним здоров'ям жінок, а також аналіз впливу сексуального благополуччя на позитивне ментальне здоров'я переконливо доводить, що сексуальне благополуччя є стабільним і значущим предиктором позитивного ментального здоров'я жінок.

Список використаних джерел:

1. Hedges, V. L., Heaton, E. C., Amaral, C., Benedetto, L. E., Bodie, C. L., D'Antonio, B. I., Davila Portillo, D. R., Lee, R. H., Levine, M. T., O'Sullivan, E. C., Pisch, N. P., Taveras, S., Wild, H. R., Grieb, Z. A., Ross, A. P., Albers, H. E., & Been, L. E. (2021). Estrogen Withdrawal Increases Postpartum Anxiety via Oxytocin Plasticity in the Paraventricular Hypothalamus and Dorsal Raphe Nucleus. *Biological psychiatry*, 89(9), 929–938. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2020.11.016>
2. Gutzeit, O., Levy, G., & Lowenstein, L. (2020). Postpartum Female Sexual Function: Risk Factors for Postpartum Sexual Dysfunction. *Sexual medicine*, 8(1), 8–13. <https://doi.org/10.1016/j.esxm.2019.10.005>
3. Musavi, M., Rahimzadeh, M., Tabaghdeh, M.H. et al. (2024). The effect of sexual education on the postpartum women's sexual self-confidence and self-efficacy: a theory-based intervention. *BMC Pregnancy Childbirth* 24, 64 <https://doi.org/10.1186/s12884-024-06255-y>



**ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ІГРОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА КОМПОЗИЦІЙНИЙ СКЛАД ТІЛА
ГРАВЦІВ КІБЕРСПОРТУ**

Луць Ю.П.¹, Федорчук С.В.¹, Олійник Т.М.¹, Куценко Т.В.²

¹Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

The aim of the study was to determine the body composition of e-sports players in comparison with untrained individuals. The data obtained indicate a general tendency towards physical inactivity among young people employed in information or gaming technologies, which can lead to changes in body structure and metabolic profile disorders. The results obtained emphasize the need to implement targeted prevention and physical education programs aimed at improving muscle balance, controlling body weight and preventing obesity among young people involved in sedentary professional activities. Special attention should be paid to the development of individualized physical education and health activities for cyber athletes, taking into account the specifics of their workloads and daily routine.

Враховуючи такі чинники, як гіподинамія, гіпокінезія, а також обмежена можливість дотримання принципів раціонального харчування під час інтенсивних тренувань і змагань кіберспортсменів, закономірним є зростання поширеності серед гравців метаболічного синдрому, надлишкової маси тіла, змін у композиційному складі тіла та індексі маси тіла (ІМТ) (Marker, Gnamb, & Appel, 2019).

В даному дослідженні було проведено визначення композиційного складу тіла гравців кіберспорту у порівнянні з нетренованими особами. У дослідженні брали участь 28 осіб чоловічої статі, розподілених на дві групи: група КІБ (14 осіб, кіберспортсмени) та група НТ (14 осіб, нетреновані особи) віком 17-23 років. Дослідження проводилося на базі кафедри медичної біології та спортивної дієтології та Науково-дослідного інституту НУФВСУ. Дослідження складу тіла проводилося за допомогою біоелектричного імпедансного аналізу з використанням професійних ваг-аналізаторів складу тіла «Tanita BC-418MA» (Німеччина). Статистичну обробку результатів проводили за допомогою описової статистики IBM SPSS Statistics, версія 26.

Показник компонентного складу тіла, який доречно розглянути з точки зору наших досліджень, є індекс маси тіла. Значення ІМТ у спортсменів КІБ групи становило $19,90 \pm 6,52 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$. Величина ІМТ у обстежуваних НТ групи була більшою порівняно з особами КІБ групи на 13,62%. Референтне значення для цього показника становить від $18,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$ до $24,9 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$. Варто звернути увагу, що величина ІМТ у осіб КІБ групи була меншою у порівнянні з обстежуваними НТ групи, проте ці відмінності не досягли рівня статистичної значущості (табл.).

Таблиця – Показники композиційного складу тіла обстежених осіб (n=28), $M \pm \sigma$

| Групи Параметри | Група КІБ (n=14) | Група НТ (n=14) |
|--|---------------------|--------------------|
| Маса тіла (кг) | $68,36 \pm 13,36$ | $74,28 \pm 20,95$ |
| Індекс маси тіла ($\text{кг} \cdot \text{м}^{-2}$) | $19,90 \pm 6,52$ | $22,61 \pm 5,13$ |
| Вміст жиру (%) | $13,95 \pm 6,27$ | $13,78 \pm 6,77$ |
| Маса жиру (кг) | $10,14 \pm 6,75$ | $11,40 \pm 9,45$ |
| Безжирова маса тіла (кг) | $58,23 \pm 7,92$ | $62,89 \pm 12,12$ |
| Загальна кількість води в тілі (кг) | $42,63 \pm 5,81$ | $46,04 \pm 8,87$ |

Виявлено тенденцію: обстежені кіберспортсмени характеризувалися нижчими показниками маси тіла, індексу маси тіла, безжирової маси тіла та загальної кількості води в організмі порівняно з нетренованими особами. Отримані дані підкреслюють важливість розробки та впровадження спеціалізованих програм фізичного розвитку, спрямованих на покращення м'язового балансу і профілактику метаболічних порушень у представників обох груп. Особлива увага має бути приділена збалансованій фізичній активності для кіберспортсменів.

Список використаних джерел:

1. Marker, C., Gnamb, T., & Appel, M. (2022). Exploring the myth of the chubby gamer: A meta-analysis on sedentary video gaming and body mass. *Social science & medicine* (1982), 301, 112325. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2019.05.030>

ОЦІНКА КОГНІТИВНОГО СТАНУ УЧНІВ 8-9 КЛАСІВ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Малашенко В. М.¹, Латишенко Л. А.¹, Подпалова О. М.², Черних М. Є.², Решетнік Є. М.²

¹Український фізико-математичний ліцей Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

²Навчально-науковий центр "Інститут біології та медицини" Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

The work investigated the cognitive state of adolescents aged 13 to 15 years studying at the Ukrainian Physics and Mathematics Lyceum of Kyiv National University. The methods used in this study are electroencephalography and cognitive tests such as the Eriksen Flanker Task and N-Back. The results were statistically processed and conclusions were formulated about the impact of martial law.

Хронічний стрес, особливо в умовах воєнного стану, можуть виникати значні порушення у когнітивних функціях, які впливають на здатність концентруватися, процеси мислення, прийняття рішень та пам'ять (Bürgin, D. et al., 2022; D'Esposito, M., 2015). Зокрема, стрес може впливати на здатність людини концентруватися на завданні, ускладнюючи процес збереження уваги на певних діях або інформації, на процеси мислення та прийняття рішень.

Метою роботи є оцінка когнітивного стану підлітків (15) віком від 13 до 15 років, які навчаються в Українському фізико-математичному ліцеї Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

У дослідженні були використані методи електроенцефалографії та когнітивні тести, такі як Фланкерне завдання Еріксена та N-Back. В результаті проходження двох груп тестових завдань не було виявлено порушень у роботі когнітивних функцій мозку в досліджуваній групі, при цьому учні продемонстрували хороший рівень уваги та робочої пам'яті. При аналізі електроенцефалографічних даних було встановлено, що найбільша когерентність (зв'язність) між ділянками мозку в альфа-діапазоні (α_1) виявлена між префронтальними ділянками лівої та правої півкуль, між префронтальними та задніми скроневими ділянками, а також між потиличними ділянками лівої та правої півкуль (Рис.1.)

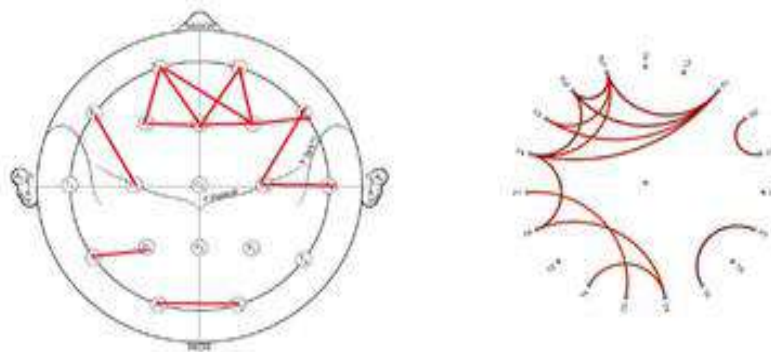


Рисунок 1. Топографічний розподіл сильних когерентних зв'язків у діапазоні α_1 ; $n=15$, $K>0,6$

Отримані висновки можуть свідчити про те, що, незважаючи на стресові фактори воєнного стану, учні ліцею зберігають високу функціональність основних когнітивних процесів, необхідних для успішного навчання.

Список використаних джерел:

1. Bürgin, D., Anagnostopoulos, D., Anagnostopoulos, D., Doyle, M., Eliez, S., Fegert, J., Fuentes, J., Hebebrand, J., Hillegers, M., Karwautz, A., Kiss, E., Kotsis, K., (2022). Impact of war and forced displacement on children's mental health—multilevel, needs-oriented, and trauma-informed approaches. *European Child & Adolescent Psychiatry*. <https://doi.org/10.1007/s00787-022-01974-z>
2. D'Esposito, M., & Postle, B. R. (2015). The Cognitive Neuroscience of Working Memory. *Annual Review of Psychology*, 66(1), 115–142. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010814-015031>



ПІДВИЩЕННЯ ФУНКЦІЙНОЇ ЗВ'ЯЗАНОСТІ ДІЛЯНОК ДЕФОЛТНОЇ І САЛІЄНТНОЇ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ У ПАЦІЄНТІВ З ПОСТТРАВМАТИЧНИМ СТРЕСОВИМ РОЗЛАДОМ
Омельченко О. М.¹, Закоморний О. С.¹, Алієв Е. І.², Павлов В. А.², Мироняк Л. А.¹, Тарасюк Б. А.¹, Колотилов М. М.¹, Дикан І. М.¹

¹ДУ «Всеукраїнський Центр Материнства та Дитинства НАМН України»
²НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

PTSD involves psychophysiological dysfunctions in the amygdala–hippocampus–medial prefrontal cortex circuit. Current diagnosis relies on psychological tests, necessitating the development of accurate instrumental methods. We utilized resting-state fMRI data from fifteen veterans with trauma exposure (mean PCL5 = 37) to explore diagnostic biomarkers. A neural network model, optimized using the genetic algorithm class-oriented feature selection (mRMR), demonstrated high sensitivity (0.92) and specificity (1.0). The model successfully identified differentiating criteria in brain connectivity, showing an increased functional connectivity within the brain regions belonging to the Default Mode Network and the Salience Network in veterans with PTSD. This suggests that advanced neural network analysis of fMRI data can provide highly specific and sensitive instrumental diagnostic criteria for PTSD.

Посттравматичний стресовий розлад (ПТСР) має складну психофізіологічну основу та провокується психотравмуючою подією. Поведінка, пов'язана зі страхом та загрозою, регулюється ланцюгом мигдалини-гіпокамп-медіальна префронтальна кора. Патолофізіологія ПТСР спричинена дисфункцією вказаної нейронної мережі, а також порушеннями роботи щитовидної залози та надниркових залоз. Діагностика ПТСР наразі складається з психологічних тестів та клінічного інтерв'ю. Інструментальна діагностика все ще перебуває в стадії розробки точних методів та методологій. МРТ, зокрема функціональна МРТ (фМРТ), широко використовується для структурних та функціональних досліджень мозку. Сучасні методи аналізу даних все частіше використовуються для дослідження нових підходів до дослідження мозку. Аналіз даних нейронних мереж є одним з них.

П'ятнадцять ветеранів, які зазнали психотравми (середнє значення PCL5 = 37), були досліджені за допомогою фМРТ у стані спокою. Використовувався 3Т-сканер з 16-канальною котушкою для голови та шиї. Для отримання даних у стані спокою використовувалося обладнання для стимуляції фМРТ In vivo з дзеркальними окулярами та екраном дисплея. Імпульсна послідовність EPI з TR/TE=3000/100. Для аналізу використовувалися нейронні мережі з кількома розробленими моделями. Була обрана модель, яка продемонструвала чутливість 0,92 та специфічність 1,0.

Дані фМРТ були проаналізовані за допомогою генетичного алгоритму класоорієнтованого відбору ознак класу mRMR. Серед отриманих моделей дві оптимальні (3) та (4) були обрані на основі метрик (точність, чутливість, специфічність). Обрана модель нейронної мережі продемонструвала високу специфічність та чутливість для виявлення диференціюючих критеріїв у зв'язності мозку. Показано підвищення функціональної зв'язності оперкулярної частини нижньої лобової звивини (L) та гіпокампу (L) = 0,069↑, медіальної префронтальної кори дефолтної мережі і передньої частини острівцевої долі (R) = 0,104↑, що входить до складу салієнтної нейронної мережі.

Модель, обрана нейронною мережею, продемонструвала високу чутливість та специфічність для виявлення критеріїв диференціації функціональної зв'язності ділянок мозку у пацієнтів з ПТСР порівняно зі здоровими суб'єктами. Було виявлено підвищення функціональної зв'язності ділянок дефолтної та салієнтної нейронних мереж у пацієнтів з ПТСР.



**ВИКОРИСТАННЯ ОКЛЮЗІЙНОЇ КАПИ ЯК ЗАСОБУ МОДИФІКАЦІЇ
ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ КВАЛІФІКОВАНИХ СПОРТСМЕНІВ-
ВЕСЛУВАЛЬНИКІВ**

Пастухова В.А., Федорчук С.В., Зінченко С.В.

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

The study aimed to assess the impact of an individually fitted occlusal splint on the psychophysiological state of elite rowers during the preparatory period. Fourteen male athletes were examined using a complex of psychophysiological tests, including visual-motor responses of varying complexity, reaction to a moving object, tapping test, and assessments of neural process strength and mobility under biofeedback and forced rhythm conditions. After one month of splint use, the experimental group demonstrated statistically significant improvements in reaction stability, reduced errors, faster information processing, enhanced central nervous system reactivity, and improved balance between excitation and inhibition processes. Some effects persisted three months post-intervention, while the control group showed no significant changes. These results support the use of occlusal splints as a promising tool for functional correction of psychophysiological state in high-level athletes.

25

У сучасному спорті високих досягнень зростає значення психофізіологічних резервів спортсмена, особливо на тлі інтенсифікації тренувального процесу і змагальної діяльності. На етапі стабілізації техніки та автоматизації рухових навичок ключову роль у досягненні результату відіграє здатність нервової системи забезпечувати швидко, точну й енергетично ефективну сенсомоторну відповідь. Активація жувальної аферентації через використання оклюзійної капи може впливати на функціональну організацію центральної нервової системи, знижувати рівень стресу та покращувати реактивність організму, що обґрунтовує доцільність вивчення ефективності цього інструменту у спортивному середовищі. Метою дослідження була оцінка впливу застосування індивідуально підібраної оклюзійної капи на психофізіологічні показники кваліфікованих спортсменів-веслувальників упродовж підготовчого періоду до головних змагань.

У дослідженні брали участь 14 спортсменів-веслувальників, розподілених на основну (n=4) та контрольну групу (n=10). Основна група протягом одного місяця використовувала оклюзійну капу. Психофізіологічне тестування здійснювали тричі: до, після та через три місяці після застосування капи. Оцінювали зорово-моторні реакції різної складності (ПЗМР, РВ1-3, РВ2-3), реакцію на рухомий об'єкт (РРО), динамічну м'язову витривалість кисті (тепінг-тест), а також функціональну рухливість нервових процесів (ФРНП) і силу нервової системи (СНС) у режимах зворотного зв'язку та нав'язаного ритму. Статистична обробка проводилась з використанням критерію Манна-Уїтні.

У спортсменів основної групи після використання оклюзійної капи зафіксовано статистично значуще покращення таких параметрів:

- зменшення латентного періоду ПЗМР,
- зниження кількості помилок у реакціях вибору сигналів (РВ1-3),
- покращення показників ЦОІ – часу центральної обробки інформації (до 22,9%),
- зростання сили нервової системи (за кількістю оброблених сигналів у тесті 5 хв),
- збільшення ФРНП у режимі зворотного зв'язку,
- вирівнювання функціональної асиметрії за даними тепінг-тесту.

Також виявлено підвищення стабільності моторних реакцій: зменшення варіабельності часу реакції, нижчі значення СКВ та коефіцієнта варіації. У тестах на РРО спостерігалось збільшення точності, зниження запізнь та зростання співвідношення реакцій випередження/запізнення ($p < 0,05$). Через три місяці після припинення використання капи деякі ефекти частково зберігалися, зокрема зниження ЦОІ у складних вибіркових реакціях та збалансованість сенсомоторного реагування. У контрольній групі статистично значущих змін упродовж аналогічного періоду не виявлено, що підтверджує зв'язок отриманих ефектів саме з використанням капи. Результати дослідження демонструють позитивний вплив оклюзійної капи на широкий спектр психофізіологічних функцій у кваліфікованих спортсменів. Застосування капи сприяє оптимізації центральної та периферичної нервової регуляції, підвищенню точності й швидкості моторних реакцій, ефективності обробки інформації та нейродинамічної стійкості. Такі зміни можуть мати практичне значення для підвищення спортивної працездатності та адаптаційного резерву в умовах стресового змагального навантаження. Використання оклюзійної капи доцільно розглядати як індивідуалізований метод функціональної корекції психофізіологічного стану спортсменів під час підготовки до відповідальних стартів.



НЕЙРОПСИХОФІЗІОЛОГІЧНІ МАРКЕРИ ПСИХІЧНОГО СТАНУ КОМБАТАНТІВ ПІД ЧАС ТЕСТУВАННЯ ПРОСТОЇ СЕНСОМОТОРНОЇ РЕАКЦІЇ

Подковка О.І., Макарчук М.Ю., Філімонова Н.Б., Собіщанський С.О., Кравченко К.О., Пампуха І.В., Лоза В.М.

Навчально-науковий центр "Інститут біології та медицини" Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

This study examines such neuropsychophysiological indicators of combatants as simple sensorimotor reaction (SSMR), standard deviation (σ), coefficient of central nervous system strength (CNS), functional system level, functional capacity level, reaction stability and EEG coherence during SSMR performance. Results show significantly faster reaction time and functional system level in combatants compared to controls. Right-hemisphere network dominance in combatants may be associated with better results due to increased concentration, heightened stress adaptation but may also indicate increased risk of depressive states. These results could be used for improvement of diagnostic and rehabilitation methods of combatants.

Актуальним завданням сучасної психофізіології є розробка точних методів діагностики психічних станів комбатантів, що дозволяють виявляти когнітивно-емоційні порушення, зумовлені дією екстремального стресу, та створювати ефективні профілактичні і реабілітаційні заходи. У дослідженні оцінювалися такі параметри психофізіологічного стану комбатантів як швидкість простої сенсомоторної реакції (ПСМР), середнє квадратичне відхилення (σ), коефіцієнт сили нервової системи (КС), функціональний рівень системи (ФРС), рівень функціональних можливостей (РФМ) і стійкість реакції (СТР). Також аналізувалися особливості формування нейромереж головного мозку під час здійснення ПСМР як можливих маркерів ефективності діяльності та психічних станів, характерних для комбатантів (емоційне вигорання, бойовий стрес, переживання психотравми).

До обстеження було залучено 37 комбатантів (25-50 років, серед яких 4 жінки) та 47 здорових волонтерів (19-39 років). Вони проходили тести на визначення ПСМР на основі авторської комп'ютерної методики (Філімонова, 2000). Паралельно проводився запис електроенцефалограми (ЕЕГ) (на комплексі Нейрон-Спектр-4/VP («NeuroSoft»)) з подальшим когерентним аналізом, для якого було відібрано 22 учасники з групи комбатантів (25-50 років, серед яких 2 жінки) та 5 учасників з групи волонтерів, призовників військомату (19-26 років).

Показники ПСМР і ФРС за критерієм Манна-Уїтні були достовірно вищими у комбатантів ($p=0,004$ і $p=0,015$ відповідно): медіана ПСМР становила 241 мс (контроль — 260 мс), ФРС — 5,5 (контроль — 4,33). Інші параметри (РФМ, СТР, σ , КС) не мали значущих відмінностей. Це свідчить про більшу концентрацію уваги, вищий тонус ЦНС і кращу працездатність бійців у стресових умовах. Когерентний аналіз ЕЕГ виявив у комбатантів правопівкульну фронто-центральну мережу (Cz-F4-C4), що, ймовірно, зумовлювала кращі показники ПСМР і ФРС, а також локальну правопівкульну мережу в задньо-скроневій зоні (O2-T6), асоційовану з активністю мигдалини та інтеграцією емоційної інформації (White et al., 2014). Переважна активація правої півкулі може свідчити про утворення доміанти, що спрямована на подолання стресу, а також про підвищений ризик депресивних розладів, пов'язаних з бойовим виснаженням (Li, Xu, & Lu, 2018). У контрольній групі зафіксовано локальну лівопівкульну нейромережу (C3-T3) із залученням мовних центрів, на задіяння яких міг витрачатись додатковий час при здійсненні ПСМР, і фронтальну лівопівкульну нейромережу (Fp1-F7-F3), що, ймовірно, забезпечувала ефективніше когнітивно-емоційне регулювання, прийняття більш усвідомлених рішень та стратегічне планування.

Отримані результати можуть бути використані для вдосконалення методів діагностики та профілактики психічних станів комбатантів.

Список використаних джерел:

1. Філімонова НБ. Комп'ютерна експрес-методика для визначення психофізіологічного стану людини. У: Матеріали II Міжнародної наук.-метод. конф. «Культура здоров'я як предмет освіти». Херсон: Херсонський держ. пед. ун-т.; 2000. с. 204–209.
2. White SF, Adalio C, Nolan ZT, Yang J, Martin A, Blair JR. The amygdala's response to face and emotional information and potential category-specific modulation of temporal cortex as a function of emotion. *Front Hum Neurosci.* 2014;8:714. doi:10.3389/fnhum.2014.00714
3. Li M, Xu H, Lu S. Neural basis of depression related to a dominant right hemisphere: A resting-state fMRI study. *Behav Neurol.* 2018;2018:5024520. doi:10.1155/2018/5024520.



ПОКАЗНИКИ ЕСТЕЗИОМЕТРІЇ У ОСІБ З АМПУТАЦІЯМИ НИЖНІХ КІНЦІВОК

Путенко М.О., Горбунов О.А., Куценко Т.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Lower limb amputation changes the one's life significantly due to the physical and psychological effects it causes. This demands a unique approach in the treatment which can be accomplished through both physical and social methods of studying of the pain. For physical testing esthesiometer was used, while for psychological – pain rating scale. Correlations were found between the magnitude of the somatosensory receptor fields of the lower extremities with indicators of gender, age, height, phantom sensations (but not with phantom pain), type of injury, systolic blood pressure, and heart rate before exercise. The results obtained indicate the potential of using the esthesiometry technique to assess and monitor the functional state of individuals after amputation.

Обширна ампутація нижніх кінцівок є значною зміною в житті. Догляд, лікування та реабілітація регулюються рекомендаціями, заснованими на даних, отриманих шляхом досліджень. Пацієнти зі значною ампутацією нижніх кінцівок стикаються із різними труднощами. Підтримка та емпатія важливі для того, щоб допомогти пацієнтам впоратися з емоціями, невизначеністю, проблемами з мобільністю та адаптацією (Schober & Abrahamsen, 2022). Всі ці завдання стоять перед реабілітацією, яка вимагає комплексного підходу відповідно переліку чинників: типу ушкодження, фізичних та психічних особливостей пацієнта, терміну давності травми. В дослідженні погодилися взяти участь 12 осіб (із них двоє - комбатанти), які проходили реабілітацію у Всеукраїнському центрі реабілітації та протезування «Здоров'я». Відмінності спостерігалися у типі поранення та його локалізації, давності ушкодження, віці пацієнтів (від 30 до 70 років), статі, психічно-моральному стані, загальному стані здоров'я, а також у джерелах травми та спричиненими нею наслідками. Дані збиралися під час занять пацієнтів для моніторингу стану і для встановлення робочої програми подальшої реабілітації. Реєструвались показники артеріального тиску та ЧСС, показники естезіометрії в різних ділянках шкіри нижніх кінцівок за допомогою циркуля Вебера. Психічний стан і вплив травми на нього визначались через опитування за допомогою візуальної аналогової шкали болю, що спрощувало задачу визначення інтенсивності болю для пацієнтів. Серед дорослих зі стійким постампутаційним болем підвищена больова чутливість в ампутованій ділянці може відображати периферичну сенсibiliзацію або вказувати на центральну сенсibiliзацію (Beisheim-Ryan et al., 2023). Заміри чутливості двоточковим методом в різних ділянках кінцівки дозволяють зрозуміти перебіг одужання і передбачити реакцію кукси на протез, що дозволить коригувати реабілітаційний процес відповідно до потреб пацієнта для досягнення найкращого можливого результату. Було проведено кореляційний аналіз (за Спірменом) досліджуваних показників. Виявлено кореляційні зв'язки величини соматосенсорних рецепторних полів нижніх кінцівок із показниками статі, віку, зросту, фантомними відчуттями (але не з фантомними болями), типом ушкодження, артеріальним систолічним тиском та ЧСС до навантаження. Показники фантомних відчуттів і фантомних болей також кореляційно пов'язані між собою. Отримані результати вказують на перспективність використання простої і дешевої методики естезіометрії для оцінки і моніторингу функціонального стану осіб після ампутації. Проте для отримання конкретніших даних потрібно провести додаткові обстеження з більшою кількістю вимірювань.

Список використаних джерел:

1. Schober, T. L., and Abrahamsen C. (2022) Patient perspectives on major lower limb amputation - A qualitative systematic review. *Int J Orthop Trauma Nurs*, [online] 46:100958. Available at: <https://doi:10.1016/j.ijotn.2022.100958>. [Accessed 7 Jul. 2022].
2. Beisheim-Ryan, E. H., Pohlig, R. T., Hicks, G. E., Horne, J. R., and Sions, J. M. (2023) Post-amputation pain: Comparing pain presentations between adults with and without increased amputated-region sensitivity. *Pain Pract*, 23(2), pp. 155-166 <https://doi:10.1111/papr.13172>.



**РОЗШИРЕНА ОБЧИСЛЮВАЛЬНА МОДЕЛЬ ЕЕГ-НЕЙРОФІДБЕКУ З УРАХУВАННЯМ
КОРКОВО-ПІДКІРКОВИХ МЕРЕЖ**

Ревко С., Кузнєцов І., Качинська Т., Євпак Н., Казмірчук О.

Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна

This work introduces an extended EEG neurofeedback model that incorporates the hippocampus, prefrontal and visual cortex areas, thalamus, and striatum. Unlike Davelaar's 2018 alpha-based approach, our model employs MNE-Python with Izhikevich neuron models to simulate both excitatory and inhibitory populations of more brain cortex areas, which play a leading role in neurofeedback training, according to the literature data. Real-time alpha rhythm analysis drives reward-modulated Hebbian plasticity of fronto-striatal connections. The system shows potential to accelerate target rhythm acquisition while providing greater biological plausibility, though further empirical validation remains necessary.

ЕЕГ-нейрофідбек дає змогу свідомо регулювати ритми мозкової активності та психоемоційний стан. Проте його механізми досі залишаються неясними. Обчислювальні моделі можуть слугувати як теоретичною основою для вивчення процесу, так і інструментом оптимізації тренінгу з численними параметрами. Нині існує небагато таких моделей; найбільш розроблена — модель Давелара (Davelaar, E. J., 2018), що пояснює підвищення альфа-ритму через фронто-стріарні механізми. Водночас вона ігнорує інші ключові мозкові структури, що обмежує її застосування для створення нових протоколів.

Основною метою нашого дослідження є розробка розширеної моделі на основі моделі, запропонованої Давеларом. Розширена модель має включати симуляцію активності структур гіпокампу, зорової й префронтальної кори, таламусу та стріатуму, з метою більш точного і повного відтворення біологічних механізмів нейрофідбек-тренінгу.

Для моделювання використано відкриті бібліотеки MNE-Python для відтворення базової моделі Давелара на системному рівні із використанням моделі Іжикевича для симуляції роботи збудливих та гальмівних нейронів. Система обчислює потужність альфа-ритму (8–12 Гц) у реальному часі та формує зворотний сигнал підкріплення. Пластичність реалізована як процес із навчання за Хеббом з позитивним підкріпленням, який призводить до зміни ваг фронто-стріарних зв'язків при позитивному фідбеку (Izhikevich, E. M., 2003). Стан із тренуванням порівнюється з базовим станом спокою.

Модель не охоплює всі аспекти нейропластичності та містить спрощення (відсутність симуляції активності гіпокампу, зорової кори, відсутність явного моделювання нейромодуляторів). Проте на даному етапі вона дозволяє досліджувати взаємодію між кількома ключовими структурами мозку в процесі нейрофідбек-тренінгу.

Запропонована модель потенційно прискорює досягнення цільового альфа-ритму завдяки мульти-регіональній організації, демонструючи більшу гнучкість і біологічну адекватність. Подальша валідація потребує порівняння з експериментальними даними.

Список використаних джерел:

1. Davelaar, E. J. (2018). *Mechanisms of neurofeedback: A computation-theoretic approach*. *Neuroscience*, 378, 175–188.
2. Izhikevich, E. M. (2003). *Simple model of spiking neurons*. *IEEE TNN*, 14(6), 1569–1572.



FEATURES OF BRAIN INTEGRATIVE ACTIVITY IN VISUAL DYSFUNCTIONS

Redka I.V.

V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

Sensory experience modulates genetically determined programs of brain development, shaping its structural and functional architecture in accordance with the organism's living conditions during the postnatal stage of ontogenesis. Nevertheless, the systemic mechanisms underlying this phenomenon remain insufficiently understood.

Particular research interest is directed toward cases involving impairments of the peripheral visual analyzer, where brain functioning occurs under conditions of reduced sensory input. Investigating the integrative activity of the brain in individuals with visual dysfunctions provides important insights into the compensatory capacities of the nervous system and the neuroplastic mechanisms that support adaptation to sensory deprivation.

The present study aimed to identify the specific features of brain neurodynamics in children with visual dysfunctions under different mental states.

The study involved 229 participants with congenital ($n = 109$) and acquired ($n = 120$) visual dysfunctions, as well as 125 healthy sighted individuals who served as a control group. Participants were aged between 8 and 20 years. A 21-channel electroencephalogram (EEG) was recorded with eyes closed under two mental conditions: closed-eyes resting state and auditory–motor integration (choice reaction task).

Multidimensional nonlinear analyses were performed using the NeuroResearcher® Innovation Suite software package (Ukraine). The following parameters were computed: embedding dimension, correlation dimension, maximum Lyapunov exponent, and Kolmogorov–Sinai entropy.

During resting state, global brain neurodynamics showed significant alterations only in participants with acquired visual dysfunctions, manifested by higher values of correlation dimension ($P \leq 0.05$). In individuals with congenital visual dysfunctions, the embedding dimension ($P \leq 0.05$) and correlation dimension ($P = 0.055$) were lower compared with those with acquired impairments, indicating divergent patterns of structural–functional brain reorganization.

Compared with the control group, males with visual dysfunctions exhibited enhanced auditory attention, whereas females demonstrated increased activity of the sensorimotor cortex during calm wakefulness. Among adolescents and young adults with visual impairments, the phenomenon of mind wandering was observed more frequently. This may represent a compensatory mechanism that enhances the activity of prefrontal cortical regions.

Visual dysfunctions were also found to decelerate the age-related decline in EEG entropy, suggesting a delay in the maturation of the informational capacity of neural processes. In males aged 8–20 years, visual dysfunctions were associated with a narrower topographic distribution of reduced neurodynamic complexity. Congenital visual dysfunctions similarly slowed the age-related decline in neurodynamic complexity in males, a pattern not observed in those with acquired visual impairments.

During auditory–motor integration, the primary auditory and prefrontal cortices were more actively engaged in participants with visual dysfunctions, implying a greater demand for cognitive resources and increased difficulty in decision-making processes. Additionally, activation of the occipital cortex during this task correlated with task performance efficiency, indicating a plastic reorganization of brain networks under conditions of prolonged visual deprivation.

Congenital and acquired visual dysfunctions elicit distinct mechanisms of structural and functional brain reorganization.

Visual deprivation slows the age-related reduction in neurodynamic complexity, particularly in males.

The mind wandering phenomenon in children and adolescents with visual dysfunctions may function as a compensatory process enhancing prefrontal cortical activity.

The active involvement of occipital and prefrontal cortical regions during auditory–motor integration reflects adaptive neuroplastic reorganization under long-term sensory deprivation.



**ПРОЦЕСИ ФОРМУВАННЯ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ СТУДЕНТІВ ЗА УМОВ
ДИСТАНЦІЙНОГО ФОРМАТУ НАВЧАННЯ: ТЕНДЕНЦІЇ ТА ОСОБЛИВОСТІ**

Сергета І.В., Вергелес Т.М.

Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова, Вінниця, Україна

The aim of scientific work is to determine the features of the course of the processes of formation of psychophysiological functions of students under the conditions of using the remote learning format. The research was conducted at the National Pirogov Memorial Medical University. It was found that under the conditions of the remote (distance) learning format, a significant improvement was observed in indicators that marked such characteristics of the functional capabilities of the organism as: the speed of simple ($p < 0.05$) and differentiated ($p < 0.05$) visual-motor reaction, the mobility of nervous processes in young women and simple ($p > 0.05$) and differentiated ($p < 0.05$) visual-motor reaction, the mobility of nervous processes in young men.

Рівень психофізіологічної готовності організму студентської молоді, яка навчається в умовах сучасних закладів вищої освіти, до ефективного засвоєння найтипівіших виробничих навичок і прийомів є невід'ємною та обов'язковою складовою здійснення адекватної професійної підготовки. Причому під час аналізу наявних тенденцій слід звернути увагу як на явища безпосереднього "перенесення" тренувального ефекту інтенсивної навчально-значущої професійно-орієнтованої діяльності на розвиток критеріальних психофізіологічних функцій, так і на наявність цілком чіткої залежності ступеня їх розвитку від особливостей професійної спеціальності, яка засвоюється, найбільш яскравих змін з боку професійно важливих психофізіологічних функцій тощо. Метою наукової роботи є визначення особливостей перебігу процесів формування психофізіологічних функцій студентів за умов застосування дистанційного (або on-line) формату навчання. Дослідження проводились на базі Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова із використанням ліцензованого стандартизованого комп'ютерного комплексу "Effecton Studio". Зокрема, для визначення величин латентного періоду простої зорово-моторної реакції використовували тестове завдання "Тир" пакету "Ягуар", з метою проведення дослідження значень латентного періоду диференційованої зорово-моторної реакції застосовували тестову методику "Таксі", для здійснення психофізіологічної оцінки величин врівноваженості нервових процесів використовували методику, котра передбачала визначення реакції на об'єкт, який рухається, на підставі застосування тестової методики "Каскадер", зрештою, з метою визначення величин латентного періоду простої аудіо-моторної реакції використовували тестове завдання "Дуель". Статистична обробка одержаних даних проводилась завдяки застосування пакету прикладних програм статистичного аналізу "Statistica 6.1" (ліцензійний № BXXR901E245722FA) на підставі використання процедур описової статистики, кореляційного, кластерного, покрокового регресійного та факторного аналізу. Встановлено, що за умов дистанційного формату навчання спостерігається суттєве покращення показників, котрі відзначають такі характеристики функціональних можливостей організму, як: швидкість простої ($p < 0,05$) і диференційованої ($p < 0,05$) зорово-моторної реакції, рухливість нервових процесів серед дівчат та швидкість простої ($p > 0,05$) і диференційованої ($p < 0,05$) зорово-моторної реакції, рухливість нервових процесів серед юнаків. За умов традиційного аудиторного формату навчання реєструється виражене покращення величин показників, котрі відзначають такі характеристики функціональних можливостей та адаптаційних ресурсів організму, як врівноваженість нервових процесів ($p < 0,05$), швидкість аудіо-моторної реакції і динамічна працездатність серед дівчат та швидкість аудіо-моторної реакції і динамічна працездатність серед юнаків. Достатньо стабільні результати в динаміці досліджуваного періоду є властивими для даних щодо співвідношення кількості передчасних реакцій, реакцій із запізненням і точних реакцій в ході визначення характеристик формування критеріальних показників врівноваженості нервових процесів. Визначені тенденції у переважній більшості випадків (швидкість простої і диференційованої зорово-моторної реакції, рухливість нервових процесів, як врівноваженість нервових процесів (серед дівчат), швидкість аудіо-моторної реакції і динамічна працездатність (серед юнаків)) підтверджують міжгрупові відмінності ($p < 0,05-0,001$). Визначені провідні особливості перебігу процесів формування психофізіологічних функцій студентів за умов застосування дистанційного формату навчання у закладі вищої освіти, встановлені найбільш значущі, критеріальні закономірності становлення та розвитку професійно-значущих характеристик організму дівчат і юнаків, які навчаються.



**ЗМІНИ СИМПАТО-ВАГАЛЬНОГО БАЛАНСУ У ПАЦІЄНТІВ ІЗ ХРОНІЧНИМ
ГАСТРИТОМ ТА СУПУТНЬОЮ КОМОРБІДНОЮ ПАТОЛОГІЄЮ**

Скубицька Л.Д.¹, Севериновська О.В.²

¹Дніпровський державний медичний університет, Дніпро, Україна

²Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара, Дніпро, Україна

Autonomic dysregulation often acts as an additional factor in the development of morphofunctional changes in the stomach. Chronic gastritis is one of the common, psychosomatic diseases, and can be accompanied by metabolic syndrome and hormone imbalance. Sympathovagal balance was studied by analyzing parameters of heart rate variability such as HF/LF, SDNN and RMSSD, in patients with chronic gastritis against the background of comorbid pathologies hepatobiliary, cardiovascular, endocrine systems. An increase in HF/LF parameters and decrease in SDNN, RMSSD were established in all comorbid groups, especially among people with hypothyroidism and diabetes, which indicates the dominance of sympathetic regulation, a decrease in vagal tone, which is amplified in the presence of heart and vascular diseases.

Вегетативна регуляція є важливою контролюючою функцією клітинного гомеостазу, адаптаційних механізмів, при порушенні якої підвищується ризик виникнення та прогресування багатьох хвороб в тому числі травної системи (Ali & Chen, 2023). Хронічний гастрит (ХГ) відносять до психосоматичних, морфофункціональних розладів вісі шлунок-мозок, і тому вегетативну дисфункцію в сучасній науці розглядають як складову причин і наслідків в процесах гастропатогенезу. Із-за складних взаємодій нервового і гуморального каналів вегетативної регуляції, на тлі виснаження компенсаторних механізмів, зриву адаптаційних можливостей, ХГ може супутньо обтяжуватися патологіями в гепатобіліарній (ГБС), серцево-судинній (ССС), ендокринній системах. З наукових джерел відомо, у пацієнтів з коморбідним перебігом ХГ на тлі ендокринної та серцево-судинної дисфункції визначено у 2 рази вищу частоту зниження адаптаційних можливостей організму порівняно з пацієнтами з ізольованим гастритом. (Зигало та ін., 2022). Валідним методом визначення змін регуляторно-адаптаційних процесів за фізіологічних та патологічних умов є вивчення показників варіабельності серцевого ритму (ВСР). Метою дослідження була оцінка вегетативного статусу за аналізом ВСР у хворих на хронічний гастрит на тлі коморбідних патологій.

Встановлено зростання показників HF/LF в усіх коморбідних групах особливо серед хворих з дисфункцією щитовидної та підшлункової залоз, що вказує на підвищення активності симпатичної регуляції та зниження вагального тону. Значне симпатичне домінування спостерігається в III-VI групах, в яких більшість хворих мали серцево-судинну патологію. Найменші показники були на рівні $2,6 \pm 2,3$, а найбільші - $4,25 \pm 2,3$, що достовірно ($p < 0,01$) відрізнялись від результатів хворих I групи, де значення склали $2,1 \pm 0,91$. Обернена кореляція спостерігалась відносно показників SDNN, RMSSD з достовірно найнижчими значеннями в IV (ХГ+ГБС+ССС+ЦД) та VI (ХГ+ГБС+ССС+гіпофункцією ЩЗ) групах - $32,5 \pm 2,4$ і $15,1 \pm 1,8$ ($p < 0,001$) та $37,4 \pm 2,2$ і $24 \pm 3,0$ ($p < 0,01$) відповідно відносно осіб I групи з ізольованим ХГ, де результати були на рівні $65,3 \pm 4,2$ і $42,5 \pm 3,7$.

Адаптаційно-вегетативні порушення діагностовано у всіх коморбідних групах. З поглибленням поліморбідності та зростанням функціонального навантаження на організм, спостерігалось прогресивне зниження ВСР. Перебіг хронічного гастриту із супутньою ішемічною, метаболічною, ендокринною патологією пов'язаний з зменшенням показників RMSSD та SDNN, зміщення автономного балансу в сторону гіперсимпатикотонії, зниження парасимпатичного контуру регуляції (високий LF/ низький HF), що свідчить про наявність і вираженість серцево-судинного ризику, підвищеного ішемічного і загального патологічного потенціалу в інших системах органів.

Список використаних джерел:

1. Ali MK, Chen JDZ. (2023). Roles of Heart Rate Variability in Assessing Autonomic Nervous System in Functional Gastrointestinal Disorders: A Systematic Review. *Diagnostics (Basel)*,13(2):293. <https://doi:10.3390/diagnostics13020293>
2. Зигало Е.В. та ін. (2022). Особливості гомеостазу вегетативної нервової системи у хворих атрофічним гастритом в поєднанні з патологією щитоподібної залози. *Гастроентерологія*. 55(3), 159-165. <https://doi.org/10.22141/2308-2097.55.3.2021.241585>



РОЛЬ ТИРЕОЇДНИХ ГОРМОНІВ У РОЗВИТКУ КОГНІТИВНИХ ФУНКЦІЙ У ПІДЛІТКОВОМУ ВІЦІ

Сутоцька К.С., Подпалова О.М., Решетнік Є.М.

Навчально-науковий центр "Інститут біології та медицини" Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

This study explores the critical role of thyroid hormones in adolescent cognitive function, a topic highly relevant in Ukraine due to post-Chernobyl thyroid issues. Thyroid hormones are essential for myelination and neuroplasticity, processes that continue into early adulthood. Research linked prenatal radiation exposure to lower adolescent IQ and increased T3 levels. Furthermore, adolescents with subclinical hypothyroidism showed significant deficits in arithmetic, memory, language, and visuospatial skills, with the most pronounced correlation found in language skills. This cognitive impact is primarily mediated by thyroid hormones regulating gene expression via nuclear receptors, affecting neuroplasticity and the synthesis of key neurotransmitters like serotonin and dopamine.

Вивчення впливу тиреоїдних гормонів є надзвичайно актуальним у наш час, адже з кожним роком спостерігається збільшення випадків проблем з щитоподібною залозою. Це особливо релевантно на теренах України, де захворювання щитоподібною залозою поширені після чорнобильської катастрофи.

Взаємозв'язок тиреоїдних гормонів і когнітивних функцій активно досліджують у дітей молодшого віку; доведено їхню роль у мієлінізації нервових волокон та нейропластичності. Оскільки мієлінізація триває ближче до 25 років, важливо оцінювати вплив тиреоїдних гормонів і в підлітків.

За аналізу наслідків опромінення внаслідок Чорнобильської катастрофи вагітних і їхніх дітей виявлено, що підлітки, які зазнали пренатального радіаційного впливу, мали нижчі показники IQ порівняно з контрольними однолітками. Оцінювання (IQ, вербальні та невербальні тести) проводили у 6–7, 11–12 та 15–16 років. Показано: зі зростанням дози опромінення підвищувався рівень T3 і знижувався IQ; подібної асоціації не спостерігали у дітей матерів без впливу радіації. Опромінення на пізніх термінах вагітності мало менший вплив на когнітивні показники, що дозволяє вибудувати логічні зв'язки між пренатальною радіацією, рівнями тиреоїдних гормонів і IQ (Liutsko et al., 2024).

При дослідженні підлітків з субклінічним гіпотиреозом, було виявлено кореляцію між зниженням рівня тиреотропного гормону та збільшенням кількості помилок в когнітивних тестах. Дослідження проводилось шляхом вимірювання сироваткового рівня T3, T4, ТТГ та проведенням тестів з арифметики, пам'яті, мови та візуально моторних навичок. З усіх тестувань окрім тестувань на пам'ять (кількість помилок ідентична) діти з субклінічним гіпотиреозом допустили більше помилок. Аналіз рівня гормонів не показав значущого впливу ТТГ на навички дівчат підлітків, окрім мовних де була помічена значна кореляція, серед хлопчиків підлітків подібного впливу виявлено не було. Рівень t3 та t4 більше корелював з результатами здорових дітей чоловічої статі, але впливав на результати з мови в підлітків з гіпотиреозом. Рівень T4 у дівчат не корелював з жодними навичками крім мовних, взаємозв'язку з рівнем T3 та результатами дівчат помічено не було (Somashakar et al., 2014). Подібні наслідки пояснюються впливом тиреоїдних гормонів на нейропластичність, шляхом підвищення експресії нейротрофічного фактора. Тиреоїдні гормони до того мають вплив на синтез деяких нейромедіаторів, як от серотонін, дофамін, ГАМК. Багато клітин мозку, зокрема когнітивних центрів містять рецептори до гормонів щитоподібною залозою. Гіпокамп надзвичайно чутливий до коливань рівня тиреоїдних гормонів, тому і гіпотиреоз і гіпертиреозні стани призводять до зниження нейрогенезу. Це все можна підсумувати як вплив шляхом ядерних рецепторів та регуляції експресії генів, що і є основним впливом тиреоїдних гормонів на когнітивні функції (Martin, 2024).

Тиреоїдні гормони мають великий вплив на когнітивні функції підлітків, зокрема через регуляцію експресії генів. Субклінічним гіпотиреоз найсильніше впливає на мову дітей підліткового віку. Дослідження пов'язані з щитоподібною залозою особливо актуальні в Україні, оскільки навіть через роки можна помітити вплив пренатального опромінення.

Список використаних джерел:

1. Liutsko, L., Igumnov, S., Drozdovitch, V., & Cardis, E. (2024). Association between radiation dose, thyroid hormone, and IQ levels in children exposed to radiation in utero after the Chernobyl accident. *International Journal of Radiation Biology*, 100(9), 1364–1370. <https://doi.org/10.1080/09553002.2024.2345088>
2. Martin, A. (2024). Thyroid Hormones and their Influence on Neuroplasticity and Cognitive Function. *Journal of Thyroid Disorders & Therapy*, 13(2), 1–2. <https://doi.org/10.35841/2167-7948.24.13.332>
3. Somashakar, A. R., Girish, V., Rao, C., & Murthy, N. S. (2014). Correlation of Cognitive Performance and Thyroid Hormone Levels in Adolescents with Subclinical Hypothyroidism. *Open Journal of Pediatrics*, 04(02), 169–175. <https://doi.org/10.4236/ojped.2014.42023>



СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ СТРЕСОВОГО СТАНУ СПОРТСМЕНІВ,
ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ТА ВЕТЕРАНІВ ВІЙНИ МЕТОДОМ
ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАФІЇ

Федорчук С.В.¹, Корбуш О.І.¹, Субін Я.В.², Шинкарук О.А.¹

¹Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

The aim of this work was to conduct a comprehensive survey of the currently published methods of electroencephalogram (EEG) analysis for mental stress and to propose potential directions for future research. Improved resistance to stress and the development of strategies for dealing with stressful situations can play an important role in improved sports productivity, as well as the effectiveness of physical education and sports rehabilitation of military servicemen and war veterans.

Ментальний стрес визначається як реакція організму на різноманітні психологічні, фізичні та емоційні фактори, контрольована симпатичною нервовою системою та гіпоталамо-гіпофізарно-наднирковою системою. Цей термін може використовуватися щодо внутрішніх (структура особистості) чи зовнішніх (розв'язання проблем) чинників, які спричиняють різноманітні фізіологічні та емоційні зміни. В літературі визначено три типи стресу: гострий стрес, епізодичний стрес і хронічний стрес (Lazarus, 2000). Гострий стрес пов'язаний з короткотривалим впливом і не є шкідливим. Епізодичний стрес виникає тоді, коли подразник діє частіше, але обмежено в часі (Bakker, Pechenizkiy, & Sidorova, 2011). Натомість хронічний стрес є найбільш шкідливим, і виникає внаслідок постійної та тривалої дії джерел стресу (Colligan & Higgins, 2006). Кілька досліджень підтверджують, що ментальний стрес має безпосередні фізіологічні ефекти, що можуть призводити до різних захворювань, таких як інсульт, серцево-судинні захворювання, порушень когнітивних функцій, мови та депресії (Crowley et al., 2011). Різноманітні методи нейровізуалізації використовуються для оцінки стресу шляхом прямого або непрямого вимірювання активності мозку. Серед них функціональна спектроскопія ближнього інфрачервоного діапазону (fNIRS), електроенцефалографія (ЕЕГ), позитронно-емісійна томографія (ПЕТ) та функціональна магнітно-резонансна томографія (фМРТ). Метод ЕЕГ має деякі переваги, такі як висока часова роздільна здатність, низькі витрати та легкість використання. Тому це найбільш використовуваний метод для аналізу психічних станів, включаючи стрес (Hu et al., 2015). Огляд методів аналізу ЕЕГ-сигналів, що базуються на психічному стресі, виявив: вибір правильного методу аналізу є складним завданням через різноманітність факторів, які безпосередньо пов'язані з експериментами. Ці фактори включають: датчик ЕЕГ, розмір вибірки, тип стресора, тривалість завдання, час доби, належну обробку ЕЕГ. Отже, істотна частина, пов'язана з кількісною оцінкою психічного стресу, полягає у виборі найбільш відповідних характеристик. Крім того, існує велика розбіжність між індивідами та їхньою реакцією на стрес. Наприклад, у конкретного суб'єкта може бути набута різка реакція на стрес залежно від його особистісних властивостей, соціальності, здоров'я, емоційного стану тощо. Методи кількісної оцінки психічного стресу з використанням ЕЕГ розрізняються за спектром аналізу. Оскільки мозок діє як мережа, для повного розуміння нейронної обробки потрібні дескриптори мережевого функціонування, тобто параметри, які відображають взаємозв'язки та взаємодію між різними регіонами мозку.

Список використаних джерел:

1. Bakker, J., Pechenizkiy, M., & Sidorova, N. (2011). What's your current stress level? Detection of stress patterns from GSR sensor data. Proceedings of the 2011 IEEE 11th International Conference on Data Mining Workshops, Vancouver, BC, Canada. 11 December 2011, 573-580, doi:10.1109/icdmw.2011.178.
2. Colligan, T.W., & Higgins, E.M. (2006). Workplace stress: Etiology and consequences. *J. Workplace Behav. Health*, 21, 89-97, doi: 10.1300/J490v21n02_07.
3. Crowley, O.V., McKinley, P.S., Burg, M.M., Schwartz, J.E., Ryff, C.D., Weinstein, M., Seaman, T.E., & Sloan, R.P. (2011). The interactive effect of change in perceived stress and trait anxiety on vagal recovery from cognitive challenge. *Int. J. Psychophysiol*, 82, 225-232, doi: 10.1016/j.ijpsycho.2011.09.002.
4. Hu, B., Peng, H., Zhao, Q., Hu, B., Majoe, D., Zheng, F., & Moore, P. (2015). Signal quality assessment model for wearable EEG sensor on prediction of mental stress. *IEEE Trans. Nanobiosci*, 14, 553-561, doi:10.1109/TNB.2015.2420576.
5. Lazarus, J. (2000). *Stress Relief & Relaxation Techniques*. McGraw Hill Professional, New York, NY, USA.



ОСОБЛИВОСТІ РЕАКЦІЇ НА РУХОМИЙ ОБ'ЄКТ У СТУДЕНТІВ З РІЗНИМ РІВНЕМ
АДАПТАЦІЇ ДО ШВИДКІСНО-СИЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Федьків М. Р.^{1,2}, Вовканич Л. С.², Кіндзер Б. М.²

¹Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

²Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського, Україна

Certain sensorimotor responses may serve as sensitive indicators of adaptation to physical loads. This study examined spatial anticipation in individuals with varying levels of adaptation to speed-strength training. Spatial anticipation was assessed using a reaction to a moving object test. No significant group differences were found in mean reaction time, variability, stability, entropy, or proportions of anticipatory and delayed responses, indicating comparable accuracy and neural balance. However, athletes demonstrated a 19% shorter mean response delay, 9% fewer retarded reactions, and a 10% lower variability coefficient ($p < 0.05$), with a trend toward an 8% shorter mean reaction time ($p < 0.10$), suggesting more precise visual extrapolation and greater adaptation to dynamic stimuli.

Сенсомоторні реакції можуть розглядатися як чутливі маркери адаптації організму до фізичних навантажень (Мирошниченко, Є., 2020). Вважають, що у спортсменів, які тренуються в ударних єдиноборствах, формуються специфічні адаптаційні реакції на зовнішні подразники (Tropin, Y., 2021). Метою нашого дослідження було з'ясувати особливості показників просторової антиципації у спортсменів із різним рівнем адаптації до швидкісно-силових навантажень.

У дослідженні взяли участь 62 чоловіків, розподілених на дві групи. До основної групи увійшли 24 спортсмени-однборці (О) з високим рівнем кваліфікації (кандидати у майстри спорту та майстри спорту), середній вік яких становив $19,75 \pm 2,17$ років, зі стажем занять понад 5 років. Контрольну групу (К) склали 38 студентів, які не займалися регулярною фізичною активністю; їхній середній вік становив $18,79 \pm 0,84$ років. Усі учасники мали нормальний або скоригований зір і нормальне сприйняття кольорів. Перед початком експерименту вони надали письмову інформовану згоду. Дослідження проводили з використанням програмно-апаратного комплексу «НС Психотест». Тестування передбачало виконання реакції на рухомий об'єкт (РРО). Учасники натискали кнопку, коли червона заливка, що рухалася за годинниковою стрілкою, досягала зеленої мітки (50 стимулів).

Статистичний аналіз даних проводили із застосуванням програм MS Excel 2010 та Origin 2018. Значущість відмінностей між групами оцінювали за допомогою t-критерію Стьюдента. Частотний розподіл осіб за балансом процесів збудження та гальмування між досліджуваними групами оцінювали за допомогою критерію χ^2 .

Аналіз результатів тесту РРО показав відсутність статистично значущих відмінностей між групами О та К за такими показниками, як середній час, стійкість реакції та ентропія. Це свідчить про подібну середню швидкість та точність реагування в обох групах. Також не зафіксовано відмінностей у кількості та відсотку точних реакцій, а також реакцій з випередженням і запізненням. Середня кількість реакцій з випередженням (10,7–11,3) перевищувала кількість реакцій із запізненням (8,8–9,1), що може бути пов'язано з переважанням процесів збудження. Баланс збудження та гальмування між групами не відрізнявся ($\chi^2 = 0,58$; $\chi^2_{\text{крит}} = 7,85$): у більшості учасників переважали процеси збудження (50% у О та 42% у К). Водночас виявлено, що середній час затримки у групі О був меншим на 19% ($p < 0,05$), що може свідчити про швидшу та стабільнішу просторову антиципацію у тренуваних осіб. Це підтверджується меншою середньою кількістю запізнень (на 9%; $p < 0,05$), меншим коефіцієнтом варіативності (на 10%, $p < 0,05$) та тенденцією до зменшення середнього часу реакції (на 7,5%; $p < 0,10$) у цій групі.

За даними тесту РРО однборці та нетреновані студенти мали подібні показники за середніми параметрами швидкості та точності реагування, а також балансу процесів збудження та гальмування. Водночас у спортсменів спостерігався коротший середній час затримки реагування, що може свідчити про точнішу просторову антиципацію як наслідок адаптації до специфічних навантажень.

Список використаних джерел:

1. Мирошниченко, Є., Тропін, Ю., & Коваленко, Ю. (2020). Модельні характеристики психофізіологічних показників кваліфікованих кікбоксерів. Слобожанський науково-спортивний вісник, 5(79), 20–26. <https://doi.org/10.15391/sns.v.2020-5.003>.
2. Tropin, Y., Romanenko, V., & Latyshev, M. (2021). Relationship between the level of manifestation of sensorimotor reactions with indicators of physical fitness in young taekwondo practitioners. Єдиноборства, 93–104. <https://doi.org/10.15391/ed.2021-2.08>



EEG ARTIFACT REMOVAL VIA ADAPTIVE WAVELET FILTERING BASED ON KRAWTCHOUK FUNCTIONS

Filimonova N.^{1,2}, Makarchuk M.², Friedmann E.¹

¹*Institute of Mathematics, University of Kassel, Kassel, Germany*

²*Educational and Scientific Center "Institute of Biology and Medicine", Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine*

EEG captures brain activity during specific functional tests and serves as an essential objective tool for assessing physiological, psychological, and pathological aspects of the human state. However, experimental EEG is often distorted by various types of artifacts generated by physiological sources, such as muscle movements, heartbeats, eye movements, and blinks, as well as non-physiological or technical artifacts. These artifacts reduce the usefulness of EEG in clinical practice by affecting the reliability of diagnoses. Effective filtering of physiological artifacts is challenging, as their frequency spectra often overlap with those of EEG signals. Many methods have been proposed to remove single or multiple artifacts from EEG. However, most of them are designed to reject artifacts in multi-channel EEG recordings. Multi-channel EEG data is highly effective in clinical diagnostics, prosthetics, and wheelchair control, among other applications. In recent years, single-channel EEG devices have gained popularity due to their ease of use and portability. Nevertheless, a current challenge is to remove both low-frequency and high-frequency artifacts from single-channel EEG recordings. We propose a novel approach for filtering various types of artifacts based on a method for determining the time-frequency characteristics of localized impulse components in continuous signals. This method combines a mathematical model of invariant pattern recognition inspired by the visual system with wavelet analysis techniques. In our approach, Krawtchouk functions are used as the mother wavelet. Unlike conventional wavelet decomposition methods that rely on fixed basis functions, our technique employs a set of Krawtchouk basis functions parameterized by time-shift and asymmetry coefficients. This approach enables a clear separation between the shape characteristics of an impulse and its temporal localization. To enhance artifact removal, we implement an adaptive thresholding system that customizes the filter to recognize and eliminate specific types of distortions, which substantially improves the accuracy of EEG signals, even under low signal-to-noise ratio (SNR) conditions. Specifically, we interpret artifacts as baseline drift and selectively remove this low-frequency distortion while preserving the higher-frequency components associated with neural activity. This enables localized artifact suppression without compromising the integrity of unaffected segments of the original EEG signal. The proposed method was evaluated using real EEG data collected from 23 healthy volunteers (10 women), aged 19-22 years, with no reported health issues, students at Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine. We have demonstrated that the developed filters are highly effective in accurately identifying and removing artifacts while preserving the integrity of the recorded signal, even under low signal-to-noise ratio (SNR) conditions. Testing the method on various types of EEG artifacts confirmed its versatility and efficiency. Only cardiac artifacts required additional fine-tuning. We present a universal approach to artifact removal in EEG signals that addresses a wide range of artifact types without relying on assumptions such as stationarity, Gaussianity, or ergodicity. The algorithm applies to both single-channel and multi-channel EEG recordings and operates independently across channels, ensuring that artifact-free segments remain unaffected. A key strength of the proposed method lies in its generality and adaptability: it does not depend on prior knowledge of the artifact's nature or fixed temporal windows. Instead, it leverages wavelet-based localization to detect and remove artifacts with high temporal precision, preserving the integrity of the underlying neural signal.

References:

1. Natalia Filimonova, Mykola Makarchuk, Elfriede Friedmann. Denoising of Single-Channel EEG Signals Using Wavelet Transform with Krawtchouk Functions. In book: Time-frequency analysis in Biomedical Engineering: Contemporary Methods and Applications. CRC Press, 2025.
2. Filimonova, N., Specovius-Neugebauer, M., & Friedmann, E. (2025). Determination of the Time-frequency Features for Impulse Components in EEG Signals. *Neuroinformatics*, 23 (2), 17. <https://doi.org/10.1007/s12021-024-09698-y>



ВПЛИВ РЕАБІЛІТАЦІЙНИХ ПРОГРАМ НА НЕЙРОДИНАМІЧНІ ФУНКЦІЇ ОСІБ ІЗ ПОСТТРАВМАТИЧНИМ СТРЕСОВИМ РОЗЛАДОМ

Хоменко С.М.

Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького, Черкаси, Україна

Посттравматичний стресовий розлад (ПТСР) є складним психічним станом, що виникає після переживання травматичних подій, які загрожували життю або фізичній безпеці людини та супроводжується порушеннями роботи центральної нервової системи. Нейродинамічні функції, такі як швидкість нервових процесів, сила та врівноваженість, є ключовими показниками роботи нервової системи, які впливають на когнітивні здібності, емоційну складову та поведінку. З огляду на це, розробка ефективних реабілітаційних підходів, спрямованих на відновлення як психологічного, так і нейрофізіологічного стану, є важливим завданням.

Метою дослідження було оцінити вплив двотижневого курсу реабілітації на нейродинамічні характеристики чоловіків із діагнозом ПТСР.

У дослідженні взяли участь 28 чоловіків віком від 28 до 45 років із діагнозом ПТСР, встановленим відповідно до критеріїв DSM-5. Учасники пройшли двотижневий реабілітаційний курс, який поєднував психотерапевтичні методи з фізіотерапевтичними. Оцінка нейродинамічних функцій проводилася до та після реабілітації за допомогою комп'ютеризованої системи «Діагност 1М». Аналізувалися функціональна рухливість (ФРНП), сила (СНП) та врівноваженість (ВНП) нервових процесів. Через асиметрію розподілу даних для аналізу використано критерій Уїлкоксона.

ФРНП оцінювалася за часом (у секундах), необхідним для обробки 120 геометричних фігур (трикутник, коло, квадрат) у режимі зворотного зв'язку. Зменшення часу виконання завдання вказувало на покращення швидкості нервових процесів. До реабілітації медіана часу становила 68 [72; 65]с. Після курсу реабілітації медіана статистично достовірно зменшилася до 60 [64; 57]с.

СНП визначалася кількістю правильно оброблених геометричних символів за 5 хв безперервної роботи в режимі зворотного зв'язку. Зростання цього показника мало б свідчити про підвищення показника СНП процесів. До реабілітації медіана становила 635 [650; 620] символів, після — зросла до 655 [670; 640] символів. Проте ці зміни не були статистично значущими.

ВНП оцінювалася кількістю точних влучань рухомого об'єкта в задану мітку на екрані. Збільшення цього показника могло вказувати на покращення стабільності нервових процесів. До реабілітації медіана становила 2 [3; 1] влучання, після — 3 [4; 2]. Однак ці зміни також не досягли рівня статистичної значущості.

Таким чином, результати дослідження вказують на суттєве покращення ФРНП у чоловіків із ПТСР після проходження двотижневого реабілітаційного курсу. Ці зміни можуть бути пов'язані з впливом психотерапевтичних методів, зокрема когнітивно-поведінкової терапії, яка сприяє зниженню рівня тривожності та покращенню концентрації уваги. Фізіотерапевтичні заходи, такі як релаксаційні техніки та лікувальна фізкультура, ймовірно, також відіграли роль у зниженні напруги нервової системи, що позитивно вплинуло на швидкість обробки інформації.

Щодо СНП, результати вказують на потенційне зростання витривалості нервової системи під час виконання тривалих когнітивних завдань. Відсутність статистично значущих результатів може бути зумовлена обмеженою тривалістю реабілітаційного курсу або недостатньою інтенсивністю впливу на цей параметр.

Аналіз показників ВНП вказує, що даний показник являється стійкішою характеристикою, яка важче піддається короткостроковим змінам. Можливо, для покращення цього показника потрібні спеціалізовані методи, спрямовані на розвиток координації між збудженням і гальмуванням нервових процесів, або триваліший період реабілітації.

Отримані дані підкреслюють важливість комплексного підходу до реабілітації осіб із ПТСР та потребу враховувати як психологічні, так і нейрофізіологічні аспекти.

Висновки:

1. Двотижневий курс реабілітації сприяв статистично значущому покращенню функціональної рухливості нервових процесів у чоловіків із ПТСР.
2. Комп'ютерна система «Діагност 1М» є ефективним інструментом для оцінки нейродинамічних характеристик у осіб із ПТСР.
3. Для глибшого розуміння впливу реабілітаційних програм на нейродинамічні функції рекомендуються подальші дослідження з розширеною вибіркою та аналізом довгострокових ефектів.



**ВПЛИВ ХРОНІЧНОГО СТРЕСУ, ВИКЛИКАНОГО ВІЙНОЮ, НА АРХІТЕКТУРУ СНУ ТА
ФЕНОМЕН ГІПЕРРЕАЛІСТИЧНИХ СНОВИДІНЬ**

Чернолевський Б.О., Ковальов Д.С., Севериновська О.В.

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, Україна

Chronic stress, particularly induced by warfare, profoundly disrupts sleep architecture and dream phenomenology. Neurobiologically, this is driven by an imbalance in large-scale brain networks: hyperactivation of the Salience and Default Mode Networks coupled with suppression of the Central Executive Network. This results in hyperrealistic, emotionally intense dreams, often dominated by negative emotions like fear and anxiety. An empirical study (n=15) confirmed these findings, demonstrating significantly shortened REM latency, disrupted sleep cycle organization, and a strong correlation between dream realism and anxiety levels. The data suggest that dreams in such conditions lose their adaptive function and instead become a source of retraumatization, marked by sensory vividness and negative emotional charge.

Хронічний стрес, зокрема викликаний життям в умовах воєнних дій, глибоко впливає на нейрофізіологічні аспекти сну та якісний зміст сновидінь. Замість виконання адаптивної функції переробки емоційного досвіду, сни часто стають джерелом ретравматизації, що характеризується винятковою яскравістю, емоційною насиченістю та гіперреалістичністю. З нейрофізіологічної точки зору в основі цього феномену лежить дисбаланс у роботі основних нейронних мереж мозку. Хронічний стрес призводить до гіперактивації мережі значущості (Salience Network, SN) та мережі пасивного режиму роботи мозку (Default Mode Network, DMN) на фоні пригнічення центральної виконавчої мережі (Central Executive Network, CEN). Цей дисбаланс клінічно проявляється у вигляді тріади симптомів: гіперреалістичні кошмари, стійкі когнітивні порушення та посилена пильність до можливих загроз. Емпіричне дослідження, проведене на вибірці з 15 осіб (n=15), що знаходяться в умовах хронічного стресу, спричиненого бойовими діями, підтвердило ці теоретичні положення. Об'єктивний моніторинг архітектури сну за допомогою пристрою MiBand 9 виявив виражену дезорганізацію сну: укорочена латентність REM-сну (<60 хв) спостерігалася в 83% ночей, а стандартна архітектура циклічності (N1-N2-N3-REM) зберігалася менш ніж у 40% випадків. Результати аналізу виявили статистично значущі кореляції між психометричними показниками тривоги та депресії і параметрами архітектури сну. Зокрема, за шкалою DASS-21 (тривога) спостерігалася виражене негативне співвідношення із відсотком збереженої архітектури сну ($r = -0.61$; $p = 0.001$). Водночас рівень тривоги позитивно корелював із частотою патологічного патерна «N1-N2-REM» ($r = +0.45$; $p = 0.017$), при якому REM-фаза настає з порушенням фізіологічної послідовності стадій, минаючи глибокий сон (N3). За результатами HADS (депресія) встановлено подібну тенденцію: рівень депресивної симптоматики негативно корелював із відсотком збереженої архітектури сну ($r = -0.42$; $p = 0.027$) та позитивно — із частотою патологічного патерна «N1-N2-REM» ($r = +0.53$; $p = 0.004$). Таким чином, як тривога, так і депресія асоціювалися зі зниженням структурної цілісності сну та підвищенням імовірності формування аномальної послідовності фаз, що відображає порушення регуляції глибоких стадій сну. Якісний аналіз 196 епізодів із щоденників сновидінь респондентів виявив переважання негативних емоцій (58%), таких як страх (18%) та тривога (24%), що відображає вплив постійної загрози. При цьому безпосередньо наративи, пов'язані з бойовими діями, містили лише 10.7% снів, що вказує на опосередкований вплив стресу на зміст сновидінь через загальну емоційну напругу. Суб'єктивна оцінка реалістичності сновидінь за 10-бальною шкалою виявила загалом високий середній показник (6.85 бала), що свідчить про схильність учасників до переживання снів із виразними, емоційно насиченими та достовірними образами. Статистичний аналіз показав значущу позитивну кореляцію між рівнем тривоги за шкалою HADS та суб'єктивною реалістичністю сновидінь ($r = 0.786$; $p = 0.036$), що може свідчити про підвищену емоційну активність або гіперзбудження у фазі REM-сну при високому рівні тривожності. Крім того, виявлено тенденцію до позитивного зв'язку між реалістичністю снів і рівнем тривоги ($r = 0.673$; $p = 0.097$) та стресу ($r = 0.725$; $p = 0.065$) за шкалою DASS-21, однак ці кореляції не досягли рівня статистичної значущості. Отримані дані свідчать, що інтенсивність і реалістичність сновидінь переважно зростають на тлі підвищеної тривожності, тоді як вплив загального стресового навантаження проявляється слабше. Таким чином, отримані дані свідчать про глибокий вплив хронічного стресу на архітектуру сну та зміст сновидінь, що проявляється у скороченні REM-латентності, домінуванні негативних емоцій та підвищеній реалістичності сновидінь, що перебувають у тісному зв'язку з рівнем тривоги.



**КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ СЕНСОМОТОРНИХ РЕАКЦІЙ
КВАЛІФІКОВАНИХ СПОРТСМЕНІВ У ВОЛЕЙБОЛІ**

Шльонська О.Л., Борисова О.В., Федорчук С.В.

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

The aim of the study was to develop evaluation criteria for sensorimotor reactions of different degrees of complexity of qualified athletes in volleyball on the basis of the use of the diagnostic complex 'BOS-test professional'. According to the results of the study, the peculiarities of sensorimotor response were revealed, and evaluation criteria for sensorimotor reactions of varying degrees of complexity of qualified volleyball players were developed, which can be used to carry out scientifically based selection in the system of training the nearest reserve in volleyball.

Стан психофізіологічних функцій спортсменів впливає на успішність змагальної діяльності як окремих гравців, так і всієї команди в цілому. У той же час, «застосування психофізіологічної діагностики дозволяє скоротити час на спортивну підготовку, підвищити її ефективність, підняти рівень і стабільність спортивних результатів» (Міщук та ін., 2023). Дослідження проводили на базі Науково-дослідного центру НУФВСУ. В ньому як обстежувані брали участь 18 спортсменок (кандидати в майстри спорту, майстри спорту) молодіжної збірної команди України з волейболу U–18 віком від 17 до 21 років, стаж заняття даним видом спорту від 6 до 14 років; а також 12 кваліфікованих волейболістів (I дорослий розряд, кандидати в майстри спорту, майстри спорту), які брали участь у чемпіонаті України з волейболу серед чоловічих команд суперліги (ВК «МХП-Ладизин» ШВМСМ «Колос»), віком від 21 до 28 років, стаж заняття даним видом спорту від 7 до 20 років. Для визначення особливостей сенсомоторного реагування спортсменів використовували діагностичний комплекс «БОС–тест професійний». Відповідно до мети роботи у спортсменів досліджували латентні періоди (ЛП) та стабільність (СР) простої зорово-моторної реакції (ПЗМР), простої зорово-моторної реакції на початок руху стрілки (ПЗМР-РС), складної зорово-моторної реакції (СЗМР), складної зорово-моторної реакції на світлову комбінацію стимулів (СЗМР-СК). Виявлені особливості сенсомоторних реакцій та розроблені оціночні критерії кваліфікованих волейболістів можуть бути корисними для прогнозування і оптимізації спортивного вдосконалення в даному виді спорту (табл.).

Таблиця – Оціночні критерії показників сенсомоторних реакцій різного ступеня складності кваліфікованих спортсменів у волейболі

| Показники | Високий рівень, чоловіки/жінки | Середній рівень чоловіки/жінки | Низький рівень, чоловіки/жінки |
|---|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Латентний період простої зорово-моторної реакції, мс | < 261,08 < 257,01 | 261,08 – 296,01 257,01 – 292,20 | > 296,01 > 292,20 |
| Стабільність простої зорово-моторної реакції, мс | < 33,27 < 30,59 | 33,27 – 59,39 30,59 – 53,65 | > 59,39 > 53,65 |
| Латентний період простої зорово-моторної реакції на початок руху стрілки, мс | < 301,22 < 298,15 | 301,22 – 323,90 298,15 – 327,94 | > 323,90 > 327,94 |
| Стабільність простої зорово-моторної реакції на початок руху стрілки, мс | < 26,70 < 27,09 | 26,70 – 35,24 27,09 – 43,92 | > 35,24 > 43,92 |
| Латентний період складної зорово-моторної реакції, мс | < 447,23 < 442,58 | 447,23 – 529,36 442,58 – 519,58 | > 529,36 > 519,58 |
| Стабільність складної зорово-моторної реакції, мс | < 67,25 < 72,79 | 67,25 – 120,07 72,79 – 124,58 | > 120,07 > 124,58 |
| Латентний період складної зорово-моторної реакції на світлову комбінацію стимулів, мс | < 574,65 < 512,90 | 574,65 – 746,85 512,90 – 667,40 | > 746,85 > 667,40 |
| Стабільність складної зорово-моторної реакції на світлову комбінацію стимулів, мс | < 97,30 < 71,80 | 97,30 – 181,05 71,80 – 133,30 | > 181,05 > 133,30 |

Список використаних джерел:

1. Міщук, Д. М., Суй, Л., Коробейнікова, Л. Г., & Міщенко, В. С. (2023). Нейродинамічні характеристики кваліфікованих баскетболістів. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 15. Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт), 9(169), 101–105. [https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2023.9\(169\).21](https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2023.9(169).21)



**ОСОБЛИВОСТІ ФОНОВОЇ ЕЕГ У ВИСОКО- ТА НИЗЬКО-ТРИВОЖНИХ ЛЮДЕЙ З
ДЕПРИВАЦІЄЮ СЛУХОВОЇ ФУНКЦІЇ**

Юхименко Л.І.

*Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
Черкаси, Україна*

Resume. Types of background spatial organisation of EEG biopotentials of people with auditory function deprivation that differed from RT were established, indicating the existence of distinct patterns of activation of brain processes and the participation of tonic influences of nonspecific brain systems. Different degrees of sensory reactivity and types of cognitive-behavioural strategies were identified depending on RT, which was reflected in the background EEG characteristics.

З'ясували особливості організації фонові електроенцефалограми (ЕЕГ) в осіб з депривацією слухової функції та високим і низьким рівнями тривожності. З цією метою у 24 юнаків 17-20 років з депривацією слухової функції досліджували рівень тривожності (РТ), а також в умовах спокою визначали характеристики ЕЕГ. РТ вивчали за допомогою анкетування по методиці Бека (Beck, А.Т., 1990). ЕЕГ реєстрували у 19 відведеннях комп'ютерним енцефалографом «НейроКом» ХАІ Medica у спеціальній звуко- та світло непроникній камері. Електроди розміщували за міжнародною системою 10-20, референтним був об'єднаний вушний електрод. Всі обстежувані були правшами, в стані спокою мали α -ритм з різним ступенем виразності. Оцінку потужності біострумів мозку у α -, β - та θ -діапазонах ЕЕГ головного мозку (ГМ) проводили за програмним забезпеченням «Нейрокому» в усіх відведеннях. Результати обробляли методами статистики за пакетом програм Excel-2019.

Аналіз отриманих результатів показав, що в групах обстежуваних з різним РТ потужність хвиль основних діапазонів ЕЕГ у стані спокою із заплученими очима перебувала в межах норми та здебільшого не мала міжгрупових відмінностей. Відкриття очей, як у високо-, так і низько-тривожних супроводжувалося зниженням потужності α - хвиль та підвищенням потужності хвиль у β - і θ -діапазонах ($p < 0,05$). Водночас, у низько-тривожних обстежуваних такі зміни ЕЕГ- активності відбувалися переважно у задніх відділах кори ГМ, тоді як у високо-тривожних спостерігалися і в інших зонах. Топографія зменшення потужності α - хвиль обстежуваних різних груп також відрізнялась (Rohenkohl, G., 2011). Відомо, що тривожні стани сприяють утворенню осередків аномальної активності у гіпокампі, лобних ділянках кори ГМ, мигдалині, які причетні до психічно-емоційної сфери людини (Robinson, B.L., 2011; Meyer, T., 2015). З іншого боку, депривація слухової функції спричинює різноманітні негативні зміни в діяльності ГМ (Шидловська, Т.А., 2015). Встановлені нами типи фонові просторової організації біопотенціалів ЕЕГ людей з депривацією слухової функції та різним РТ вказують на існування в них відмінних патернів активації мозкових процесів і участі тонізуючих впливів неспецифічних систем мозку. Виявлено різні ступені сенсорної реактивності та відмінні когнітивно-поведінкові стратегії у відповідності до РТ, що знайшло своє відображення у фонових характеристиках ЕЕГ.

Список використаних джерел:

1. Beck, A.T., & Steer, R.A. (1990). Beck Anxiety Inventory manual. San Antonio, TX.: The Psychological Corporation.
2. Rohenkohl, G., Nobre, A.C. (2011). Alpha Oscillations Related to Anticipatory Attention Follow Temporal Expectations. *J Neurosci.* 1(40), 14076.
3. Robinson, B.L., Shergill, S.S. (2011). Imaging in posttraumatic stress disorder. *Curr Opin Psychiatry.* 24(1), 29-33.
4. Meyer, T., Smeets, T., Giesbrecht, T., Quaedflieg, C.W., Smulders, F.T., Meijer, E.H., Merckelbach, H.L. (2015). The role of frontal EEG asymmetry in post-traumatic stress disorder. *Biol Psychol.* (108), 62-77. doi: 10.1016/j.biopsycho.2015.03.018
5. Шидловська, Т.А., Шидловська, Т.В., Козак, М.С., Овсяник, К.В., Сербін, Г.С., Гвоздецький, В.А. (2015). Якісні та кількісні показники реоенцефалографії у працівників вугільної промисловості з сенсорно-нервовою глухотою. *Навколишнє середовище і здоров'я.* (4), 51-55.



ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ СЕРЦЕВОГО РИТМУ У ВІДПОВІДЬ НА ХРОНІЧНИЙ СТРЕС

Яловенко О., Подпалова О.

Навчально-науковий центр "Інститут біології та медицини" Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Heart rate variability (HRV) reflects the autonomic regulation of the heart and serves as an indicator of stress adaptation. This study analyzed HRV parameters (RMSSD and pNN50) in young adults aged 18–23 years. In 60% of participants, values were within normal limits, indicating balanced autonomic function. About 30% showed reduced pNN50 and RMSSD, suggesting sympathetic dominance and stress-related tension. A small portion (10%) demonstrated unusually high values, likely due to individual traits or measurement artifacts. Overall, HRV analysis revealed varying adaptive responses to chronic stress among young individuals.

Варіабельність серцевого ритму (HRV) - це інструмент, який використовується лікарями, вченими та звичайними людьми, щоб зрозуміти, як наше тіло справляється зі стресом. HRV розглядає невеликі зміни часу між серцебиттями. Ці варіації часових інтервалів називаються інтервалами R-R і вимірюються в мілісекундах (Shaffer & Ginsberg, 2017).

HRV залежить від численних факторів: діяльності вегетативної нервової системи, дихання, фізичної активності, рівня стресу, віку та загального стану здоров'я (Shaffer, Meehan, & Zerr, 2020). Як правило, високий рівень варіабельності серцевого ритму вказує на гарний тонус серцево-судинної системи та чутливість вегетативної нервової системи.

Для дослідження HRV було використано два показника - RMSSD та pNN50. Важливою особливістю RMSSD є те, що він характеризує короточасні швидкі зміни частоти серцевих скорочень, які можуть відбуватися лише під впливом парасимпатичної нервової системи (Catai et al., 2020). Це робить RMSSD основним параметром, який використовується для оцінки роботи парасимпатичної системи людини та є мірою блукаючого контролю серця (Nayak et al., 2023). Оцінка парасимпатичної регуляції має вирішальне значення, оскільки лише блукаючий нерв забезпечує пресорний ефект для серця. Активність п. vagus знижує частоту серцевих скорочень, збільшує приплив крові до серця і стабілізує міокард, щоб запобігти фібриляції шлуночків. У будь-якому стані, що супроводжується гіпоксією (епілепсія, дихальна недостатність, пневмонія), захисна функція блукаючого нерва стає ще більш критичною, оскільки вона дозволяє серцю забезпечити достатнє кровопостачання, а як наслідок - насичення киснем (Besson et al., 2025).

У групі молодих осіб віком 18–23 років було проаналізовано показники варіабельності серцевого ритму за часовими параметрами RMSSD та pNN50. У більшості обстежуваних (60%) значення RMSSD (30–50 мс) та pNN50 (10–30%) знаходилися в межах вікової норми, що свідчить про збережений баланс симпатичної та парасимпатичної регуляції та адекватну адаптаційну здатність організму. У частини обстежуваних (30%) виявлено знижені значення pNN50 (0%) при низькому або граничному RMSSD (<30 мс), що вказує на переважання симпатичної нервової системи та пригнічення вагусного тону. Це може розцінюватися як прояв психоемоційного напруження та стресу, характерного для умов воєнного середовища. У незначній кількості осіб (10%) зареєстровано надвисокі значення RMSSD (>70 мс) та pNN50 (>50%), що може бути зумовлено індивідуальними особливостями, високим рівнем фізичної тренуваності або технічними похибками реєстрації.

Таким чином, проведений аналіз підтверджує, що стан варіабельності серцевого ритму у частини молодих людей відображає ознаки стресового напруження, тоді як більшість демонструє задовільний рівень вегетативної регуляції. Це свідчить про неоднорідність адаптаційних механізмів у відповідь на вплив воєнного стресу.

Список використаних джерел:

1. Shaffer, F., & Ginsberg, J. P. (2017). An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Frontiers in public health*, 5, 258. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>
2. Shaffer, F., Meehan, Z. M., & Zerr, C. L. (2020). A Critical Review of Ultra-Short-Term Heart Rate Variability Norms Research. *Frontiers in neuroscience*, 14, 594880. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.594880>.
3. Catai, A. M., Pastre, C. M., Godoy, M. F., Silva, E. D., Takahashi, A. C. M., & Vanderlei, L. C. M. (2020). Heart rate variability: are you using it properly? Standardisation checklist of procedures. *Brazilian journal of physical therapy*, 24(2), 91–102. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.02.006>.
4. Besson, C., Baggish, A. L., Monteventi, P., Schmitt, L., Stucky, F., & Gremeaux, V. (2025). Assessing the clinical reliability of short-term heart rate variability: insights from controlled dual-environment and dual-position measurements. *Scientific reports*, 15(1), 5611. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-89892-3>



ЗМІНА ФЛУКТУАЦІЙНИХ КОЛИВАНЬ СИЛИ СКОРОЧЕННЯ *MUSCULUS GASTROCNEMIUS* ЩУРІВ ЗА ВПЛИВУ C₆₀-ФУЛЕРЕНІВ НА ТЛІ ХРОНІЧНОЇ ІНТОКСИКАЦІЇ ГЛІФОСАТОМ

Абрамчук О.М., Бардадим І.І.

Навчально-науковий центр "Інститут біології та медицини" Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Glyphosate-based herbicides remain the most widely used pesticides worldwide, with chronic exposure associated with oxidative stress and muscle dysfunction. This study assessed the protective effects of water-soluble C₆₀ fullerenes in rats with glyphosate-induced skeletal muscle dysfunction. Daily oral administration of fullerenes (1 mg/kg) during 15–30–45 days of intoxication significantly improved contractile performance of musculus gastrocnemius by 35–70% compared with controls. These findings indicate that C₆₀ fullerenes are a promising therapeutic approach for mitigating glyphosate-induced muscular pathology.

41

Аналіз даних щодо можливих патологічних станів або порушень фізіологічних функцій органів і тканин живих організмів за широкого використання пестицидів у сільському господарстві мають важливе значення для сучасної біомедицини. Застосування аграріями пестицидів на основі гліфосату зросло майже у 20 разів відтоді, як у 1996 році було дозволено використання генетично модифікованих культур, стійких до гліфосату. Наразі вони становлять понад 60% світових запасів. Таким чином, гліфосат залишається найбільш широко застосовуваним пестицидом упродовж останніх десятиліть. Гліфосат використовують навіть за кілька днів до збору врожаю, внаслідок чого фіксується його високий вміст у зібраних продовольчих культурах. Оскільки гліфосат має помірну стійкість і рухливість, його вміст також зростає у поверхневих та підземних водах, що збільшує потенційні шляхи отруєння тварин і людей. Більшість препаратів на основі гліфосату, особливо для домашніх господарств, містять відносно низькі його концентрації і тому ризик гострої інтоксикації є мінімальним. Однак хронічне потрапляння гліфосату в організм викликає негативні (патологічні) наслідки, які потребують системного аналізу. Механізми токсичності препаратів на основі гліфосату доволі складні. Вважають, що одним з головних чинників виникнення патологічних станів за його хронічного застосування є окисний стрес (Ruuskanen et al., 2020). Лікування отруєнь гліфосатом відбувається симптоматично і є довготривалим. І, нарешті, результати досліджень також свідчать про те, що гліфосат викликає патологічні зміни у структурі та функціонуванні м'язової тканини. Біосумісні, нетоксичні та водорозчинні C₆₀-фулерени (Thakur et al., 2014) здатні ефективно захоплювати та інактивувати вільні радикали у системах *in vitro* та *in vivo*. У попередніх роботах (Nozdrenko, Korchinska, & Soroca, 2015) показано, що застосування C₆₀-фулеренів за ініціації м'язових патологій різного генезу веде до значних позитивних терапевтичних ефектів. З огляду на те, що отруєння сполуками гліфосату викликає летальність до 20% і наразі відсутній ефективний антидот до нього, метою цієї роботи було оцінити терапевтичну дію C₆₀-фулеренів, як потужних антиоксидантів, на розвиток патологічних станів у скелетному м'язі щурів, спричинених хронічною інтоксикацією гліфосатом. Проаналізовано зміну рівня флукутаційних коливань на фазі утримання максимальної сили у 10 послідовних безрелаксаційних скороченнях *musculus gastrocnemius* щурів за хронічної інтоксикації гліфосатом упродовж 15, 30 і 45 діб. Як терапевтичний засіб, використано щоденне пероральне введення C₆₀-фулеренів у дозі 1 мг/кг ваги тварини упродовж тривалості експерименту. Використання C₆₀-фулеренів, як потужних антиоксидантів, виявило значне зменшення вищевказаного біомеханічного маркера дисфункції м'яза: позитивний ефект склав від 35 ± 2% до 70 ± 4% порівняно з контролем. Одержані результати вказують на перспективність використання водорозчинних C₆₀-фулеренів для відновлення скоротливої активності *musculus gastrocnemius* на тлі хронічної інтоксикації гліфосатом.

Список використаних джерел:

1. S. Ruuskanen, M. J. Rainio, C. Gómez-Gallego, O. Selenius, S. Salminen, M. Carmen Collado, K. Saikkonen, I. Saloniemi, and M. Helander, *Environmental Pollution*, **266**, Pt. 1: 115108 (2020); <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115108>
3. D. S. Thakur, R. Khot, P. P. Joshi, M. Pandharipande, and K. Nagpure, *Toxicology International*, **21**, No. 3: 328 (2014); <https://doi.org/10.4103/0971-6580.155389>
3. D. M. Nozdrenko, L. V. Korchinska, and V. M. Soroca, *The Ukrainian Biochemical Journal*, **87**, No. 4: 63 (2015) (Article in Ukrainian).



**МЕХАНОКІНЕТИКА MUSCLE SOLEUS ЩУРІВ ПРИ ХРОНІЧНІЙ ІНТОКСИКАЦІЇ
ГЛІФОСАТОМ ПІСЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРАПІЇ C₆₀ ФУЛЕРЕНОМ.**

Абрамчук О.М., Бардадим І.І.

Навчально-науковий центр "Інститут біології та медицини" Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Glyphosate is the most widely produced herbicide globally. Chronic exposure has raised concerns about its direct and indirect health effects, including muscle pathologies. This study investigated the therapeutic impact of orally administered water-soluble C₆₀ fullerenes (0.5–1 mg/kg) on glyphosate-induced soleus muscle dysfunction in rats. Fullerene treatment reduced muscle damage severity by 40–65% and significantly improved biochemical and biomechanical markers, indicating strong antioxidant and protective effects.

Гліфосат (N-(phosphonomethyl)glycine) — неселективний гербіцид найбільш виробляємий у світі і найінтенсивніше застосовуваний в історії агрохімії; стійкі до нього ГМ-культури значно підвищують ефективність контролю бур'янів. Дія гліфосату на рослину обумовлена тим, що він інгібує компоненти ферментної системи шикіматного шляху біосинтезу бензоїдних ароматичних сполук (Benbrook, 2016). Тварини не мають ферментної системи шикіматного шляху, і тому даний гербіцид прийнято вважати відносно нешкідливим. Напівлетальна доза (LD₅₀) становить понад 5000 мг/кг ваги при внутрішньому одноразовому введенні для щурів (Van Bruggen et al., 2018). Однак, в останні роки в усьому світі зростає стурбованість з приводу можливих широкомасштабних прямих і непрямих наслідків для здоров'я великомасштабного використання гліфосату. У 2015 році Всесвітня організація охорони здоров'я рекласифікувала гліфосат як ймовірно канцерогенний для людини (Portier, 2020). Передбачається, що біосумісні та біодоступні вуглецеві наночастинки C₆₀ фулереми (Zay et al., 2016) можна розглядати як потужні поглиначі вільних радикалів при розвитку патологічних процесів у скелетних м'язах (Nozdrenko et al., 2015). Також, в наших попередніх роботах показано, що введення фулерену при ініціюванні міотичних патологій призводить до значних терапевтичних ефектів (Vereshchaka et al., 2018). Виходячи з вищезазначених даних, метою даної роботи було дослідити ефект терапевтичної дії C₆₀ фулерену, як антиоксиданту, на розвиток міотичних патологій у скелетних м'язах щурів, викликаних хронічною інтоксикацією гліфосату. В роботі проаналізовано біомеханічні зміни в динаміці скорочення muscle soleus щурів при хронічній інтоксикації гліфосатом протягом 30 діб. В якості терапевтичних агентів були застосовані пероральні введення C₆₀ фулерену в концентрації 0,5 і 1 мг/кг ваги тварини протягом усього періоду інтоксикації пестицидом. Проаналізовано зміни рівнів creatinine, СРК, LA and LDH, а також рівні про- та антиоксидантного балансу: TBARS, H₂O₂, GSH and CAT. За отриманими даними можна зробити висновок, що введення C₆₀ фулеренів у концентрації 0,5 мг/кг знижує рівень тяжкості ушкодження на 40-45%. Збільшення концентрації фулерену до 0,5 мг/кг призводить до збільшення терапевтичного ефекту в середньому до 55-65% і призводить до істотного збільшення всіх досліджених біомеханічних і біохімічних показників.

Список використаних джерел:

1. Benbrook C. M. (2016). Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. *Environmental sciences Europe*, 28(1), 3.
2. Van Bruggen, A. H. C., He, M. M., Shin, K., Mai, V., Jeong, K. C., Finckh, M. R., & Morris, J. G., Jr (2018). Environmental and health effects of the herbicide glyphosate. *The Science of the total environment*, 616-617, 255–268.
3. Portier C. J. (2020). A comprehensive analysis of the animal carcinogenicity data for glyphosate from chronic exposure rodent carcinogenicity studies. *Environmental health*, 19(1), 18.
4. Zay, S. Y., Zavodovskiy, D. A., Bogutska, K. I., Nozdrenko, D. N., & Prylutskiy, Y. I. (2016). PROSPECTS OF C₆₀ FULLERENE APPLICATION AS A MEAN OF PREVENTION AND CORRECTION OF ISCHEMIC-REPERFUSION INJURY IN THE SKELETAL MUSCLE TISSUE. *Fiziolohichniy zhurnal* (Kiev, Ukraine : 1994), 62(3), 66–77.
5. Nozdrenko, D. M., Bogutska, K. I., Prylutskiy, Y. I., Korolovych, V. F., Evstigneev, M. P., Ritter, U., & Scharff, P. (2015). Impact of C 60 fullerene on the dynamics of force-speed changes in soleus muscle of rat at ischemia-reperfusion injury. *Fiziolohichniy zhurnal* (Kiev, Ukraine : 1994), 61(2), 48–59.
6. Vereshchaka, I. V., Bulgakova, N. V., Maznychenko, A. V., Gonchar, O. O., Prylutskiy, Y. I., Ritter, U., Moska, W., Tomiak, T., Nozdrenko, D. M., Mishchenko, I. V., & Kostyukov, A. I. (2018). C₆₀ Fullerenes Diminish Muscle Fatigue in Rats Comparable to N-acetylcysteine or β-Alanine. *Frontiers in physiology*, 9, 517.



МЕХАНОКІНЕТИКА СКОРОЧЕННЯ СКЕЛЕТНИХ М'ЯЗІВ ЩУРІВ НА ТЛІ
АТРОФІЧНОГО ПЕРЕРОДЖЕННЯ ВНАСЛІДОК ІШЕМІЗАЦІЇ ТА ДІЇ ВОДОРозчинНИХ
C₆₀ ФУЛЕРЕНІВ

Ангелов М.С.^{1*}, Ноздренко Д.М.², Пампуха І.В.², Богуцька К.І.², Прилуцький Ю.І.¹

¹Навчально-науковий центр "Інститут біології та медицини" Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

²Військовий інститут Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

The aim of this work is to study the mechanokinetics of skeletal muscle contraction in rats under conditions of atrophic degeneration due to ischemia and the action of water-soluble C₆₀ fullerenes (C₆₀FAS). After 15, 30, and 45 days of modeled muscle atrophy, we observed increased mechanokinetic parameters of soleus muscle contraction. (maximum contraction force and muscle force impulse) by approximately 18–30±2% and significant (up to 80±4%) reduce in the time to reach maximum contraction force values under the therapeutic action of C₆₀FAS (a daily oral dose of 1 mg/kg throughout the experiment) compared to the control. The results obtained indicate the promise of using C₆₀FAS as potential biosafe nanoagent capable of effectively accelerating the restoration of skeletal muscle contractile activity after atrophy.

43

Серед різних патологій, що розвиваються у м'язах при травмі, ішемічне пошкодження займає одне з чільних місць (Erkut et al., 2007). Проте набагато складніше досліджувати та аналізувати комбіновані патології, наприклад, атрофічне переродження м'язів внаслідок ішемізації після механічної травми, а також проводити пошук ефективних терапевтичних засобів для прискорення їх відновлення. Атрофія скелетних м'язів характеризується зменшенням маси та площі поперечного перерізу м'яза, внаслідок чого відбувається підвищення його втомлюваності, зменшення сили скорочення і, відповідно, зниження здатності до фізичних навантажень. Недостатність експериментальних даних ускладнює розуміння патофізіологічних процесів, що лежать в основі функціонування скелетних м'язів за таких змін (Murdock & Murdoch, 2012; (Turóczy et al., 2014). Відтак, вивчення динаміки скорочення скелетних м'язів на тлі атрофічного переродження внаслідок ішемізації сприятимуть поглибленому аналізу поєднаного перебігу цих процесів. У роботі досліджено механокінетичні параметри скорочення *musculus soleus* щурів, зокрема максимальна сила скорочення м'яза, імпульс сили м'яза, час досягнення максимальної силової відповіді м'яза на тлі атрофії, викликаній ішемізацією після механічної травми. Фіксація даних відбувалася на 15, 30 і 45 добу після ініціації атрофії. Як терапевтичний агент, використано пероральне введення водного розчину C₆₀ фулеренів (C₆₀ВРФ) у щоденній дозі 1 мг/кг упродовж експерименту. Встановлено, що після моделювання м'язової атрофії мало місце зростання механокінетичних параметрів скорочення *musculus soleus* (максимальна сила скорочення та імпульс сили м'яза) приблизно на 18–30±2% за терапевтичної дії C₆₀ВРФ порівняно з контролем. Використання C₆₀ВРФ суттєво (до 80±4%) зменшувало час досягнення силою скорочення максимальних значень порівняно з контролем, що добре корелює з даними для м'язової атрофії, викликаній перерізанням ахіллесового сухожилля (ахіллотомія) (Nozdrenko, Bogutska, Pampuha, Petrovsky, & Prylutskyu, 2024) або скорочено — (Nozdrenko et al., 2024). Нарешті, детально проаналізовано перехід силової відповіді активного м'яза зі стану зубчастого тетанусу в гладкий, як маркера оцінки м'язової дисфункції.

Таким чином, одержані вперше результати вказують на перспективність використання водорозчинних C₆₀ фулеренів як потенційних терапевтичних біобезпечних наноагентів, здатних ефективно прискорювати відновлення скоротливої активності скелетних м'язів після атрофії.

Дослідження виконано за фінансової підтримки МОН України (тема №24БП018-02, 2024-2026).

Список використаних джерел:

1. Erkut, B., Özyazıcıoğlu, A., Karapolat, B. S., Koçoğulları, C. U., Keles, S., Ateş, A., Gundogdu, C., & Kocak, H. (2007). Effects of Ascorbic Acid, Alpha-Tocopherol and Allopurinol on Ischemia-Reperfusion Injury in Rabbit Skeletal Muscle: An Experimental Study. *Drug Target Insights*, 2, DTLS303. <https://doi.org/10.4137/dti.s303>
2. Murdock, M., & Murdoch, M. M. (2012). Compartment Syndrome: A Review of the Literature. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*, 29(2), 301–310. <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2012.02.001>
3. Turóczy, Z., Arányi, P., Lukáts, Á., Garbaisz, D., Lotz, G., Harsányi, L., & Szijártó, A. (2014). Muscle Fiber Viability, a Novel Method for the Fast Detection of Ischemic Muscle Injury in Rats. *PLoS One*, 9(1), e84783. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0084783>
4. Nozdrenko, D., Bogutska, K., Pampuha, I., Petrovsky, M., & Prylutskyu, Y. (2024). C₆₀ fullerene helps restore muscle soleus contraction dynamics after achillotomy-induced atrophy. *Studia Biologica*, 18(4), 37–48. <https://doi.org/10.30970/sbi.1804.791>



ACCELERATED MARKOV MODEL FITTING OF TRPC4 ACTIVITY USING DUAL ANNEALING WITH A VITERBI-BASED LIKELIHOOD ESTIMATION

Aniukhin A., Zholos A.

Educational and Scientific Center "Institute of Biology and Medicine" of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Ion channels, such as TRPC4, play a key role in processes like gut motility. Understanding their behaviour requires creating kinetic models, which are essentially blueprints of how the channel switches between its different open and closed states. Traditionally, building these models is a major challenge. This study presents an efficient method that automatically determines both the most likely structure of the model and transition rates between conformations, based directly on experimental data.

We used single-channel patch-clamp recordings from guinea pig ileal myocytes (Zholos et al., 2004; Dresviannikov et al., 2006). To activate receptor-operated TRP cation channels, which are the main molecular counterpart of cholinergic excitation-contraction coupling in the gut, either 50 μM carbachol extracellularly or 200 μM GTP γ S intracellularly was applied to outside-out membrane patches. Our computational method employs a dual annealing optimizer. For each potential model, the log-likelihood was estimated using the Viterbi algorithm, which finds the most likely sequence of hidden states. This replaces the more complex forward-backward procedure of the Baum-Welch algorithm, significantly reducing computational load during optimization.

Our dual annealing method with Viterbi estimation achieved a mean log-likelihood of -60074.5, surpassing traditional modelling with the Baum-Welch method (-66889.5). The Viterbi-based approach provides a similarly high-quality fit but with a substantial reduction in computation time, greatly improving efficiency. Replacing the Baum-Welch algorithm with the dual annealing and Viterbi algorithm provides a major speed advantage. Viterbi approximates likelihood by finding the single most probable state sequence, unlike Baum-Welch, which calculates the full probability distribution. Our results show this approximation is more accurate in comparison to the traditional approach. The increased speed enables more extensive exploration of model topologies, which is crucial for understanding complex systems and the mechanisms of drug action (Colquhoun, 1998).

This framework offers a practical balance of accuracy and computational efficiency for automated ion channel modelling.

References:

1. Dresviannikov, A. V., Bolton, T. B., Zholos, A. V. (2006). Muscarinic receptor-activated cationic channels in murine ileal myocytes. *British Journal of Pharmacology*, 149(2), 179–187. <https://doi.org/10.1038/sj.bjp.0706852>
2. Zholos, A. V., Zholos, A. A., Bolton, T. B. (2004). G-protein-gated TRP-like cationic channel activated by muscarinic receptors: Effect of potential on single-channel gating. *Journal of General Physiology*, 123(5), 581–598. <https://doi.org/10.1085/jgp.200309002>
3. Colquhoun, D. (1998). Binding, gating, affinity and efficacy: The interpretation of structure-activity relationships for agonists and of the effects of mutating receptors. *British Journal of Pharmacology*, 125(5), 923–947. <https://doi.org/10.1038/sj.bjp.0702164>



ПЕРЕХРЕСНА РЕГУЛЯЦІЯ ТА СИГНАЛЬНІ ШЛЯХИ МІЖ МУСКАРИНОВИМИ РЕЦЕПТОРАМИ M_2/M_3 ТИПУ, G-БІЛКАМИ ТА TRPC4-КАНАЛОМ

Дринь Д.О.^{1,2}, Жолос О.В.¹

¹ Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини» Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, Київ, Україна;

² Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця НАНУ, Київ, Україна;

This study provides novel, promising data that deepen our understanding of the specific pathways of $mIcat$ modulation, which mediates the excitatory action of acetylcholine on the GM of the small intestine. These findings will allow for the creation of a comprehensive picture of muscarinic signaling in the GM and the identification of new molecular targets for pharmacological modulation of intestinal motility.

G-білок-спряжені мускаринові ацетилхолінові рецептори (mAChR) широко експресуються у гладеньких м'язах (ГМ) різних внутрішніх органів, зокрема шлунково-кишкового тракту, дихальних шляхів та сечостатевої системи. У ГМ клітинах тонкого кишечника катіонні канали TRPC4 та TRPC6 формують мускариновий катіонний струм ($mIcat$), який є центральною ланкою холінергічного електромеханічного сигналу. Підтипи мускаринових рецепторів M_2 і M_3 , спряжені з G-білками $G_{q/11}$ і $G_{i/o}$, ініціюють двофазний сигнальний каскад, тісно пов'язаним з активністю фосфоліпази C. Відкриття цих каналів зумовлює мембранну деполяризацію, активацію L-типу Ca^{2+} -каналів, збільшення цитозольного Ca^{2+} і, як наслідок, скорочення ГМ (Zholos *et al.*, 2024). Розуміння механізмів їх взаємодії може сприяти розробці нових терапевтичних підходів для лікування захворювань, пов'язаних з порушенням кальцієвого гомеостазу. Попри суттєвий поступ у вивченні іонотропних рецепторів, молекулярні механізми, за допомогою яких G-білок-спряжені рецептори регулюють $mIcat$ через TRPC4 канали, досі залишаються недостатньо з'ясованими. З огляду на ключову участь $mIcat$ у холінергічній деполяризації та ініціації скоротливої активності гладких м'язів тонкої кишки, наше дослідження спрямоване на з'ясування нових даних молекулярної послідовності подій від активації M_2/M_3 -рецепторів до відкриття TRPC4-каналу. Тому метою нашого дослідження було поглибити знання про механізми передачі сигналів мускариновими рецепторами.

Клітини ізолювали з поздовжнього м'язового шару тонкої кишки (переважно клубової ділянки *ileum*) дорослих самців мишей лінії *Albino* (3 місяці, 30–35 г). Тканину оперативно вилучали та переносили у модифікований розчин Кребса такого складу (мМ): NaCl – 120; KCl – 6,0; $CaCl_2$ – 2,5; $MgCl_2$ – 1,2; глюкоза – 12; HEPES – 10 (pH = 7,4 за допомогою NaOH). Далі фрагменти (1–3 мм) інкубували ($t = 36,5$ °C) протягом 17–18 хв у розчині, що містив ферментативну суміш з колагенази типу IA (1,0 мг/мл), інгібітору трипсину (1,0 мг/мл) та бичачого сироваткового альбуміну (1,0 мг/мл) та не містив іонів Ca^{2+} та Mg^{2+} , отриману клітинну суспензію розливали на скельця, які використовувались у електрофізіологічних експериментах. Трансмембранні струми реєстрували у конфігурації цілої клітини з використанням техніки петч-клемп за допомогою підсилювача напруги Axopatch 200B та Digidata 1322A із ПЗ рClamp 8 (Molecular Devices, США). Струми мускаринових катіонних каналів ($mIcat$) були ідентифіковані за допомогою симетричних за концентрацією Cs^+ зовнішніх і внутрішніх розчинів. $mIcat$ активували двома способами: (i) додаванням 50 μ M карбахолу (CCh) до перфузійного розчину; (ii) внутрішньоклітинним введенням 200 μ M GTP γ S через піпетковий розчин, що напряму активує G-білки, оминаючи mAChR.

Нами було показано, що CCh пригнічує струм, індукований GTP γ S. Спочатку $mIcat$ було активовано внутрішньоклітинним GTP γ S, а потім додавали CCh, після чого спостерігалось швидке пригнічення струму. Важливо зазначити, що ступінь інгібування залежав від часу подачі CCh. Аплікація CCh після 1 хв активації струму GTP γ S пригнічувало повільно на 36 % у порівнянні з контролем, додавання на 2-3 хв призводило до пригнічення на ~40 %, на 5 хв зменшення амплітуди струму було на ~60%, аплікація вже після 10 хв розвитку струму не сильно впливало на рівень блокування і становило ~ 59% (в усіх серіях $n=5$). Аналогічні результати були отримані на ГМ клітинах морської свинки. Цікаво, що Енгерлін А (10 nM), селективний агоніст TRPC4, не відновлював GTP γ S-індукований струм після його блокування CCh. Це явище може ґрунтуватися на кількох взаємопов'язаних механізмах «негативного зворотного зв'язку». Можна припустити, що за нормальних фізіологічних умов подібне пригнічення може захищати ГМ від надмірної деполяризації та Ca^{2+} -перевантаження при тривалій холінергічній стимуляції, стабілізуючи моторику кишечника.

У цьому дослідженні ми отримали нові перспективні дані, що поглиблюють розуміння специфічних шляхів модуляції $mIcat$, який забезпечує збудливу дію ацетилхоліну на ГМ тонкої кишки, і дозволить створити цілісну картину мускаринової сигналізації у ГМ та окреслити нові молекулярні мішені для фармакологічної модуляції кишкової моторики.

1. Zholos A.V. *et al.* (2024). *Neuropharmacology*. 242:109776. doi:10.1016/j.neuropharm.2023.109776.



TRPC1 ВПЛИВАЄ НА ПОТЕНЦІАЛЗАЛЕЖНІСТЬ
TRPC4-ОПОСЕРЕДКОВАНОГО *mIcat* В МІОЦИТАХ КЛУБОВОЇ КИШКИ

Дринь Д.О.^{1,2}, Мельник М.Г.², Жолос О.В.¹

¹ Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини» Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, Київ, Україна;

² Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця НАНУ, Київ, Україна;

These data suggest the presence of a diverse array of complexes in mouse ileum myocytes, ranging from exclusively homomeric TRPC4 channels to heterotetrameric TRPC1/TRPC4 channels, exhibiting distinct voltage-dependent properties. These properties, in particular, have been demonstrated to exert a substantial influence on the amplitude-kinetic parameters of action potentials generated during cholinergic excitation, which, in turn, activate cholinergic contraction.

Білки сімейства TRPC можуть утворювати як гомотетрамерні, так і різні гетеротетрамерні катіонні канали, проникні для Na⁺, K⁺ та Ca²⁺. Зокрема, TRPC1, TRPC4, TRPC5 утворюють різноманітні тетрамерні комплекси *in vivo*, і ця різноманітність підтверджена експериментально проте, можуть існувати популяції каналів TRPC1/TRPC4, TRPC1/TRPC5 та TRPC4/TRPC5. Порушення активності цих каналів пов'язують із розвитком низки патофізіологічних станів, включно з тривожними розладами, хронічними больовими синдромами, розладами моторики шлунково-кишкового тракту, тощо (Minard *et al.*, 2018). (-)-Englerin A, сесквітерпен з кори *Phyllanthus engleri*, діє як надзвичайно потужний та вибірково агоніст катіонних каналів TRPC4 і TRPC5. Зв'язавшись із консервативною ліпідзв'язувальною кишенею у позаклітинному домені TRPC4/TRPC5, молекула швидко викликає вхід Ca²⁺, деполяризацію мембрани та подальший каскад кальцій-залежних сигнальних подій (Akbulut *et al.*, 2015). Тому метою нашої роботи було вивчити вплив агоністу (-)-Englerin A на тетрамерний комплекс TRPC1/TRPC4 та гомомерний канал TRPC4 та порівняти його вплив на їх біофізичні властивості. Ці дослідження створять основу для пояснення специфічних електрофізіологічних відмінностей, які визначаються гетерогенним субодичним складом TRPC-канальних комплексів.

Гладеньком'язові клітини клубової кишки відділу *ileum* ізолювали шляхом ферментативної дисоціації тканини (миші *Albino*, самці, 3 міс.) із застосуванням колагенази типу ІА. Електрофізіологічні вимірювання виконували у конфігурації «ціла клітина» методом петч-клемп, використовуючи симетричні Cs⁺-вмісні розчини (125 мМ). Для стабілізації цитозольної концентрації Ca²⁺ на рівні \approx 100 нМ до піпеткового розчину додавали 10 мМ ВАРТА у рівновазі з 4,6 мМ CaCl₂. Активацію мускаринового катіонного струму (*mIcat*) здійснювали трьома незалежними способами: (i) додаванням 50 μ М карбахолу (CCh) до перфузійного розчину; (ii) аплікацією 10 нМ (-)-Englerin A (EA); (iii) внутрішньоклітинним уведенням 200 μ М GTP γ S через петч-піпетку.

У випадку струмів, які були індуковані CCh або GTP γ S, їхні стаціонарні I-V криві мали U-подібну форму при негативних потенціалах з подвійним випрямленням навколо потенціалу ректифікації (\sim 0 мВ), тоді як струми, індуковані EA, демонстрували майже лінійні I-V криві і не виявляли десенситизації. Індекс деактивації (відношення провідності каналу при -120 мВ до максимальної провідності, G_{max}) становив $0,27 \pm 0,04$ (CCh; n=5), $0,28 \pm 0,07$ (GTP γ S; n=5) та $0,68 \pm 0,03$ (EA; n=5) (P<0,001). Індекс ректифікації (відношення мінімальної провідності при позитивних потенціалах до G_{max}) становив $0,36 \pm 0,01$ (CCh; n=5), $0,32 \pm 0,02$ (GTP γ S; n=5) та $0,71 \pm 0,04$ (EA; n=5) (P<0,001). Таким чином, залежність відкриття TRPC4 каналу від потенціалу (наприклад, канал, активований EA) не є такою вираженою, як у випадку активації каналу, індукованої рецептором/G-білком, що може говорити про наявність TRPC1/TRPC4 комплексу.

Ці дані передбачають, що у міоцитах *ileum* миші існує цілий спектр комплексів – від виключно гомомерних TRPC4 каналів, до гетеротетрамерних TRPC1/TRPC4 каналів, які мають різні потенціалзалежні властивості. Ці властивості зокрема можуть суттєво впливати на амплітудно-кінетичні параметри потенціалів дії, що генеруються при холінергічному збудженні, які активують холінергічне скорочення.

Список використаних джерел:

1. Akbulut, Y., Tuncay, A., Makk, P., Mészáros, L., & Balla, T. (2015). Synthesis of an Orally Bioavailable and Selective Inhibitor of TRPC5. *Angewandte Chemie International Edition*, 54(12), 3787–3791. <https://doi.org/10.1002/anie.201411511>
2. Minard, A., Bauer, C. C., Wright, D. J., Rubaiy, H. N., Muraki, K., Beech, D. J., & Bon, R. S. (2018). Remarkable Progress with Small-Molecule Modulation of TRPC1/4/5 Channels: Implications for Understanding the Channels in Health and Disease. *Cells*, 7(6), 52. <https://doi.org/10.3390/cells7060052>



ГІПОКСІЯ-ІНДУКОВАНА МОДУЛЯЦІЯ ВИВІЛЬНЕННЯ ГЛУТАМАТУ В СИНАПСАХ МІЖ
ГАНГЛІОЗНИМИ КЛІТИНАМИ СІТКІВКИ ТА НЕЙРОНАМИ SUPERFICIAL SUPERIOR
COLLICULUS, РОЛЬ ПРОТЕЇНКІНАЗИС

Думанська Г.В., Веселовський М.С.

Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця, Київ, Україна

The visual system is highly sensitive to oxygen deprivation. We investigated the effect of short-term hypoxia (5 min) on glutamate release in the retinocollicular pathway (RGCs to SSC neurons), which is crucial for visual attention. Using the patch-clamp technique, we found that hypoxia potentiates glutamate release by significantly increasing the number of presynaptic release sites (by 78%). The selective inhibition of Protein Kinase C (PKC) reduced this potentiation (to 27%), indicating that the PKC signaling pathway partially contributes to, but does not fully account for, the hypoxia-induced synaptic potentiation. This shedding light on the cellular basis of visual deficits under ischemic conditions.

Зорова система надзвичайно чутлива до кисневої депривації через свої високі енергетичні потреби. Проекції гангліозних клітин сітківки (ГКС) в підкорковий зоровий центр – Superficial superior colliculus (SSC) представляють першу ланку вторинного зорового шляху та відіграють важливу роль у зоровій селективній увазі, формуванні рефлексорних рухів очей і голови та орієнтаційних реакцій. Виявлення механізмів гіпоксичного ураження в даних проекціях покращить розуміння клітинної основи дефіциту орієнтації, зорової уваги та сприйняття, пропонуючи розробку потенційних терапевтичних заходів та стратегій профілактики.

Раніше ми продемонстрували, що короточасна гіпоксія викликає значний довготривалий зсув в бік збудження нейропередачі між ГКС та нейронами SSC. Наразі, ми дослідили гіпоксія-індуковану модуляцію вивільнення глутамату в даних синапсах та потенційну участь протеїнкінази С в цьому процесі. Використовуючи метод парного «петч-клемпу» та швидку локальну суперфузію, ми зареєстрували НМДА-опосередковану збуджувальну нейропередачу у кокультивованих парах ГКС та нейронів SSC щурів за нормоксичних та гіпоксичних умов. Мініатюрну активність реєстрували з нейронів SSC у номінально безкальцієвому розчині в присутності 1 мкМ ТТХ, без пресинаптичної стимуляції ГКС. Залученість протеїнкінази С перевіряли, використовуючи селективний інгібітор - хелеритрин хлорид (ChC, 5 мкМ).

Ми проаналізували мініатюрну НМДА-опосередковану активність у 20 ідентифікованих кокультивованих парах. Гіпоксія протягом 5 хвилин збільшувала частоту виникнення мініатюрної активності та індукувала появу двох квантових подій. Присутність ChC протягом гіпоксії не запобігала збільшенню частоти, але зменшувала появу двох квантових подій з $25 \pm 3\%$ до $6 \pm 1\%$. Проведена оцінка біноміальних параметрів виявила, що середня кількості сайтів вивільнення збільшувалась на 78% протягом гіпоксії та лише на 27% ($P < 0,01$) протягом гіпоксії в присутності ChC. Розмір кванту при цьому залишався незмінним.

Отримані результати свідчать, що короточасна гіпоксія потенціює вивільнення глутамату в синапсах між ГКС та нейронами SSC шляхом певних структурних змін пресинапсу. При цьому, активність протеїнкінази С частково сприяє цьому ефекту, але не повністю опосередковує його.

Дана робота виконана за підтримки гранту Національного фонду досліджень України №2023.05/0023.



**HYPOXIA-INDUCED MODULATION OF GLUTAMATE RELEASE IN
RETINOCOLLICULAR SYNAPSES AND THE ROLE OF PKC**

Dumanska H., Veselovsky N.

Bogomoletz Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

The visual system is extremely sensitive to oxygen deprivation due to its high energy demands (Wong-Riley, 2010). Retinocollicular projections represent the first part of the secondary visual pathway and play an important role in visual selective attention and subsequent appropriate behavior formation, as they transmit primary sensory inputs (Brace et al., 2015; Mathis et al., 2015; Jure, 2022). Identifying mechanisms of hypoxic injury in the retinocollicular pathway will enhance understanding of the cellular basis of orientation, visual attention, and perception deficits, offering insights into potential therapeutic interventions and prevention strategies.

Previously, we have demonstrated that short-term hypoxia induces a significant long-term shift in the excitatory-inhibitory balance toward excitation in retinocollicular neurotransmission. Here, we explore the effects of short-term hypoxia on glutamate release in retinocollicular synapses and the potential involvement of PKC. Using paired patch-clamp and fast local superfusion, we recorded NMDA neurotransmission in cocultivated pairs of rat retinal ganglion cells (RGCs) and superficial superior colliculus (SSC) neurons under normoxic and hypoxic conditions. Miniature activity was recorded from SSC neurons in a Ca^{2+} -free solution with 1 μM TTX, without presynaptic stimulation of the RGCs. We tested the involvement of PKC by adding a potent and selective inhibitor, chelerythrine chloride (ChC, 5 μM).

We analyzed miniature NMDA activity in 20 identified cocultivated pairs. Hypoxia for 5 min increased the occurrence frequency of miniature NMDA activity and induced the appearance of two quantal events on amplitude histograms. The presence of ChC during hypoxia did not prevent frequency increases but reduced the appearance of two quantal events from $25 \pm 3\%$ to $6 \pm 1\%$. Binomial parameter estimates revealed a significant increase in the number of release sites, with values of 78% and 27% ($P < 0.01$) during hypoxia without and with ChC, respectively. The quantal size remained unchanged.

These results indicate that short-term hypoxia potentiates glutamate release in the retinocollicular synapses by increasing the number of presynaptic release sites. While PKC signaling pathway contributes partially to this effect, but does not fully account for the effect. These findings shed light on hypoxia-induced synaptic modulation and the complex role of PKC.

This work was supported by a grant from the National Research Foundation of Ukraine №2023.05/0023.

References:

1. Brace, L. R., Kraev, I., & Dommett, E. J. (2015). Altered visual processing in a rodent model of attention-deficit hyperactivity disorder. *Neuroscience*. 10, 364–377. doi: 10.1016/j.neuroscience.2015.07.003
2. Dumanska, H., & Veselovsky, N. (2019). Short-term hypoxia induces bidirectional pathological long-term plasticity of neurotransmission in visual retinocollicular pathway. *Exp Eye Res*. 179, 25–31. doi: 10.1016/j.exer.2018.10.014
3. Jure, R. (2022). The “primitive brain dysfunction” theory of autism: the superior colliculus role. *Front Integr Neurosci*. 16, 797391. doi: 10.3389/fnint.2022.797391
4. Mathis, C., Savier, E., & Rebel, M. (2015). Defective response inhibition and collicular noradrenaline enrichment in mice with duplicated retinotopic map in the superior colliculus. *Brain Struct Funct*. 220, 1573–1584. doi: 10.1007/s00429-014-0745-5
5. Wong-Riley, M., (2010). Energy metabolism of the visual system. *Eye Brain* 2, 99–116.



ОСОБЛИВОСТІ ПОСТУРАЛЬНОГО БАЛАНСУ У КВАЛІФІКОВАНИХ СПОРТСМЕНІВ, ЩО СПЕЦІАЛІЗУЮТЬСЯ У ВІТРИЛЬНОМУ СПОРТІ: СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ СТАБІЛОГРАМ

Колосова О.В.^{1,2}, Савченко К.Ю.¹, Русанова О.М.¹

¹Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

²Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця, Київ, Україна

Postural control plays a crucial role in sailing, where athletes constantly adapt to destabilizing external factors. This study aimed to analyze stabilograms of qualified sailors using spectral methods to identify specific adaptations in postural regulation. Twelve athletes were tested under conditions of upright stance and squatting with eyes open and closed with a Stabilan-01-2 stabilo-analyzer. Both amplitude-velocity parameters and spectral characteristics of center-of-pressure oscillations were assessed with repeated-measures ANOVA. Results showed high reliance on proprioception in upright stance and significant changes in amplitude and spectral indices during squatting. Spectral analysis proved sensitive for detecting postural control mechanisms and is recommended for sports practice evaluation.

Постуральний контроль набуває особливого значення у вітрильному спорті, де спортсмен постійно адаптується до впливу зовнішніх дестабілізуючих чинників – змін напрямку вітру, хитання яхти, гідродинамічних навантажень. На відміну від загальних показників площі або довжини стабілограм, які зазвичай використовують під час оцінки стабілометричних даних, спектральні характеристики дають змогу визначити домінуючі механізми регуляції постурального тону, виявити ознаки компенсаторної активності м'язів або тремору стомлення.

Метою роботи було проведення спектрального аналізу стабілограм у кваліфікованих спортсменів, що спеціалізуються у вітрильному спорті, для виявлення специфіки та адаптаційних змін у механізмах постурального контролю.

У дослідженні постурального балансу з використанням комп'ютерного стабілоаналізатора «Стабілан-01-2» взяли участь 12 кваліфікованих спортсменів, що спеціалізуються у вітрильному спорті, клас яхт Laser (ILCA), 10 чоловіків та 2 жінки, середній вік $17,2 \pm 1,4$ років. Проводили реєстрацію руху центру тиску стоп (ЦТС) із розплющеними та заплющеними очима в двох положеннях тіла: пряма вертикальна стійка, з широкою базою опори, стопи паралельно; присід із широкою базою опори, стегна паралельно підлозі, верхні кінцівки простягнуті вперед. Визначали стабілометричні показники двох категорій: амплітудно-швидкісні (площа стабілограм, розкид у фронтальній та сагітальній площинах, швидкість руху ЦТС) та спектральні характеристики коливань ЦТС (частоти та амплітуди трьох найбільших піків спектральної потужності; частота правої межі діапазону, в якому знаходиться 60% спектральної потужності; відносна спектральна потужність в частотних діапазонах 0-0.2 Гц, 0.2-2 Гц, 2-6 Гц). Статистичну обробку отриманих результатів проводили за допомогою програми IBM SPSS Statistics, версія 23.0. Для оцінки залежності певної величини від зорової депривації та положення тіла на платформі проводили двофакторний дисперсійний аналіз з повторюваними вимірюваннями. Для оцінки попарних відмінностей середніх значень використовували posthoc аналіз з використанням поправки Бонферроні. За рівень статистичної значущості приймали $p \leq 0,05$.

Виявлено, що в умовах вертикальної стійки не спостерігалось статистично значущого впливу зорової депривації на спектральні та амплітудно-швидкісні стабілометричні показники, що свідчить про високий рівень сенсомоторної адаптації та переважну роль пропріоцептивної системи у постуральному контролі спортсменів-вітрильників. З ускладненням умов підтримання рівноваги, а саме під час присіду в порівнянні з вертикальною стійкою, спостерігалися значущі зміни як амплітудно-швидкісних показників, зокрема збільшення площі стабілограм, розкиду та швидкості ЦТС, так і спектральних показників – збільшення амплітуд піків спектральної потужності, при цьому відбувся перерозподіл частот постуральних коливань: значення правої межі діапазону, в якому знаходиться 60% потужності, не змінилось для медіолатеральних коливань, однак значуще збільшилось (приблизно в два рази) для антеропостеріорних, для яких зросла і відносна спектральна потужність в частотному діапазоні 2-6 Гц, тобто відбулося зміщення частот антеропостеріорних коливань в бік високочастотного діапазону, що може свідчити про активізацію швидких коригувальних рухів у сагітальній площині.

Дослідження спектральних та амплітудно-швидкісних характеристик стабілограм у кваліфікованих спортсменів дозволило виявити специфіку постурального контролю у вітрильному спорті. Спектральний аналіз стабілограм рекомендовано використовувати як чутливий метод оцінки нейром'язової регуляції постурального балансу у спортивній практиці.



ВПЛИВ ВЕКУРОНІЮ БРОМІДУ НА ВИСОКОПРОВІДНІ КАТІОННІ КАНАЛИ ЯДЕРНОЇ МЕМБРАНИ НЕЙРОНІВ ПУРКІНЬС МОЗОЧКА

Котик О.А., Надтока С.О., Проценко К.М., Котлярова А.Б., Марченко С.М.[✉]

Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця, Київ, Україна

This study investigated the effect of vecuronium bromide on LCC-channel electrophysiology, focusing on current amplitude and open probability (P_o). The recording of currents through LCC-channels was performed using the patch-clamp technique in an inside-out configuration and the potential clamp mode. We found that vecuronium reduced the amplitude of currents through LCC-channels at both negative and positive potentials by approximately 40-50% from control values, and caused channel flickering in some recordings. At the same time, the P_o value did not show any significant changes.

Високопровідні катіонні канали (LCC) є одними з найпоширеніших іонних каналів ядерної мембрани. Їм притаманні висока провідність, потенціалзалежність, повільна кінетика та селективність до одновалентних катіонів за непроникності для двовалентних іонів (Fedorenko & Marchenko, 2014). Водночас механізми їхньої фармакологічної модуляції лишаються недостатньо з'ясованими. Тому мета роботи — оцінити вплив векуронію броміду на електрофізіологічні характеристики LCC-каналів.

Експерименти проводили на самцях щурів лінії Wistar віком 3–4 тижні. Методика ґрунтувалася на підходах, описаних у працях Marchenko та співавторів (Marchenko et al., 2005; O. Fedorenko et al., 2010), з модифікаціями (Nadtoka et al., 2025). Реєстрацію струмів через LCC-канали здійснювали методом patch-clamp у конфігурації inside-out у режимі фіксації потенціалу. Векуронію бромід у концентраціях 0,05 ммоль/л, 0,1 ммоль/л, 0,2 ммоль/л, 0,5 ммоль/л та 1 ммоль/л додавали шляхом проточної аплікації. Обробку отриманих даних проводили з використанням програм Clampfit 10.7 (Axon Instruments, США) та OriginPro 2018 (OriginLab Corporation, США). Основними оцінюваними параметрами були ймовірність перебування каналів у відкритому стані (P_o) та амплітуда струму крізь них. Для статистичної оцінки різниць між групами застосовували t-критерій Стьюдента, при значенні $P < 0,05$ різницю вважали статистично достовірною.

У контрольних умовах LCC-канали демонстрували регулярну активність із чіткими перехідними станами відкриття та закриття і вираженою залежністю від прикладеного потенціалу, що узгоджується з попередньо описаними властивостями цих каналів. Після додавання векуроній броміду (1 ммоль/л) спостерігали помітне зниження амплітуди струмів крізь LCC-канали у всьому діапазоні потенціалів. Так, при потенціалі -60 мВ зниження амплітуди струму становило 50% (***), при -40 мВ на 41% (***), при +40 мВ на 18% (***), а при потенціалі +60 мВ на 13% (**). Мінімальна інгібувальна концентрація становила 0,2 ммоль/л, викликаючи зменшення цього параметру на 4% (**). Значення P_o становили 0,3-0,4 при негативних потенціалах і досягали 0,9-1,0 при позитивних потенціалах як у контролі, так і під впливом векуронію. Також під дією досліджуваної речовини виникало явище миготіння каналів, що виявлялося у швидких переходах каналів між закритим і відкритим станами, особливо виразне при потенціалі +40 мВ. Всі описані ефекти були оборотними, та вимірювані параметри поверталися до вихідних значень після заміни розчину векуроній броміду на контрольний розчин.

На підставі отриманих результатів можна зробити висновок, що векуронію бромід знижує амплітуду струмів через LCC-канали без зміни P_o , що вказує на його можливий вплив на провідність пори каналу, але не на механізм його активації. Зниження провідності пори може бути зумовлене її механічним блокуванням, що є притаманним для речовин, які зумовлюють миготіння каналів.

Список використаних джерел:

1. Fedorenko, O. A., & Marchenko, S. M. (2014). Ion channels of the nuclear membrane of hippocampal neurons. *Hippocampus*, 24(7), 869–876. <https://doi.org/10.1002/hipo.22276>
2. Fedorenko, O., Yarotsky, V., Duzhy, D., & Marchenko, S. (2010). The large-conductance ion channels in the nuclear envelope of central neurons. *Pflügers Archiv - European Journal of Physiology*, 460(6), 1045–1050. <https://doi.org/10.1007/s00424-010-0882-5>
3. Kotyck, O., Kotliarova, A., Isaeva, O., & Marchenko, S. (2019). The effect of some anesthetics and natural venoms on the LCC-channels functioning of the nuclear membrane of cardiomyocytes and cerebellum Purkinje neurons. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv Series Biology*, 79(3). https://doi.org/10.17721/1728_2748.2019.79.43-48
4. Marchenko, S. M., Yarotsky, V. V., Kovalenko, T. N., Kostyuk, P. G., & Thomas, R. C. (2005). Spontaneously active and InsP_3 -activated ion channels in cell nuclei from rat cerebellar Purkinje and granule neurones. *The Journal of Physiology*, 565(3), 897–910. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2004.081299>
5. Nadtoka, S., Kotyck, O., Protsenko, K., & Kotliarova, A. (2025). Effects of Mecamylamine on the Electrophysiological Properties of LCC-channels in Rat Cerebellar Purkinje Neurons. *Fiziol Zh.*, 71(5).

FE₃O₄ NANOPARTICLES AS MODULATORS OF SMOOTH MUSCLE CONTRACTIONS IN THE STOMACH AND AORTA OF RATS

Podhayetska Y.Y.¹, Zhyshkevych K. O.¹, Kolotilov S. V.², Ivanytsya M. O.^{2,4}, Doronina D. C.^{2,4}, Velbovets A. R.⁴, Chunikhin O. Y.³, Voyteshenko I. S.¹, Tsymbalyuk O.V.¹

¹ Taras Shevchenko National University of Kyiv,

² L.V. Pisarzhevsky Institute of Physical Chemistry, the NAS of Ukraine,

³ O.V. Palladin Institute of Biochemistry, the NAS of Ukraine,

⁴ Enamine Ltd.

Modern theranostics considers supermagnetic iron oxide nanoparticles to be an extremely promising basis for the creation of diagnostic and therapeutic agents, in particular for MRI contrast enhancement and the precise destruction of malignant neoplasms using photodynamic therapy. However, due to their surface properties, these nanoparticles are not completely neutral with regard to the functions of the central nervous system and visceral organs. The aim of our study was to elucidate the patterns and mechanisms of the *in vitro* effect of Fe₃O₄ nanoparticles on the functional activity of the circular smooth muscles of the stomach and preparations of rat aortic rings.

The experiments used an aqueous suspension of Fe₃O₄ nanoparticles with the addition of DMSO (the concentration of nanoparticles in the stock solution was 10 mg/L and DMSO was 1%). The study was conducted on Wistar rats. The contractile activity of smooth muscle preparations (circular smooth muscles of the *antrum* and rings of the thoracic aorta) was studied tensometrically in isometric mode. Contractions of the *antrum* were induced by the application of high-potassium solution (80 mM), acetylcholine (10⁻⁵ M), and nicotine (10⁻⁴ M), and in the case of the aorta, by high-potassium solution (80 mM) and epinephrine (10⁻⁶ M). The contractions were analyzed using mechanokinetic analysis methods. **Results.** It has been established that Fe₃O₄ nanoparticles modulate spontaneous and evoked contractions of smooth muscles of the *antrum* and aortic rings. Thus, preincubation of antrum and aorta preparations with Fe₃O₄ nanoparticles (concentration 10⁻⁴ mg/ml, preincubation duration 30 min) causes activation of contractions evoked by the application of a high-potassium solution (Fig. 1).

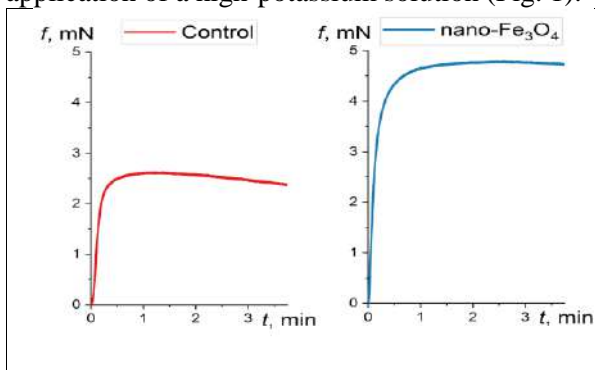


Fig. 1 Typical reductions in aortic ring preparations upon activation with high-potassium solution (80 mM) in the control and upon exposure to Fe₃O₄ nanoparticle suspension (concentration 10⁻⁴ mg/mL, preincubation duration 30 min).

Against the background of Fe₃O₄ nanoparticles, reversible activation of spontaneous contractions of *antrum* preparations is observed, with an increase in force, time, and impulse parameters. Fe₃O₄ nanoparticles also caused a significant enhancement of acetylcholine-activated contractions of the *antrum* (Fig. 2). However, under the action of Fe₃O₄ nanoparticles, epinephrine-induced contractions of the aortic rings and nicotine-activated contractions of *antrum* preparations were significantly reduced.

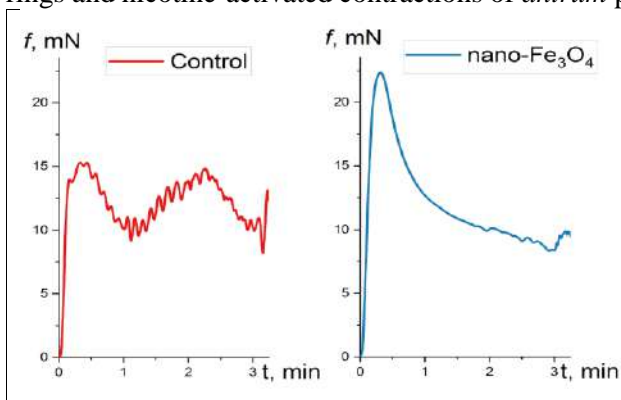


Fig. 2 Typical contractions of the circular smooth muscles of the *antrum* induced by acetylcholine (10⁻⁵ M) in the control and under the action of a suspension of Fe₃O₄ nanoparticles (10⁻⁴ mg/mL, preincubation duration 30 min).

The main mechanisms of modulation of smooth muscle contractions by Fe₃O₄ nanoparticles are likely to be the activation of voltage-gated Ca²⁺ ion influx into myocytes and the chelating of catecholamines (epinephrine) and nicotine by these nanoparticles.

LARGE LANGUAGE MODEL-DRIVEN IDENTIFICATION OF BIOLOGICALLY RELEVANT PROTEIN BINDING POCKETS TO ACCELERATE DRUG DISCOVERY

Stratiichuk R., Zholos A.

Educational and Scientific Center "Institute of Biology and Medicine" of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Protein binding pockets – regions on a protein surface where ligands can bind – play a critical role in biological processes and are essential for understanding protein function. Accurate identification of these sites is crucial for the development of new drugs (Le Guilloux, V., 2009; Ghersi, D., 2009). Numerous computational methods have been developed for pocket prediction. Geometry-based algorithms (e.g., Fpocket) detect cavities or clefts in protein structures, while energy-based approaches such as SITEHOUND map energetically favourable binding regions. More recently, machine-learning and deep-learning methods such as DeepSite and DeepPocket combine geometric, physicochemical, and evolutionary features to improve prediction accuracy (Jiménez, J., 2017). Despite these advances, most methods tend to predict numerous potential pockets – many more than are functionally relevant. Automated pocket finders often return overlapping or redundant cavities, making it unclear which predicted site corresponds to the true ligand-binding site (Stratiichuk, R., 2025). Identifying the real binding pockets among many candidates typically requires extensive manual curation of literature and structural data – a time-consuming and error-prone process.

To overcome these limitations, a hybrid large language model (LLM)-assisted pipeline was developed, combining traditional geometric pocket detection with automated literature analysis (Fig. 1).



Figure 1. Workflow of the LLM-assisted binding pocket detection pipeline integrating literature-based and geometry-based analysis.

First, the Fpocket algorithm generates multiple pocket candidates from a given protein structure. In parallel, an LLM is prompted to extract experimentally confirmed binding residues from full-text research papers describing the target protein. A benchmark dataset of 10 diverse proteins (e.g., GABA receptor, Nav1.7) was curated to evaluate the LLM's ability to identify residues that compose ligand-binding sites. The residues extracted by the LLM are mapped onto the protein's 3D structure and used to filter Fpocket's predicted pockets, retaining only those consistent with literature evidence. Finally, a refinement step merges overlapping pockets and ensures consistency between the described residue sets and structural pocket coordinates (Stratiichuk, R., 2025).

The LLM-assisted pipeline effectively identified true binding pockets with high accuracy, significantly reducing the need for manual curation. After prompt optimization and refinement, the system correctly extracted known binding-site residues and filtered pocket predictions accordingly, leading to final pocket selections matching experimentally confirmed sites in most cases. Some irrelevant papers still passed the filtering step, and the LLM required careful prompting to exclude non-ligand binding interfaces such as protein–protein or nucleic-acid interaction sites. Nevertheless, the approach proved valuable in automatically reconciling computational predictions with complex biological literature. By integrating geometric detection with LLM-based evidence extraction, this hybrid method automates the most laborious aspects of binding-site validation, streamlining drug-discovery workflows. While expert oversight remains important for edge cases, leveraging LLMs for literature-driven pocket prioritization represents a significant step toward efficient, semi-automated identification of biologically relevant binding sites.

References:

1. Le Guilloux, V., Schmidtke, P., & Tufféry, P. (2009). Fpocket: An open source platform for ligand pocket detection. *BMC Bioinformatics*, 10, Article 168. <https://doi.org/10.1186/1471-2105-10-168>
2. Ghersi, D., Sanchez, L., & Gatti, E. (2009). The PROMISE search engine for protein structural motifs. *Proteins: Structure, Function, and Bioinformatics*, 74(2), 417–424. <https://doi.org/10.1002/prot.22154>
3. Jiménez, J., Doerr, S., Martínez-Rosell, G., & De Fabritiis, G. (2017). DeepSite: Protein-binding site predictor using 3D-convolutional neural networks. *Bioinformatics*, 33(19), 3036–3042.
4. Aggarwal, R., Gupta, A., Chelur, V., Deva Priyakumar, U., & Kumar, S. (2022). DeepPocket: Ligand Binding Site Detection and Segmentation using 3D Convolutional Neural Networks. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 62(12), 5069–5079. <https://doi.org/10.1021/acs.jcim.1c00799>
5. Stratiichuk, R., Melnychenko, M., Koleiev, I., Voytitskiy, T., Husak, V., Shevchuk, N., Ostrovsky, Z., Bdzholo, V., Esilevsky, S., Starosyla, S., & Nafiev, A. (2025). Leveraging large language models for literature-driven prioritization of protein binding pockets. *Bioinformatics*, 41(8), Article btaf449.



ГІСТЕРЕЗИСНІ ЕФЕКТИ В МОТОРНОМУ КОНТРОЛІ НА ПРИКЛАДІ МОДУЛЯЦІЇ Н-РЕФЛЕКСУ М'ЯЗІВ ЛИТКИ ЛЮДИНИ В УМОВАХ РУХУ НИЖНЬОЇ КІНЦІВКИ

Шушусь Д.І.^{1,2}, Колосова О.В.^{1,2}

¹Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця, Київ, Україна

²Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

This study investigates hysteresis effects in motor control through modulation of the H-reflex in human calf muscles during lower limb movement. Nine healthy participants performed passive and active (plantar and dorsiflexion) knee flexion-extension movements while H-reflexes of the m. soleus, m. gastrocnemius lateralis, and m. gastrocnemius medialis were recorded. The amplitude of the H-reflex was higher during knee extension than flexion at identical joint angles, demonstrating clear hysteresis effects. These findings highlight nonlinear features of spinal reflex modulation and may enhance understanding of adaptive mechanisms in neuromuscular control and rehabilitation after injury.

Моторний контроль забезпечує узгоджену взаємодію центральної та периферичної нервової системи, що дозволяє точно регулювати силу м'язів, швидкість і координацію рухів. Важливу роль у цьому відіграє спинальна рефлекторна активність, яка відображає стан збудливості мотонейронів і ефективність сенсомоторної інтеграції. Останні дослідження в галузі моторного контролю вийшли за межі традиційних лінійних моделей, звертаючись до нелінійної динаміки та розглядаючи нервово-м'язову систему як складну та самоорганізовану. М'язовий гістерезис є ключовим нелінійним явищем у моторному контролі, при якому сила, що розвивається м'язом, залежить не лише від його поточної довжини та рівня активації, але й від історії його скорочень; за однакових сили та довжини рівень активації м'яза, що оцінюється за допомогою ЕМГ, буде різним залежно від того, скорочується м'яз чи розтягується. Було показано, що гістерезис є властивістю, специфічною для кожного м'яза тулуба, і може змінюватися залежно від початкового положення руху.

Метою роботи було виявлення ефектів м'язового гістерезису, що виникають під час циклічних рухів згинання-розгинання в колінному суглобі людини за умов пасивного руху та під час активної плантарної та дорзальної флексії за змінами амплітуди Н-рефлексу м'язів литки.

У дослідженні взяли участь дев'ять здорових осіб без порушень нервово-м'язової системи (6 чоловіків і 3 жінки, середній вік $23,6 \pm 4,6$ років). Н-рефлексометрію м'язів литки, а саме: камбалоподібного (*m. soleus*), латеральної (*m. gastrocnemius lateralis*) та медіальної (*m. gastrocnemius medialis*) головок литкового м'яза проводили з використанням електроміографічного стимулятора А365 (World Precision Instruments, Inc.), системи біопідсилювачів АС-916 (CWE, Inc., USA), пристрою введення-виведення CED 1401plus і програми Spike2 (Cambridge Electronic Design Limited, UK). Стопа учасника, що сидів на стільці, пасивно рухалася за допомогою роботизовано-мехатронного пристрою зі сталою швидкістю 1 см/с у діапазоні від 120° до 70° кута у колінному суглобі (згинання кінцівки), а потім у протилежному напрямку (розгинання кінцівки).

Аналіз результатів показав, що амплітуда Н-рефлексу м'язів литки була вищою при більшому куті в колінному суглобі та вищою у стані спокою/плантарної флексії, ніж під час розвитку зусилля для виконання дорзальної флексії. Такі результати цілком узгоджуються з даними, отриманими нами щодо аналогічних відмінностей амплітуд Н-рефлексу за умов статичного положення кінцівки і можуть бути наслідком пресинаптичного гальмування Іа терміналей при подовженні м'язів та реципрокного гальмування. В умовах руху продемонстровано наявність вираженого ефекту гістерезису: амплітуда Н-рефлексу *m. soleus*, *m. gastrocnemius lateralis* та *m. gastrocnemius medialis* при однаковому куті, але під час руху в протилежних напрямках, була більшою у фазі розгинання в колінному суглобі порівняно зі згинанням. Спостерігалися два типи гістерезисних петель – в умовах без м'язового зусилля (петля «закритого типу», з поверненням значень амплітуди до вихідних в кінці циклу згинання-розгинання) і за умов м'язового зусилля, зокрема плантарної флексії (петля «відкритого типу», із збереженням різниці амплітуд протягом всього рухового циклу). Це може бути наслідком різної природи гістерезису: пов'язаної переважно з в'язкоеластичними властивостями м'язів при пасивних рухах, однак в умовах розвитку зусилля – додатково з явищем, відомим як залишкове полегшення розвитку сили (*residual force enhancement*) при ексцентричному скороченні, що може призводити до збільшення амплітуди Н-рефлексу внаслідок вищої активації м'язів (і збудливості мотонейронів) при розгинанні в колінному суглобі в порівнянні зі згинанням, яке можна розглядати як ексцентричне скорочення триголового м'яза через його подовження поряд з навантаженням.

Таким чином, результати щодо модуляції Н-рефлексу під час виконання рухів можуть бути ефективно використані для аналізу різних аспектів моторного контролю та для оцінювання адаптаційних змін у нервово-м'язовій системі при фізичному навантаженні або після травмування.



GASOTRANSMITTERS IN CARDIOPROTECTION

Beschasnyi S.P.^{1,2}, Hasiuk O.M.¹

¹*Institute of Pharmacology and Toxicology, National Academy of Medical Sciences, Kyiv*

²*Kherson State University, Kherson*

Gasotransmitters—small gaseous molecules such as nitric oxide (NO), carbon monoxide (CO), and hydrogen sulfide (H₂S)—have emerged as crucial mediators of cardiovascular physiology. These endogenously produced compounds freely diffuse through biological membranes and modulate cellular functions via redox-sensitive and post-translational mechanisms. In recent years, additional candidates including sulfur dioxide (SO₂), methane (CH₄), ammonia (NH₃), and acetaldehyde (CH₃CHO) have been proposed as new members of the gasotransmitter family, expanding the understanding of gaseous signaling in the heart and vasculature (Pagliaro, P., 2024).

NO, synthesized by nitric oxide synthases, exerts vasodilatory, anti-platelet, and anti-inflammatory effects through activation of soluble guanylate cyclase (sGC) and cyclic GMP-dependent protein kinase (PKG). It also contributes to ischemic preconditioning by reducing mitochondrial reactive oxygen species (ROS) generation and limiting apoptosis. CO, produced during heme degradation by heme oxygenase (HO-1/2), shares similar signaling routes but uniquely modulates mitochondrial respiration and calcium homeostasis. Both NO and CO are potent mediators of cytoprotection during ischemia-reperfusion injury.

Hydrogen sulfide (H₂S), generated by cystathionine γ -lyase (CSE) and related enzymes, represents the third major gasotransmitter with strong cardioprotective potential. H₂S activates K_{ATP} channels, preserves mitochondrial function, and enhances antioxidant defense systems. Experimental studies have shown that administration of H₂S donors, such as NaHS or GYY4137, significantly reduces infarct size and improves post-ischemic cardiac recovery (Munteanu, C., 2025).

Newly recognized gasotransmitters further enrich this regulatory network. Sulfur dioxide (SO₂) has demonstrated vasodilatory and antioxidant properties in low concentrations. Methane (CH₄), once considered biologically inert, has shown anti-inflammatory and membrane-stabilizing effects in ischemic myocardium. Ammonia (NH₃) and acetaldehyde (CH₃CHO), traditionally viewed as toxic metabolites, may act as modulators of vascular tone and redox balance when maintained at physiological levels. Together, these gaseous mediators form a complex signaling system that fine-tunes cardiovascular homeostasis.

Mechanistically, gasotransmitters contribute to cardioprotection by maintaining mitochondrial integrity, inhibiting the opening of the mitochondrial permeability transition pore, activating pro-survival kinases, and suppressing inflammatory responses. They also enhance endothelial nitric oxide bioavailability and reduce oxidative stress, thereby improving coronary perfusion and tissue oxygenation. Pharmacological activation of these pathways—through enzyme inducers or controlled-release donors such as CORM-2 or hybrid NO/H₂S drugs—offers promising therapeutic strategies for ischemic heart disease and heart failure (Pinto, R. V., 2025).

In summary, gasotransmitters represent a unified network of endogenously produced signaling molecules that orchestrate cardioprotective mechanisms at molecular, cellular, and organ levels. Future studies aimed at elucidating the interplay between classical and emerging gasotransmitters may pave the way for novel pharmacological interventions in cardiovascular medicine.

References:

1. Munteanu, C., Galaction, A. I., Onose, G., Turnea, M., & Rotariu, M. (2025). Harnessing Gasotransmitters to Combat Age-Related Oxidative Stress in Smooth Muscle and Endothelial Cells. *Pharmaceuticals* (Basel, Switzerland), 18(3), 344. <https://doi.org/10.3390/ph18030344>
2. Pagliaro, P., Weber, N. C., Femminò, S., Alloatti, G., & Penna, C. (2024). Gasotransmitters and noble gases in cardioprotection: unraveling molecular pathways for future therapeutic strategies. *Basic research in cardiology*, 119(4), 509–544. <https://doi.org/10.1007/s00395-024-01061-1>
3. Pinto, R. V., Pinto, M. L., & Serre, C. (2025). Gasotransmitters in Modern Medicine: Promises and Challenges in the Use of Porous Crystalline Carriers. *Advanced healthcare materials*, 14(26), e2404553. <https://doi.org/10.1002/adhm.202404553>



GOLD NANOPARTICLES EFFECT ON OVARIAN FOLLICULAR CELLS

**Vynogradova-Anyk O.O.¹, Tarasova K.V.¹, Sribna V.O.²,
Motorna N.V.¹, Karvatsky I.M.¹, Blashkiv T.V.²**

¹*Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine*

²*Bogomoletz Institute of Physiology, NASciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

Gold nanoparticles (AuNPs) have attracted considerable attention for their applications in science and industry. However, the potential adverse effects of such particles on female fertility continue to be actively studied. Ovarian follicular cells (OFCs) are associated with steroidogenesis and ovarian function in women.

We assume it is likely that AuNPs accumulate in the ovaries of humans or animals as a result of unintentional occupational and/or environmental exposure to AuNPs and potentially have endocrine-disrupting effects that may ultimately affect female fertility.

The aim is to assess the effect of different concentrations of gold nanoparticles on ovarian follicular cells in mice, which has not been studied before.

Methods. The work was performed using female Alba mice weighing 18-20 g.

Apoptotic and necrotic cell death was assessed by morphological features using *in vivo* double staining with fluorescent nucleic acid dyes (Hoechst 33342 and propidium iodide), as well as Monodansyl cadaverin (0.05 mM) for autophagy. After OFCs isolation, their morphological assessment was performed using the routine method of trypan blue dye exclusion (0.2% solution in 0.9% NaCl). Morphological studies were performed using a Lumam I-1 fluorescent microscope with a x85 water-immersion objective. A video system for transferring images from the microscope to a computer was used. The relative number of live and apoptotic cells, as well as cells with signs of necrosis in samples of ≥ 400 cells, was determined in (%).

Substances used: Polymer matrix. A branched copolymer obtained by grafting polyacrylamide (PAA) chains onto a dextran ($M_w=7 \times 10^4$, $g \times mol^{-1}$) base using the cerium ion reduction initiation method was used as a nanocarrier. The sizes of both types of macromolecules are 70-80 nm. Characteristics of gold nanosystems (D-PAA(PE)/AuNPs) contain AuNPs with a size of 2-11 nm and have a spherical shape; at concentrations of 0.10 μM , 1.00 μM and 10.00 μM (*in vitro*).

Gold nanoparticles (AuNPs): ALDRICH, 741957-25 ML lot#MKCJ0894, 10 nm, stabilized suspension in citrate buffer, PCode 410639654 MW.196.97 g/mol at concentrations of 1.00 μM and 10.00 μM (*in vitro*).

Statistical data processing. Data were checked for normality of distribution using the Kolmogorov-Smirnov test. Statistical processing of the results was performed using the Student's t-test using the GraphPadPrismversion 5.1 program. The results were expressed as $M \pm SD$ (mean \pm standard deviation), $p < 0.05$ was considered statistically significant, n - the number of independent repetitions.

Results. No changes were found in the number of live, apoptotic and necrotic OFCs under conditions of incubation (1 h) with D-PAA(PE)/AuNPs, respectively (0.10 μM , 1.0 μM , 10.0 μM).

A decrease in the number of live and a 2.84-fold increase in apoptotic, 2.75-fold necrotic, and 2.1-fold increase in autophagic OFCs were found under conditions of incubation with AuNPs (ALDRICH) (10.0 μM).

For further experiments, it is advisable to try to use D-PAA(PE)/AuNPs at a concentration of 100 μM and AuNPs (ALDRICH) at a concentration of 10 μM .

Conclusion. As our understanding of the pharmacokinetics and pharmacodynamics of nanoparticles, as well as their precise mechanism of action, continues to evolve, it is possible that gold nanoparticle-based therapies will be proposed, taking into account the response to treatment with them. However, this may lead to further challenges, as well as new opportunities, for the development of combination therapies aimed at enhancing the efficacy of nanoparticle-based therapies, including the multifunctionality of individual nanoparticles, in particular gold. Therefore, such research needs to be continued.



СОЛЬОВИЙ НІКОТИН І ОРГАНІЗМ: АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Головко М. Ю., Плиска О. І.

Український державний університет імені Михайла Драгоманова, Київ, Україна

Salt nicotine (SN) in e-cigarettes is a highly bioavailable psychoactive agent rapidly driving nicotine dependence via the CNS reward system. SN exerts significant systemic toxicity, including cardiovascular and respiratory damage, immune suppression, and hepatic oxidative stress. Due to its high prevalence among youth and documented multiorgan effects, comprehensive molecular and population-level research is urgently required to fully define its health risks.

У XXI столітті глобальна тютюнова індустрія переживає радикальну трансформацію, обумовлену поширенням альтернативних способів вживання нікотину. Одним із найпомітніших її нововведень є використання сольового нікотин (СН) у у рідинах для електронних сигарет (вейпів). На відміну від традиційного — вільного — нікотину, який міститься у звичайних тютюнових виробках, сольова форма є більш стабільною, м'якою для інгаляції та має підвищену біодоступність. Згідно з результатами дослідження ESPAD (European School Survey Project on Alcohol and Other Drugs, 2023), приблизно 21% підлітків віком 15–16 років хоча б раз пробували електронні сигарети, а в деяких країнах цей показник перевищує 30%. В Україні проблема набирає обертів. За результатами опитування U-Report (2023), 36% підлітків віком 14–17 років хоча б раз користувалися вейпом, причому 22% роблять це регулярно. Серед студентської молоді ці показники ще вищі — до 48%.

Сольовий нікотин є потужним психоактивним агентом, який безпосередньо впливає на функціонування ЦНС. Після проникнення до головного мозку дисоційований нікотин активує нікотинові ацетилхолінові рецептори (nAChR), що локалізовані в мезолімбичній дофаміновій системі — ключовій структурі, яка бере участь у формуванні залежності. Біохімічний механізм: стимуляція nAChR → активація вентральної тегментальної області (VTA), вивільнення дофаміну в нуклеус акумбенса (центр винагороди), суб'єктивне відчуття задоволення та стимуляції, швидка дія (дофаміновий пік — за 15–30 сек). Серцево-судинна система реагує на СН активацією симпатико-адреналової осі, що проявляється підвищенням АТ, тахікардією та периферичною вазоконстрикцією. Це супроводжується зниженням коронарного кровотоку та потенційно сприяє ішемічним змінам. У дихальній системі аерозольні частинки СН здатні проникати у глибокі відділи легень, осідаючи в альвеолах і викликаючи запальні реакції. Це супроводжується гіперсекрецією слизу, мікрозапаленням бронхіального дерева та зниженням активності миготливого епітелію. Імунна система також піддається його негативному впливу. За результатами експериментальних досліджень, СН здатний пригнічувати фагоцитарну активність альвеолярних макрофагів, знижувати експресію Toll-подібних рецепторів, зокрема TLR-4, що має ключове значення у вродженому імунному захисті. Крім того, спостерігається зменшення продукції імуноглобуліну. У печінці СН активує ферментативні системи метаболізму ксенобіотиків, зокрема систему цитохрому P450 (CYP). Це призводить до посилення оксидативного стресу, підвищення рівнів тригліцеридів та ліпопротеїнів низької щільності. У біохімічних аналізах також виявляють підвищення активності печінкових трансаміназ (АЛТ, АСТ) та зниження активності ферментів антиоксидантного захисту, таких як глутатіонпероксидаза. Важливу роль у зростанні популярності відіграє агресивний маркетинг, орієнтований на молодь, включаючи рекламу в соціальних мережах, співпрацю з інфлюенсерами та просування через цифрові платформи.

Попри численні публікації останніх років, тема СН залишається недостатньо вивченою та потребує вивчення в наступних напрямках: а) популяційні дослідження щодо впливу на здоров'я підлітків; б) молекулярна біологія — аналіз змін експресії генів (нейротрофіни, гени стресу, запалення); в) імунологічні дослідження — вплив на слизовий імунітет. Дослідження мікробіому ротової порожнини та кишківника; г) нейровізуалізація змін структури мозку у користувачів вейпів д) Вивчення впливу на репродукцію та ембріогенез.

Сольовий нікотин — це не просто технологічне вдосконалення, а нова форма нікотинової залежності, та потенційно небезпечний агент, який легко засвоюється, викликає швидку залежність, негативно впливає на ключові системи організму та маскується під нешкідливу альтернативу. Завдяки своїм хімічним властивостям він є ефективним, швидкодіючим та м'яким — саме це робить його надзвичайно привабливим для підлітків і водночас особливо небезпечним. Його дія на організм охоплює майже всі системи — від нейроповедінкових змін до імунних та серцево-судинних зрушень. Статистичні дані демонструють масштаб проблеми, а сучасна наука лише починає розкривати її глибину.



ЕФЕКТ НАНОРОЗМІРНОГО ОКСИДУ ГРАФЕНУ, МОДИФІКОВОНОГО СЕЛЕНОМ, НА РЕЗИСТЕНТНІСТЬ МІОКАРДА ДО ІШЕМІЧНО-РЕПЕРФУЗІЙНОГО ПОШКОДЖЕННЯ

Гошовська Ю.В.¹, Сенча-Глевацька К.В.², Коркач Ю.П.¹, Струтинська Н.А.¹

¹*Відділ фізіології кровообігу, Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця НАНУ, Київ, Україна*

²*Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуїка, НАНУ, Київ, Україна*

We studied effect of nanosized carbon material – graphene oxide (GrO) and its functionalized with selenocysteine form (SeGrO) – on resistance to ischemia-reperfusion in Langendorff isolated rat heart model. Both samples showed cardioprotective effect on heart contractility, improved oxygen consumption and prevented increase in nitrosative-oxidative stress markers in cardiac tissue of ischemized myocardium. Thus, graphene based nanomaterials are perspective tool for antioxidant and antiischemic therapy of cardiovascular system and beyond.

Пошук нових ефективних засобів від ішемічно-реперфузійного пошкодження (ІРП) є актуальним для лікування інфаркту міокарда, хірургічних втручань, трансплантації органів. Оксид графену (GrO) – це нанорозмірний вуглецевий матеріал, для якого раніше ми виявили, зниження продукції супероксидного радикалу в модельних реакціях *in vitro* (Voitko, K. V., 2022) та антиоксидантні властивості *in vivo* (Sencha-Hlevatska, K. V., 2024). Поверхню GrO можна легко модифікувати функціональними групами, що може посилити його антиоксидантні властивості. Метою нашої роботи було вивчити вплив GrO, модифікованого селеноцистеїном (SeGrO), на функцію серця та його резистентність до ІРП на моделі ізольованого серця щурів.

GrO («Grafren AB», Швеція) та SeGrO розчиняли у розчині Кребса-Хенселяйта та вводили у хвостову вену самців щурів лінії Вістар у дозі 0,03 мг/кг. Через 30 хвилин виділяли серця та перфузували їх за методом Лангендорфа. ІРП моделювали шляхом 20 хв тотальної ішемії та 40 хв реперфузії. Оцінювали кардіодинамічні параметри та споживання кисню міокардом. Гомогенати серця досліджували на маркери оксидативного та нітрозативного стресу стандартними методами спектrophотометрії.

Введення GrO та SeGrO не змінювало основних параметрів кардіодинаміки ізольованого серця: тиск у лівому шлуночку (Тлшл), його перша похідна (+/-dP/dt_{max}) та частота серцевих скорочень були такими ж як і у інтактній групі. Примітно, що GrO та SeGrO збільшували коронарний кровотік (p<0,01 для обох), що вказує на покращення релаксації коронарних артерій. Водночас, киснева вартість роботи міокарда збільшилася в групі GrO на 48% (p<0,01), але не в SeGrO, що підтверджує покращену антиоксидантну активність SeGrO. Аналіз постішемічного відновлення функції ізольованого серця виявив кардіопротекторний ефект GrO та SeGrO; ішемічної або постішемічної контрактури міокарда не спостерігалось. GrO та SeGrO запобігали індукованому ІРП збільшенню маркерів оксидативного стресу: *O₂⁻, *OH, H₂O₂ та малонового діальдегіду, а також збільшенню активності індубібельної синтази оксиду азоту (NOS) та зменшенню активності конститутивної NOS (p<0,01 для обох); активність конститутивної NOS була навіть на 40% вищою, ніж у контролі.

Модифікація GrO селеноцистеїном покращила антиоксидантні властивості GrO. Анти-ішемічний та кардіопротекторний ефекти GrO та SeGrO були опосередковані запобіганням оксидативного стресу та впливом на продукцію NO. Таким чином, GrO та SeGrO можуть бути використані для зменшення пошкодження серця та індукції захисних шляхів, ймовірно, не лише в серцевій тканині. Необхідні подальші дослідження для вивчення молекулярних механізмів анти-ішемічної дії вуглецевих матеріалів на основі графену.

Дослідження виконане в рамках Програмно-цільової тематики НАН України (КПКВК 6541230).

Список використаних джерел:

1. Voitko, K. V., Goshovska, Y. V., Demianenko, E. M., Sementsov, Y. I., Zhuravskiy, S. V., Mys, L. A., Korkach, Y. P., Kolev, H., & Sagach, V. F. (2022). Graphene oxide nanoflakes prevent reperfusion injury of Langerdorff isolated rat heart providing antioxidative activity in situ. *Free Radical Research*, 1–17. <https://doi.org/10.1080/10715762.2022.2096450>
2. Sencha-Hlevatska, K. V., Sementsov, Y. I., Zhuravskiy, S. V., Mys, L. A., Korkach, Y. P., Kolev, H., Sagach, V. F., & Goshovska, Y. V. (2024). A multifactorial study of in situ antioxidant activity of modified GrO in myocardial reperfusion injury using the Langerdorff model. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 109885. <https://doi.org/10.1016/j.abb.2024.109885>



КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ УШКОДЖЕННЯ ДНК ТА ЗАГИБЕЛІ ІМУНОКОМПЕТЕНТНИХ КЛІТИН В УМОВАХ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЗАПАЛЕННЯ РІЗНОГО ГЕНЕЗУ

Грушка Н.Г., Кондрацька О.А., Павлович С.І., Янчій Р.І.

Інститут фізіології імені О.О. Богомольця НАН України, Київ

Inflammatory processes maintain defense but, when uncontrolled, cause DNA damage in immune cells as an early marker of systemic injury. We have studied three mouse models: immune hepatitis, immune-complex inflammation, and endotoxemia. DNA damage was assessed by comet assay, and apoptosis/necrosis by Hoechst 33342 and propidium iodide staining. Genotoxic stress increased in thymus and lymph nodes across models, most pronounced under endotoxemia. In Con A, DNA damage in lymph nodes correlated with apoptosis. In BSA, thymic DNA damage was linked to apoptosis, while lymph nodes showed combined apoptosis/necrosis. In LPS, thymic DNA damage was associated mainly with necrosis, reflecting failure of apoptotic pathways. The comet assay proves sensitive for early DNA damage detection and promising for immune dysfunction diagnostics.

Запальні процеси відіграють суттєву роль у підтриманні гомеостазу організму, забезпечуючи захист при інфікуванні, травмуванні та дії патогенних факторів. Проте тривале або неконтрольоване запалення призводить до патологічних змін, що викликають ушкодження імунокомпетентних клітин, зокрема лімфоцитів та макрофагів. Особливої актуальності це питання набуває за системних запальних процесів, таких як імунокомплексне ушкодження, ендотоксемія чи аутоімунні стани, де ступінь вираженості патологічного процесу формує загрозу генералізованої імунної дисфункції. Порушення цілісності ДНК імунних клітин є раннім маркером патологічних процесів, що передують клінічним проявам системного ураження. Одним з ключових механізмів такої патології є втрата інтегральної цілісності геному, яка корелює з апоптозом і некрозом імунних клітин. Це створює підґрунтя для пошуку надійних методів виявлення ДНК-пошкоджень як індикатора імунної дисфункції.

Мета: встановити кореляційні зв'язки між порушенням цілісності геному та загибеллю імунокомпетентних клітин за умов запальних процесів різного генезу, а також оцінити перспективність використання методу ДНК-комет як індикаторного тесту для виявлення первинних пошкоджень ДНК імунокомпетентних клітин.

У дослідженні використано три експериментальні моделі запалення: 1) імунне ушкодження печінки, що моделювали введенням конканаваліну А (Кон А); 2) системне імунокомплексне ураження, яке викликали внутрішньовенною імунізацією мишей зростаючими дозами бичачого сироваткового альбуміну (БСА) протягом 6 тижнів; 3) системну ендотоксемію, індуковану внутрішньоочеревинним введенням ліпополісахариду (ЛПС). Використовували метод ДНК-комет для оцінки первинних ушкоджень ДНК на рівні окремих клітин, метод прижиттєвого подвійного забарвлення барвниками Хехст 33342 і пропідіум йодид для аналізу загибелі клітин. При визначенні зв'язків між показниками використовували лінійний кореляційний аналіз за Пірсоном.

На моделях імунного ушкодження показано зростання частки клітин із високим рівнем пошкодження ДНК (3+4 клас комет), що свідчить про виражений генотоксичний стрес у клітинах тимусу та лімфовузлів. Найвища геномна нестабільність зафіксована при ендотоксемії. При цьому знижувалась життєздатність лімфоцитів за рахунок як апоптозу, так і некрозу.

Кореляційний аналіз виявив статистично значущі зв'язки ушкодження ДНК із загибеллю імунокомпетентних клітин. У моделі Кон А на клітинах лімфатичних вузлів ушкодження ДНК (3+4 клас комет) має сильний позитивний кореляційний зв'язок з апоптозом ($r = 0,79$, $p < 0,01$). У моделі БСА на клітинах тимусу встановлено, що ушкодження ДНК (3+4 клас комет) асоціюється з апоптозом ($r = 0,73$, $p < 0,01$), на клітинах лімфовузлів встановлена помірна кореляція між апоптозом і некрозом ($r = 0,63$, $p < 0,05$), що вказує на можливу активацію обох шляхів клітинної загибелі, зумовлену змішаною імунною відповіддю в лімфовузлах при дії БСА. У моделі ЛПС на клітинах тимусу показано, що ушкодження ДНК (3+4 клас комет) сильно корелює з некрозом ($r = 0,85$, $p < 0,01$), що узгоджується з переважанням некрозу за умов вираженого генотоксичного стресу, викликаного системною ендотоксемією, який перевищує здатність клітин активувати апоптоз. Отже, тип клітинної загибелі залежить від природи запалення та виду тканин. Метод ДНК-комет є чутливим інструментом ранньої діагностики ушкоджень ДНК. Доцільним є подальше розширення вибірки та вивчення інших популяцій імунних клітин, а також впливу протизапальних агентів.

FUNCTIONAL COUPLING OF THE MECHANOSENSITIVE PIEZO1 ION CHANNEL WITH DIFFERENT POTASSIUM CHANNELS IN RAT BLADDER SMOOTH MUSCLE CELLS

Yeliashov S.I., Philippov I.B., Sharopov B.R., Shuba Y.M.

Bogomoletz Institute of Physiology NASU, Bogomoletz St., 4, Kyiv 01024, Ukraine

Due to the ability of the mechanosensitive ion channel Piezo1 to transfer Ca^{2+} , it may not only be directly involved in various cells' mechanoreception but also modulate the activity of other channels in a Ca^{2+} -dependent manner. Previously, using confocal fluorescent microscopy and Ca^{2+} -sensitive dye Fluo-4, we demonstrated that isolated detrusor smooth muscle (DSM) cells from rat urinary bladder possess a functional Piezo1 channel. Furthermore, our whole-cell patch-clamp experiments provided evidence of a functional interaction between Piezo1 and ATP-sensitive K^+ channels (K_{ATP}) in these cells [1]. Literature data also suggest that Piezo1 can colocalize and form a functional link with Ca^{2+} -activated BK_{Ca} channels in several cell types, including vascular smooth muscle cells [2]. Since K_{ATP} channels are not considered to be Ca^{2+} -dependent, here, we decided to obtain additional evidence for the coupling of Piezo1 with K_{ATP} and possibly BK_{Ca} in rat DSM cells.

DSM cells were isolated from mucosa-devoid Wistar rat bladders ($n=2$) by enzymatic digestion with collagenase type XI from *Clostridium histolyticum* and subsequent mechanical tissue dissociation by pipetting. For the experiment, only long (more than 100 μm) healthy-looking isolated cells were used ($n=5$). Macroscopic currents from DSM cells were recorded using the patch-clamp technique in the whole-cell configuration. Pharmacological agents were applied using a custom-designed microperfusion system, which allowed for solution exchange around the studied cell within approximately 1 sec. Experiments were conducted in accordance with all relevant international, national, and institutional bioethics guidelines for the treatment of laboratory animals.

For the maximization of K_{ATP} -channel-mediated membrane current in DSM cells, we used an ATP-free patch-pipette solution and supplementation of the extracellular solution with a known K_{ATP} -channel opener, pinacidil (10 μM). Under these conditions, application of the chemical Piezo1-channel opener, Yoda1, induced concentration-dependent changes in the net membrane current (Fig. 1). At 1 μM , Yoda1 inhibited the outward component of the current compared to pinacidil-activated control. In contrast, at 10 μM , Yoda1 strongly potentiated the outward current at membrane potentials above +60 mV, but induced the appearance of the inward current between -10 mV and +50 mV, which previously was not observed. At 20 μM , Yoda1 had a similar net effect on the outward current to 1 μM at +100 mV, but still maintained a small inward current component below +80 mV.

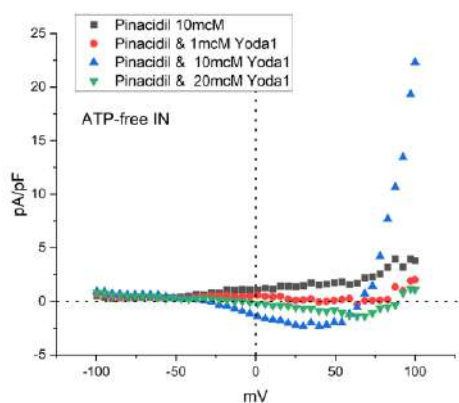


Figure 1. Representative I-V plots of the net membrane current in rat DSM cells under the action of specified Yoda1 concentrations in the presence of pinacidil.

In our opinion, the observed complex action of Yoda1 can be explained by the preferred Piezo1-mediated, Ca^{2+} -dependent inhibition of K_{ATP} channels at low concentrations (i.e., 1 μM) (Yeliashov, S. I., 2024), activation of BK_{Ca} channels at moderate concentrations (i.e., 10 μM) (Haam, C. E., 2024), and non-specific effects at higher concentrations, as previously described (de la Paz, N. G., 20184). In conclusion, our new data suggest that in rat DSM cells, Piezo1 may be functionally coupled not only with K_{ATP} but also with BK_{Ca} .

References:

1. Yeliashov, S. I., Sharopov, B. R., & Shuba, Y. M. (2024). Piezo1-dependent inhibition of background potassium current in the rat bladder smooth muscle cells. *Fiziolohichnyi zhurnal*, 70(3), 3–9. <https://doi.org/10.15407/fz70.03.003>
2. Haam, C. E., Choi, S., Byeon, S., Oh, E. Y., Choi, S.-K., & Lee, Y.-H. (2024). Alteration of Piezo1 signaling in type 2 diabetic mice: focus on endothelium and BK_{Ca} channel. *Pflügers Archiv - European Journal of Physiology*. <https://doi.org/10.1007/s00424-024-02983-4>
3. de la Paz, N. G., & Frangos, J. A. (2018). Yoda1-induced phosphorylation of Akt and ERK1/2 does not require Piezo1 activation. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 497(1), 220–225. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2018.02.058>



REPRODUCTIVE EFFECTS OF TYPE II PYRETHROIDS ON FEMALE WISTAR HANNOVER RATS (BASED ON TWO SAMPLES OF BETA-CYFLUTHRIN)

Zmazhenko O. O.^{1,2}, Makarchuk M. Yu.¹

¹*Educational and Scientific Center "Institute of Biology and Medicine" of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine*

²*LI. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Safety, Ministry of Health of Ukraine (State Enterprise), Kyiv, Ukraine*

Beta-cyfluthrin is a type II pyrethroid insecticide, which is an isomer of cyfluthrin (Zmazhenko & Kolianchuk, 2024). In recent years, there has been a trend towards increased use of pyrethroids due to their economic component and enhanced activity against insects. The growth rate from 2025 to 2034 will average about 4.5% per year (Claight Corporation, 2025), and the rate of increase in beta-cyfluthrin use will average 5.4% per year (2026–2033) (Verifies Market Reports, 2025). Despite the approval of beta-cyfluthrin, there is still not enough information to assess the risk of this substance's impact on the reproductive function of mammals.

The aim was to determine and evaluate the effect of beta-cyfluthrin (two samples) on the reproductive function of female Wistar Hannover rats.

Two samples of beta-cyfluthrin (BC-1 – 95.3%; BC-2 – 98.1%) were administered *per os* 5 times a week at doses of 3 and 30 mg/kg bw/day to four groups of female rats (20 animals in each group) for 9 weeks. Control animals received water with an equivalent amount of solvent. In addition, intact males intended for mating were kept. During the last two weeks of exposure, the estrous cycle was studied in females. After the exposure period, the female subjects were mated with intact males for no more than three weeks. On the 20th day of pregnancy, the females were euthanized for further study of reproductive parameters. Statistical calculations were performed using the SciPy library in Python.

In the study of two doses of beta-cyfluthrin in the test groups at a dose level of 30 mg/kg bw/day, there was observed hyper-aggressiveness and hyperactivity compared to the control animals. A statistically significant decrease in body weight was also observed during the exposure period at a dose of 30 mg/kg: 1) BC-1 from the 2nd to the 9th week by 4.76–9.46%; 2) BC-2 from the 3rd to the 8th week by 2.97–6.71%. In the study of the estrous cycle, a statistically significant reduction in the proestrus stage was recorded at the maximum dose level in BC-1 by 28.29% and in BC-2 by 50.56%. During pregnancy, females receiving BC-1 at a dose of 30 mg/kg bw/day had a significant reduction in body weight on the 6th and 13th gestational days by 7.56% and 5.99%, respectively, compared to the control group.

Therefore, beta-cyfluthrin, when administered orally, exhibited a general toxic effect (decrease in body weight during exposure and pregnancy) and had a negative effect on the reproductive function of female rats (shortening of the proestrus stage) at a dose level of 30 mg/kg bw/day. According to the results of the study, the no-observed-effect level (NOEL) for reproductive toxicity is 3 mg/kg bw/day. The data obtained require further study to investigate the endocrine disrupting properties of beta-cyfluthrin.

References:

1. Claight Corporation (Expert Market Research). (2025). Pyrethroids Market Size, Share and Growth Analysis Report – Forecast Trends and Outlook (2025-2034). <https://www.expertmarketresearch.com/reports/pyrethroids-market>
2. Verifies Market Reports. (2025). Global Beta Cyfluthrin Market Size By Application (Agricultural Use, Non-Agricultural Use), By Product Form (Liquid Formulations, Granular Formulations), By End-User (Agriculture, Residential), By Distribution Channel (Direct Sales, Online Retailing), By Product Type (Insecticides, Fungicides), By Geographic Scope And Forecast. <https://www.verifiedmarketreports.com/product/beta-cyfluthrin-market/>
3. Zmazhenko O., & Kolianchuk Y. (2024). The effect of beta-cyfluthrin on the reproductive function of female Wistar Hannover rats. *Ukrainian Journal of Modern Toxicological Aspects*, 2(97), 42–53. <https://doi.org/10.33273/2663-4570-2024-97-2-42-53>



**HOMOCYSTEINEATION OF PROTEINS AS AN IMPORTANT MECHANISM OF NEGATIVE
IMPACT ON THE HUMAN BODY**

Kaminsky R.F.

Department of Descriptive and Clinical Anatomy Bogomolets National Medical University Kyiv, Ukraine

Current research data show a negative trend toward increased mortality from cardiovascular disease. Of particular concern is the increase in mortality among young people. One of the new factors attracting the attention of researchers is elevated homocysteine levels. Elevated homocysteine levels contribute to the development of cardiovascular diseases such as atherosclerosis, stroke, and myocardial infarction, as well as a number of neurological disorders, such as Parkinson's and Alzheimer's diseases.

The aim of the study was to investigate the effect of elevated homocysteine levels in rats as one of the possible factors contributing to increased mortality from cardiovascular disease.

Materials and methods. One hundred white mongrel rats were used, which were fed a standard vivarium diet with ad libitum water intake and a 12-hour day/night light cycle. The study was conducted on three age groups: young (1–2 months), adult (6–8 months), and old (24–26 months). The model of chronic hyperhomocysteinemia was reproduced by administering D,L-thiolactone homocysteine hydrochloride at a dose of 200 mg/kg body weight intragastrically in a 1% starch solution once a day for 8 weeks. The animals were removed from the experiment by dislocation of the cervical vertebrae. Homogenates were obtained at a temperature of +1...+4 °C.

Homocysteinylation of proteins in hyperhomocysteinemia is accompanied by changes in their structure and functions. This process can occur both during translation and post-translational modification. One of the key mechanisms is the destruction of protein structures through the formation of disulfide bonds with thiolactone. Homocysteine thiolactone is an extremely active metabolite with a pronounced cytotoxic effect.

Elevated homocysteine levels cause endoplasmic reticulum stress, leading to protein misfolding — a disruption in the synthesis and maturation of protein molecules. This ultimately activates a cascade of apoptotic reactions due to the accumulation of a significant amount of misfolded proteins in the cell.



LIPID COMPOSITION OF BLOOD AND LIPID PEROXIDATION IN BRAIN TISSUES OF RATS WITH DIFFERENT ALCOHOL MOTIVATION AND LEARNING ABILITY UNDER CHRONIC ETHANOL EXPOSURE

Kovalenko O.A., Liashchenko T.P., Makarchuk M.Y.

Educational and Scientific Center "Institute of Biology and Medicine" of the Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Chronic ethanol intake induces profound metabolic and structural alterations in the central nervous system, particularly affecting lipid metabolism and oxidative homeostasis. The sensitivity of brain tissue to lipid peroxidation largely depends on the balance between prooxidant and antioxidant systems and may vary according to individual differences in alcohol motivation and learning ability. The aim of this study was to evaluate the lipid composition of blood and the intensity of lipid peroxidation in brain tissues of rats with different levels of alcohol motivation and learning capacity during prolonged ethanol exposure.

Experiments were performed on adult male albino rats maintained under standard vivarium conditions. The animals were divided into groups according to their alcohol preference (high or low motivation) assessed by the two-bottle choice test (10% ethanol vs. water). Learning ability was evaluated in the radial maze test. Chronic alcoholization was induced by administering 10% ethanol as the sole drinking fluid for 21 days. Biochemical analyses were carried out to determine total lipids, phospholipids, cholesterol, and the level of malondialdehyde (MDA) in brain homogenates and blood serum.

The results demonstrated that chronic ethanol administration led to a decrease in total lipid and phospholipid concentrations in the brain, accompanied by an increase in MDA levels, indicating enhanced lipid peroxidation. These changes were more pronounced in rats with low alcohol motivation, suggesting lower adaptive potential of their lipid metabolism to oxidative stress. In contrast, rats with high alcohol motivation displayed a less severe increase in MDA and a relatively stable phospholipid profile, which may reflect compensatory activation of antioxidant defence mechanisms.

Learning prior to alcohol exposure reduced the intensity of lipid peroxidation and partially preserved the lipid composition of neural membranes. This protective effect was particularly evident in low-motivation rats, where pre-training resulted in lower MDA accumulation and a more balanced ratio of structural lipids, compared to untrained alcoholized animals. Such findings suggest that cognitive activity before ethanol exposure promotes stabilization of membrane-associated oxidative processes and enhances metabolic resilience of neural tissue.

The study provides evidence that both alcohol motivation and learning experience modulate ethanol-induced disturbances in lipid metabolism and oxidative balance. The ability to learn before chronic ethanol exposure acts as a factor of neurochemical protection, limiting the severity of oxidative damage in the brain and systemic lipid alterations.



**INDIVIDUAL FEATURES OF THE FUNCTIONING AND REACTIVITY OF THE
CARDIOVASCULAR SYSTEM DURING PASSIVE ORTHO-TESTING**

Kovalenko S., Tsygannyk R., Dzyunik I.

Bohdan Khmelnytsky Cherkasy National University, Cherkasy, Ukraine

The study of changes in haemodynamics under standard loads in individuals with different typological characteristics of vegetative regulation is a topical problem in biology and has practical significance for creating optimal conditions for human life. The aim of the study was to determine the individual characteristics of changes in central and peripheral haemodynamics and heart rate variability during a graded passive orthostatic test in healthy young men.

Measurements of central and peripheral haemodynamics and heart rate variability were performed on 76 healthy men aged 18-25 years in compliance with basic bioethical requirements. The following methods were used to study haemodynamic parameters: transthoracic tetrapolar impedance rheoplethysmography, lower limb rheography, electrocardiography and arterial tonometry. Heart rate variability parameters were calculated using the Polar Protrainer programme (Finland, Polar). The recordings were made at rest while lying down, at the 5th minute after tilting at 15°, 30°, 45°, 60°, and at the 20th minute at a tilt of 60°, 5 minutes after returning to a horizontal position. The results of the studies were processed using mathematical statistics methods that provide quantitative and qualitative analysis of indicators. The normality of the distribution of the studied indicators was checked using the χ^2 criterion.

During the passive orthostatic test, there was an increase in systolic blood pressure, a decrease in cardiac output, an increase in the tension phase and myocardial tension index, suppression of t-RR fluctuations in the high-frequency range proportional to the angle of inclination, and an increase in the tone of the lower leg vessels. For the first time, a paradoxical increase in t-RR, SDNN, and t-RR fluctuation power in the range of 0.04-0.15 Hz was observed after the end of the test and return to the starting position.

Changes in central haemodynamic parameters at an angle of inclination of 60° of the passive orthotest depend on the initial level of vegetative tone and are greatest in parasympathetics. Also, in parasympathotonic individuals, there was a greater reduction in heart rate fluctuations compared to sympathotonic and normotonic individuals, mainly due to waves in the range of 0.15-0.4 Hz. Sympatotonic individuals experience a smaller decrease in the tone of large vessels and arterioles than normotonic individuals. During the recovery period after the test, they experience a phase of hyper-recovery – vasodilation.

In athletes, compared to non-athletes, diastolic pressure reactivity was significantly higher (increase) at the beginning of the 60° position and further increased after 20 minutes, along with a greater amplitude of t-RR fluctuation power in the 0.04-0.15 Hz range. Blood circulation in the lower extremities was characterised by greater tone of large vessels and lower volume values both at rest and during the test. At test gradations of 15, 30, and 45 degrees and during recovery, the reactivity of blood filling in the lower legs was lower than in non-athletes.

At rest, higher levels of systolic and mean pressure were found in the group with high blood filling of the lower legs. The reactivity of systolic pressure during the orthostatic test (decrease) was higher in these individuals. The reactivity of the tension phase duration indicator was most dependent on the level of blood filling in the lower legs. In this position, the correlation coefficient between the initial level of blood filling in the lower legs and the reactivity of the tension phase was -0.432 ($p < 0.01$). The level of blood filling in the lower legs was mainly moderately correlated with the levels of all their peripheral haemodynamic indicators, both at rest and during the test. Both the levels and reactivity of blood filling in the lower legs were related to its initial level.

Taking into account the individual differences in the response of the human cardiovascular system noted in the study can increase the diagnostic and prognostic value of the gradual passive orthostatic test, as well as determine promising directions for its use in rehabilitation.



**ВПЛИВ ФАЗ ДИХАЛЬНОГО ЦИКЛУ НА ШВИДКІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРОВОТОКУ У
ВЕРХНІЙ ПОРОЖНИСТІЙ ВЕНІ ЗДОРОВИХ ДОРΟΣЛИХ ЛЮДЕЙ**

Козак В.В., Юхименко Л.І.

*Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького,
м. Черкаси, Україна*

Pulsed-wave Doppler of the superior vena cava (SVC) allows non-invasive assessment of right atrial filling and respiratory modulation of venous return. We examined 28 healthy adults using a supraclavicular window with ECG and respiration synchronization. SVC flow showed a biphasic pattern with systolic velocities predominating over diastolic ones. Inspiration increased peak velocities compared with apnea and expiration ($p < 0.05$), while expiration reduced them. These findings define normal SVC flow patterns and may serve as references for detecting pathological changes.

Пультс-хвильова (PW) доплерографія верхньої порожнистої вени (SVC) дозволяє неінвазивно оцінювати наповнення правих відділів серця та дихальну модульованість венозного повернення у здорових дорослих. Разом з тим, на сьогодні не існує загальноприйнятих референтних показників швидкості кровотоку у SVC, що обмежує використання цього методу у фізіології та медицині. Тому метою нашої роботи було з'ясувати характер кровотоку у SVC здорових дорослих, визначити фізіологічні межі швидкісних показників венозного потоку та оцінити вплив фаз дихального циклу (вдих, видих, апное) на ці параметри за допомогою методу PW-доплерографії.

У дослідженні взяли участь 24 особи (чоловіки та жінки) без захворювань серцево-судинної системи віком 28-30 років. Визначення показників кровотоку обстежуваних проводили у положенні лежачи на спині за допомогою апарату УЗД професійного класу Siemens Juniper Acuson (USA) із застосуванням секторного датчика. Реєстрували пульс-хвильову доплерографію кровотоку у SVC, синхронізовану з електрокардіограмою та дихальними рухами. Записи виконували як під час спокійного дихання, так і 10-секундних епізодів. Аналізували криві PW-доплерографії SVC методом варіаційної статистики за пакетом програм Microsoft Excel 2019.

Отримані нами результати вказали, що потік крові обстежуваних нами чоловіків і жінок мав біфазний характер. А саме: кількісні значення показників систолічної пікової швидкості та її інтеграла переважали такі, що були зафіксовані під час діастолі (таблиця).

Таблиця.

Середні показники пікової швидкості прямого та зворотного кровотоку у верхній порожнистій вені обстежуваних ($M \pm m$)

| Фази серцевого циклу | Фази дихання | | |
|----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| | вдих | видих | апное |
| систола QRS-T | 54,1±2,0 [#] | 43,2±1,7 [^] | 46,3 ± 1,8 [*] |
| діастола рання T-P | 34,5 ± 1,9 | 22,0 ± 1,8 [^] | 26,7 ± 1,6 [*] |
| діастола пізня P-QRS | 21,5 ± 1,7 | 17,7 ± 1,3 | 18,8 ± 1,4 |

Примітка. * – достовірність різниць $p < 0,05$ відносно показників вдиху, ^ – показників видиху та апное, # - показників діастолі; QRS- комплекс ЕКГ, Т та Р- зубці ЕКГ.

До того ж, фаза вдиху характеризувалась більшими піковими швидкостями та інтегралами (як під час систолі, так і діастолі) порівняно з фазами апное та видиху. Фаза видиху супроводжувалась зменшенням досліджуваних показників. Отже, у здорових дорослих людей кровотік у SVC має чітко виражений біфазний характер, коли систолічні пікові швидкості та інтеграла є більшими за діастолічні. З огляду на виявлені нами чіткі закономірності дихальної модуляції швидкісних показників, слід думати, що реєстрація потоку у SVC, проведена за допомогою PW-доплерографії, може слугувати корисним засобом для вивчення фізіологічних особливостей гемодинаміки. Накопичення фактичних даних сприятиме визначенню меж норми швидкісних параметрів кровотоку у SVC, кращому розумінню їх ролі у фізіології правих відділів серця, вдосконаленню діагностики порушень та їх профілактики, що актуалізує наші дослідження.



ДІАГНОСТИЧНІ МОЖЛИВОСТІ ТЕЛЕМЕТРИЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ОЦІНКИ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ

Лизогуб В.С., Коваль Ю.В., Кожемяко Т.В., Пустовалов В.О.

*НДІ фізіології та реабілітації ім. М. Босого Черкаського національного університету
ім. Б. Хмельницького, Україна*

In 75 qualified players using the Polar heart rate monitor during the performance of an orthoprogram, heart rate variability (HRV) parameters were investigated. General and special physical performance was determined during gaming by the GPSports EVO system. The functional state of the body of football players with a predominance of moderate and pronounced activation of autonomous mechanisms of regulation of CF was characterized by low values of SI and LF/ HF and high rates of general and special physical performance, distance travelled, average running speed and HRmax than in athletes with moderate and severe mechanisms of regulation. The functional state of the body of football players with moderate and pronounced activation of the central mechanisms of regulation of SR is characterized by high values of SI, LF/HF and low performance indicators.

Метою роботи було з'ясування діагностичних можливостей телекардіоінтервалографії та системи «GPSports EVO» для оцінки функціонального стану серцево-судинної системи спортсменів.

У 75 кваліфікованих футболістів за допомогою пульсометра «Polar» під час виконання ортопроби досліджено показники варіабельності серцевого ритму (BCP). Загальну та спеціальну фізичну працездатність визначали під час ігрової діяльності системою «GPSports EVO».

При виконанні ортопроби за динамікою показників стрес-індексу (SI) та симпато-вагального балансу (LF/HF) виділено типологічні варіанти адаптивних реакцій серцевого ритму (CP) (West, B. J., 2019). У 41% обстежуваних встановлено помірну активацію автономних, а для 32% виявлено оптимальне співвідношення автономних і центральних механізмів регуляції CP. У 18% кваліфікованих футболістів встановлено помірну перевагу центральних контурів регуляції, тоді як у 4% обстежуваних виражене домінування центральних, а у 5% автономних механізмів регуляції CP (Shaffer, F., 2017). Функціональний стан організму футболістів з домінуванням помірної та вираженої активації автономних механізмів регуляції CP характеризувався низькими значеннями SI і LF/HF та високими показниками загальної і спеціальної фізичної працездатності, довжини подоланої дистанції, середньої швидкості бігу, ніж у спортсменів з помірним і вираженим домінуванням центральних механізмів регуляції. Функціональний стан організму футболістів з помірною та вираженою активацією центральних механізмів регуляції CP характеризується високими значеннями SI, LF/HF і зниженими показниками фізичної працездатності. У останніх під час виконання ортопроби частіше виявлялись парадоксальні реакції BCP, що свідчило про дизрегуляцію адаптаційних механізмів і ризик виникнення захворювань. Встановлена кореляція BCP з показниками фізичної працездатності кваліфікованих футболістів (Лизогуб, В. С., 2017).

Дослідження телепульсометром «Polar» індивідуально-типологічних характеристик вегетативних механізмів регуляції CP та одночасне визначення GPS системою фізичної працездатності футболістів під час гри є чутливими методиками для оцінки стану адаптації/дезадаптації організму спортсменів. У практику медичного контролю, з метою раннього розпізнавання неадекватних реакцій організму на тренувальні та змагальні навантаження, необхідно впроваджувати телеметричні методи дослідження функціонального стану серцево-судинної системи у поєднанні з визначенням спеціальної фізичної працездатності.

Список використаних джерел:

1. West, B. J., & Turliska, M. (2019). Hypothetical Control of Heart Rate Variability. *Frontiers in Physiology*, 10, 1–9.
2. Shaffer, F., & Ginsberg, J. P. (2017). An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Frontiers in Public Health*, 5, Article 258.
3. Лизогуб, В. С. (2017). Інноваційний підхід визначення та оцінки спеціальної підготовленості футболістів високої кваліфікації. *Science and Education*, (8), 15–22.



ОСОБЛИВОСТІ РЕГУЛЯТОРНИХ МЕХАНІЗМІВ СЕРЦЕВОГО РИТМУ У МОЛОДИХ СПОРТСМЕНІВ

Лю М.В., Хоменко С.М.

Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького, Черкаси, Україна

Сучасний спорт вищих досягнень характеризується значною інтенсифікацією тренувального процесу, що може призводити до гострого та хронічного фізичного перенапруження з негативними наслідками для здоров'я спортсменів. Раннім індикатором зриву адаптації організму є порушення регуляторних механізмів автономної нервової системи у регуляції серцево-судинної системи.

Особливе значення має дослідження вікових закономірностей формування фізіологічних резервів підлітків та юнаків, оскільки в цих вікових періодах відбуваються швидкі зміни у перебудові різних фізіологічних систем. Існує суттєва прогалина у розумінні механізмів формування резервних можливостей у представників молодших вікових груп, що визначає актуальність даного дослідження.

Метою дослідження було з'ясувати особливості формування фізіологічних резервів та регуляторних механізмів серцево-судинної системи у підлітків та юнаків за показниками варіаційної та спектральної кардіоінтервалографії.

У дослідженні взяли участь 35 спортсменів (підлітки) віком $12,6 \pm 0,2$ років зі стажем занять $4,2 \pm 0,2$ років та 37 спортсменів (юнаки) $18,7 \pm 0,2$ років зі стажем занять $6,2 \pm 0,2$ років. Використовувався пульсометр Polar m400 HR для реєстрації варіабельності серцевого ритму та хвильової структури серцевого ритму. Досліджували: статистичні показники: HR (уд/хв), RR (мс), SDNN (мс), AMo (%), SI (у.о.); спектральні показники: TP (мс²), HF (мс²), LF (мс²), VLF (мс²), LF/HF та Індекс централізації (IC%). Реєстрація проводилася у положенні лежачи (10 хв адаптації + 5 хв запису) та стоячи (6 хв, аналізувалися останні 5 хв) для виконання ортостатичної проби. Оскільки отримані дані у вибірках характеризувалися вираженою асиметрією, то дані оброблялися напараметричними методами з врахування медіан та верхнього й нижнього кuartилів.

У стані спокою медіана ЧСС у юнаків становила $62,2$ [58; 66] уд/хв, у підлітків - $75,7$ [67; 85] уд/хв. У всіх обстежуваних у положенні лежачи переважала парасимпатична ланка АНС: показник LF/HF у юнаків - $0,62$ [0,5; 0,8] у.о., у підлітків - $0,95$ [0,8; 1,2] у.о. При переході у вертикальне положення спостерігалися статистично значущі зміни показників ВСР в обох групах. У юнаків зміни були більш вираженими: HR збільшилася на 42% у юнаків проти 29% у підлітків, SI зріс на 187% у юнаків проти 129% у підлітків, співвідношення LF/HF підвищилася на 729% у юнаків проти 204% у підлітків.

На основі динаміки показників SI та LF/HF запропоновано класифікацію п'яти типів регуляції серцевого ритму:

1. Виражений центральний тип (SI >101, LF/HF >7,6) - виражена активація центрального контуру.
2. Помірний центральний тип (SI 81-100, LF/HF 5,6-7,5) - помірна активація центрального контуру.
3. Оптимальний тип (SI 60-80, LF/HF 3,6-5,5) - баланс автономного та центрального контурів.
4. Помірний автономний тип (SI 40-59, LF/HF 1,6-3,5) - помірна активація автономного контуру.
5. Виражений автономний тип (SI <39, LF/HF <1,5) - виражена активація автономного контуру.

Розподіл обстежуваних за типами регуляції у відсотковому відношенні показано в таблиці 1.

Таблиця 1. Відсотковий розподіл за типами регуляції серцево-судинної системи у юнаків, та підлітків, що займаються спортом

| Тип регуляції | Юнаки | Підлітки |
|-----------------------|-------|----------|
| Оптимальний | 41% | 35% |
| Помірний автономний | 30% | 27% |
| Виражений автономний | 16% | 21% |
| Помірний центральний | 12% | 12% |
| Виражений центральний | 1% | 5% |

З отриманих даних можна зробити наступні висновки:

1. У юнаків виявлені вищі фізіологічні резерви порівняно з підлітками.
2. Встановлені різні типологічні варіанти резервних можливостей регуляторних реакцій на серцевий ритм у юнаків та підлітків за динамікою показників SI та LF/HF при виконанні ортостатичної проби.
3. Обстежувані з домінуванням автономних механізмів регуляції характеризувалися низькими значеннями SI і LF/HF, тоді як особи з переважанням центральних механізмів мали високі значення цих показників та нижчі резервні можливості.



ВПЛИВ ВЖИВАННЯ «АФЛУБІНУ» НА ПОКАЗНИКИ КЛІТИННОЇ ЛАНКИ ІМУНІТЕТУ У СПОРТСМЕНІВ ІГРОВИХ ВИДІВ СПОРТУ.

Манжай Ю.А., Шейко В.І.

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Україна

We found that team-sport athletes had a significant decrease in the absolute number of lymphocytes compared with controls, due to a reduction in the absolute number of lymphocytes with membrane markers CD3+, CD22+, and CD16+ by 45.2%, 3.4%, and 16.7%, respectively. The use of "Aflubin" resulted in a significant 9.5% increase in the total number of peripheral blood lymphocytes compared with baseline, due to lymphocytes with the membrane marker CD3+ and all of their subpopulations.

Під час фізичних тренувань організм піддається довгостроковому впливу подразників та навантажень що в свою чергу перевищує пороги реагування організму та призводить до преморбідних станів, різноманітного виду порушень і виснаження. Відомо також, що пригнічення окремих компонентів імунного захисту не завжди супроводжується зниженням загальної резистентності організму, що вказує на складність і багаторівневість імунорегуляторних механізмів. В формуванні патофізіологічних процесів у спортсменів, провідне місце посідає, як стан системного імунітету в цілому так і функціональний стан неспецифічної, клітинної та гуморальної ланки (Anisov D. I., 2022; Sheiko V. I(H)., 2023; Golovachenko R. V., 2019).

Мета нашого дослідження: патофізіологічне обґрунтування вживання Афлубіну з ціллю коригування функціональних показників гомеостазу: системного імунітету та деяких біохімічних показників крові у представників ігрових видів спорту.

В дослідженні брали участь волонтери загальною кількістю 75 осіб (всі волонтери чоловічої статі, 16 – 19 років), які були розділені на дві групи. 1 групу склали практично здорові нетреновані особи (50 осіб); 2 склали 25 спортсменів різного рівня підготовки ігрових видів спорту (футбол, волейбол, баскетбол). Імунологічний статус визначали загальноприйнятими імунологічними методами (Sokolenko V. L., 2018). Для корекції стану імунної системи використовували препарат Афлубін, згідно інструкції.

Нами були виявлено, що у спортсменів ігрових видів спорту достовірно зменшення абсолютної кількості лімфоцитів, в порівнянні з контролем, за рахунок зменшення абсолютної кількості лімфоцитів з мембранними маркерами CD3+, CD22+, CD16+ на 45,2 %, 3,4 %, 16,7 % відповідно. Таким чином у спортсменів ігрових видів спорту спостерігається порушення діяльності клітинної ланки системного імунітету з формуванням функціональних ознак імунодефіцитного стану.

Після вживання «Афлубіну» спостерігалось достовірно збільшення загальної кількості лімфоцитів в периферійній крові у порівнянні з вихідними величинами на 9,5 %, за рахунок лімфоцитів з мембранним маркером CD3+ та всіх їх субпопуляцій.

Таким чином вживання Афлубіну спортсменами ігрових видів спорту викликало зменшення проявів імунодефіциту клітинної ланки системного імунітету.

Список використаних джерел:

1. Anisov D. I., Sheiko V. I(H). (2022) The state of immunological and biochemical blood parameters during physical exertion. Materials of the scientific and practical conference "Natural Sciences: Projects, Research, Prospects", Mirgorod, P. 26. [in Ukrainian].
2. Sheiko V. I(H). (2023) The effect of nasoferon on systemic immunity during physical exertion. The scientific heritage. V.1.(114). С. 9-12. [in Ukrainian].
3. Golovachenko R. V., Kuzmenko M. V., Gunina L. M., Nosach O. V. (2019) Correction of hematological homeostasis parameters during physical exertion using pharmacological agents with energetic action. Ukrainian Journal of Medicine, Biology and Sports V. 4, № 6 (22). С. 377–384. [in Ukrainian].
4. Sokolenko V. L., Sokolenko S. V., Sheiko V. I., Kovalenko O. V. (2018) Interconnection of the immune system and the intensity of the oxidative processes under conditions of prolonged exposure to small doses of radiation. Regulatory Mechanisms in Biosystems, Т. 9 вип. 2., С. 167-176. [in English].



**ENDOTHELIUM-INDEPENDENT EFFECT OF THE THIAZOLIDINEDIONES ON THE RAT
AORTA VASCULAR TONE.**

Mezhenskyi O., Philyppov I.

Bogomoletz Institute of Physiology, Kyiv, Ukraine

Thiazolidinediones (TZDs), a class of widely used antidiabetic drugs, are primarily prescribed to regulate metabolic disorders such as type 2 diabetes by improving insulin sensitivity. However, their clinical use is significantly limited by a range of adverse effects. Known side effects include heart failure, aortic coaptation, and an increased risk of bladder cancer, all of which have raised safety concerns and restricted the therapeutic application of these compounds. Understanding the underlying mechanisms behind these effects — why and how they occur — is therefore crucial. Such knowledge can guide the development of new, safer antidiabetic agents and inform the design of novel treatment protocols that either mitigate these side effects or, potentially, exploit them for therapeutic benefit.

In our study, we focused on one of the most commonly used TZDs, rosiglitazone, to investigate its effect on the vascular tone. Specifically, we examined its impact on rat aortic tissue, both in the presence and absence of the endothelium, to understand how endothelial signaling contributes to the drug's vascular actions. To assess these effects, we conducted a series of tensitometric experiments based on a modified version of Mulvany's wire myography method (Mulvany, & Halpern, 1977), which allows precise measurement of vascular tension. This setup enabled us to evaluate how the precontracted aorta contracts and relaxes in response to rosiglitazone and other compounds, providing valuable insights into the drug's direct influence on vascular function.

Our results suggest that rosiglitazone (80 μM) exerts its vascular effects through both endothelium-dependent and endothelium-independent mechanisms. The endothelium-independent pathway is nitric oxide (NO)-independent and is primarily mediated by the direct activation of soluble guanylate cyclase (sGC). This activation leads to the stimulation of protein kinase G (PKG), which subsequently activates BK_{Ca} channels on the smooth muscle cell membrane, resulting in vasorelaxation measuring at ~40% of phenylephrine (100 μM) induced contraction.

The endothelium-dependent pathway of rosiglitazone appears to also involve guanylate cyclase, but is independent of both NO and prostaglandin signaling. Importantly, our findings indicate that, contrary to previous reports, the vascular effects of rosiglitazone in the aorta are directly associated with guanylate cyclase activation rather than PKG. This conclusion is supported by the observation that rosiglitazone's effects were abolished when co-administered with the guanylate cyclase inhibitor methylene blue.

These functional results were further supported by molecular docking studies, which demonstrated that rosiglitazone binds to guanylate cyclase in a heme-dependent manner. Additionally, our experiments indicate that, despite earlier suggestions, rosiglitazone does not modulate TRPV4 channels in the aorta cells, either through specific or non-specific mechanisms.

References:

1. Mulvany, M. J., & Halpern, W. (1977). Contractile properties of small arterial resistance vessels in spontaneously hypertensive and normotensive rats. *Circulation Research*, 41(1), 19–26. <https://doi.org/10.1161/01.res.41.1.19>



ВПЛИВ ОТРУТ ГАДЮК VIPERA BERUS BERUS ТА VIPERA BERUS NIKOLSKII НА СТАН М'ЯЗОВОЇ ТКАНИНИ ЛАБОРАТОРНИХ ТВАРИН В ЕКСПЕРИМЕНТІ

Согуйко Ю.Р.

Львівська медична академія імені Андрея Крупинського Львів, Україна

На сьогоднішній день є актуальними. проблеми отруєнь внаслідок укусів гадюк. Значне різноманіття компонентів отрути стає причиною виникнення виражених патологічних змін органів і систем. Розвиток патологічного ускладнення внаслідок укусів гадюк *Vipera berus berus* та *Vipera berus nikolskii* багато в чому залежить від дози отрути та швидкості її розподілу в організмі. Порушення нормального стану організму є надзвичайно згубним, підвищує тривалість лікування та реабілітації. Тому важливим є всебічне дослідження даної проблеми з метою розробки заходів профілактики, швидкої діагностики ускладнень та ефективного лікування.

На даний час залишаються відкритими питання щодо особливостей впливу отрути гадюк на гістологічну будову органів та систем, а саме м'язової тканини. При потрапленні отрути в організм людини, відбуваються зміни особливостей гістологічної організації та перебігу біохімічних процесів в клітинах м'язової тканини, що призводить до її дисфункції. Ретельний аналіз наукових джерел продемонстрував, що недостатньо досліджені структурно-функціональні параметри м'язової тканини за умов інтоксикації отрути гадюки звичайної, також обмежені дані щодо морфологічних змін м'язової тканини за умов впливу отрут гадюки *Vipera berus berus* та *Vipera berus nikolskii*.

Vipera berus, також відома як звичайна гадюка, є видом змії, широко поширеним в Європі та деяких частинах Азії. Її отрута є сумішшю ферментативних та неферментативних компонентів, що викликають як місцеві, так і системні ефекти, включаючи набряк, кровотечу, міонекроз, шлунково-кишкові розлади, а в рідкісних випадках – рабдоміоліз, коагулопатію та гіповолемічний шок. Матричні металопротеїнази та цитокіни, які є медіаторами запалення, беруть участь як у розвитку цих реакцій, так і в регенерації тканин після гострого ушкодження.

Метою даного дослідження було проаналізувати концентрації MMP-1, -2, -3, -8, -10, тканинного інгібітору MMP TIMP-1, а також про- та протизапальних цитокінів у м'язах щурів після ін'єкції отрути двох підвидів гадюк – *V. berus berus* і *V. berus nikolskii* — з метою з'ясування їх ролі у відповіді організму на зміїну отруту.

Для виконання поставлених у дослідженні завдань і досягнення мети, був проведений експеримент, шляхом моделювання на нелінійних щурах-самцях стану гострої інтоксикації отрутою змії виду *Vipera berus berus* та *Vipera berus nikolskii*.

Всього тридцять щурів, використаних у цьому дослідженні, були випадково розділені на три групи (n=10). Контрольній групі вводили внутрішньочеревно (в/ч) 0,5 мл 0,9% розчину хлориду натрію. Першій експериментальній групі вводили внутрішньочеревно напівлетальну дозу (LD50) отрути *V. berus berus* у фізіологічному розчині (1,576 мкг 1 г маси тіла), а другій – LD50 отрути *V. berus nikolskii* у фізіологічному розчині (0,972 мкг 1 г маси тіла).

Були виявлені зміни в м'язовій тканині, а саме: значне збільшення майже всіх MMP, включаючи MMP-2, а також вміст TIMP-1, IFN- γ та протизапальних IL-4 і IL-10 з тенденцією до зниження рівня деяких прозапальних цитокінів через 24 години після введення отрути, що може бути ознакою пригнічення запалення та початку відновних процесів, пов'язаних з ремоделюванням позаклітинного матриксу та формуванням оптимального середовища для регенерації м'язів.

Ін'єкція отрути *V. berus berus* і *V. berus nikolskii* викликає зміни в м'язових тканинах, що характеризуються значним підвищенням рівня більшості MMP, TIMP-1, IFN- γ і протизапальних IL-4 і -10, а також тенденцією до зниження рівня деяких прозапальних цитокінів. Найбільші зміни були пов'язані з рівнями MMP-2, IL-4 та -10, і їх одночасне підвищення може бути ознакою пригнічення запалення та початку репаративних процесів, пов'язаних з ремоделюванням позаклітинного матриксу та формуванням оптимального середовища для регенерації скелетних м'язів. Відповідно, встановлена нами тенденція до зниження вмісту деяких прозапальних цитокінів у м'язах щурів через 24 години після отруєння також може бути ознакою пригнічення запалення та початку репаративних процесів у пошкодженому м'язі. Однак для встановлення точних механізмів виявлених нами змін необхідні подальші дослідження. Також було виявлено здатність отрути *V. berus nikolskii* викликати більш виражені зміни, що підкреслює унікальність отрут різних підвидів гадюк і залежність ефекту укусу від їхнього складу. Розуміння механізмів дії зміїної отрути може бути застосоване в медицині, фармакології та біомедичних дослідженнях, спрямованих на розробку антидотів, створення нових ліків та вивчення запальних процесів.



ВПЛИВ ВІРУСНОГО ГЕПАТИТУ С НА ПОКАЗНИКИ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ГЕМОДИНАМІКИ ТА МІКРОКРИСТАЛІЗАЦІЮ СЛИНИ

Сутормін Д. О., Шейко В. І.

Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка

We found that in normal (almost healthy) people, the microcrystallization pattern of saliva was represented by Type I (71.4%) and Type II (28.6%). Types IV and V microcrystals were observed against the background of viral hepatitis C (IV, 75%; V, 25%). Against the background of hepatitis C, a significant increase in systolic blood pressure, pulse pressure, minute and second blood volume, cardiac index, left ventricular output, circulatory efficiency coefficient, and the Robinson, Curdo, stress, and Quetelet indices was detected.

Методи сучасної діагностики поділяють на інвазивні, неінвазивні та функціональні. Інвазивні методи дослідження передбачають фізичне проникнення, в організм людини; неінвазивні дослідження - це отримання даних та показників, в якісних і кількісних характеристиках даних без порушення цілісності шкірних покривів; функціональна діагностика - методи вивчення функціонування органів і систем. Неінвазивні методи мають в перспективі широке використання для діагностики функціональних та гомеостатичних змін. Слина використовується для виявлення онкологічних та інфекційних захворювань (онкомаркери та SARS-CoV-2), що створює підґрунтя для впровадження методу дослідження мікрокристалізації слини (Caizhi Liao, 2023). У 2023 році у 29 країнах ЄС/ЄЕЗ згідно «European Centre for Disease Prevention and Control» було зареєстровано 28 622 випадки гепатиту С, що відповідає приблизному показнику 7,4 випадків на 100 000 населення (ECDC, 2025).

Метою нашої роботи було дослідити зміни в показниках центральної гемодинаміки та інтегрованих геодинамічних індексів і змін в мікрокристалізації слини хворих на вірусний гепатит-С. В роботі використані загальноприйняті методи дослідження центральної гемодинаміки (Garinova, O., 2021). Мікрокристалізацію слини досліджували за методикою Леуса П. А. рідину; типологію кристалів слини (I, II, III, IV та V тип) було проведено згідно даних (Yangyang Cui, 2022). Нами було встановлено, що в нормі (практично здорові люди) мікрокристалізаційна картина слини була представлена I (71,4%) та II (28,6%) типом, мікрокристалізація III, IV та V типу була відсутня. IV та V тип мікрокристалів спостерігався на фоні вірусного гепатиту С (IV - 75 %:V - 25 %). Достовірні відмінності (збільшення в порівнянні з контролем) на фоні гепатиту С були виявлені в: систолічному артеріальному тиску (на 7 %), пульсовому тиску (на 28 %), хвилинному об'єму крові (на 5 %), секундному об'єму крові (на 5 %), серцевому індексі (на 86 %), потужності роботи лівого шлуночка (на 13,5 %), коефіцієнті економічності кровообігу (на 26,7 %), індексі Робінсона (на 8 %), індексі Кердо (на 81 %), індексі стресу (на 24 %), індексі Кетле (на 16 %).

Таким чином, отримані нами результати вказують, що вірусний гепатит С супроводжується формуванням ознак виснаження та зменшення адаптаційних резервів, а також погіршення адаптаційних можливостей організму, що на нашу думку має зв'язок з показниками мікрокристалізації слини (вегетативна регуляція фізіологічних функцій).

Список використаних джерел:

1. Caizhi Liao, Xiaofeng Chen & Ying Fu (2023) Salivary analysis: An emerging paradigm for non-invasive healthcare diagnosis and monitoring. Interdiscip. Med [in EU].
2. European Centre for Disease Prevention and Control. Hepatitis C. In: ECDC. Annual epidemiological report for 2023. Stockholm: ECDC; 2025. <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/hepatitis-c-annual-epidemiological-report-2023>.
3. Garinova, O., Ivaniv, Y., Kucj, V. (2021) Funkcionalna diagnostika [Functional diagnostics] Kyiv. Chetverta hvilj – Kyiv «Fourth wave»
4. Yangyang Cui, Mengying Yang, Jia Zhu, Hangkun Zhang (2022). Developments in diagnostic applications of saliva in human organ diseases. Medicine in Novel Technology and Devices [in EU].



МІКРОКРИСТАЛІЗАЦІЯ СЛИНИ: ДОДАТКОВИЙ ДІАГНОСТИЧНИЙ НЕІНВАЗИВНИЙ ЗАСІБ ОЦІНКИ СТАНУ ЗДОРОВ'Я

Сутормін Д. О., Шейко В. І.

Київський професійний коледж з посиленою військовою та фізичною підготовкою

Saliva serves as a multimodal signaller of health status, the collection of which is easily accessible and cost-effective without compromising the integrity of the skin. The method of dehydrated saliva drops is used in scientific publications describing chronic stress, changes in the activity of the autonomic nervous system and the presence of metabolic-associated pathologies.

Слина слугує мультимодальним сигналізатором стану здоров'я, забір якої без порушення цілісності шкірних покривів, є легкодоступним та економічно вигідним (Surdu, A., 2025). Напрямок дослідження слини все частіше починає з'являтися в понятті «слиноміка» з подальшим його гілкуванням залежно від досліджуваної складової слини, а саме: протеоміка, геноміка, метаболоміка, імуноміка, мікробіоміка та транскриптоміка (Сутормін Д. О., 2024). Висока доступність слини робить її центром досліджень біомаркерів та демонструє свою діагностичну цінність при захворюваннях ротової порожнини, діабеті, захворюваннях нирок, гепатиті, нейродегенеративних захворюваннях та імунодефіцитних захворюваннях (Song, M., 2023). Аспекти та процеси мікрокристалотворення в краплі слини зачіпають як органічні, так і неорганічні компоненти (утворення мікрокристалів в білковому золі), що дає змогу вважати мікрокристалізацію слини діагностичним критерієм функціонального стану організму та маркером фізіологічних змін внаслідок дії чинника.

Метою нашої роботи було оцінити можливість застосування методу мікрокристалізації слини як неінвазивного методу оцінки стану здоров'я. Іноземні вчені виділяють 5 типів мікрокристалізації слини (Spinei A., 2014). I тип має чіткий кристалічний малюнок в вигляді «листка папороті». II тип має мікрокристалічні голковидні структури, тобто меншу кількість дендритних відростків. Морфологія III типу передбачає наявність зірчато-подібних кристалів або видозмінених неправильних форм і центральній зоні дегідратованої краплі. V тип має значну кількість відокремлених мікрокристалів овально-подібної або неправильної форм. Структура IV типу характеризується наявністю окремих гілчато-подібних мікрокристалів відносно всієї дегідратованої краплі. Застосування методу дегідратованої краплі слини знаходить місце в ряді наукових публікацій останнього десятиліття, зокрема Ємельянова Н. Ю. освітлює в науковому доробку мікрокристалізацію слини у осіб, які мають хронічний стрес з ризиком метаболічно-асоційованих патологій внаслідок зміни активності ланок вегетативної нервової системи, вказує на функціональне навантаження та супроводжується наявністю IV та V типом мікрокристалізації слини за Леусу-Кукіною (Сутормін Д. О., 2024; Сутормін Д. О., 2023).

Таким чином вищевказане дозволяє стверджувати, що метод мікрокристалізації слини знаходить своє місце серед досліджень функціонального стану, фізіологічних та патофізіологічних процесів цілісного організму що віддзеркалено в наукових публікаціях вітчизняних та іноземних вчених.

Список використаних джерел:

1. Surdu, A., Foia, L. G., Luchian, I., Trifan, D., Tatarciuc, M. S., Scutariu, M. M., Ciupilan, C., & Budala, D. G. (2025). Saliva as a diagnostic tool for systemic diseases—A narrative review. *Medicina*, 61(2), 243. [in EU].
2. Сутормін Д. О. (2024) Moderní aspekty vědy: LI. Díl mezinárodní kolektivní monografie. Мета-аналіз аспектів слиноміки для медико-біологічних досліджень. S.230-242. Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o. [in Ukrainian].
3. Song, M., Bai, H., Zhang, P., & et al. (2023). Promising applications of human-derived saliva biomarker testing in clinical diagnostics. *International Journal of Oral Science*, 15(2). [in EU].
4. Сутормін Д. О., Шейко В. І. (2023). Мікрокристалізація слини як маркерний показник фізіологічних та патофізіологічних процесів. Наукові записки. Біологічні науки (Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя). № 2. С. 76-83. [in Ukrainian].
5. Aurelia Spinei, Alina Monica Picos, Ina Romanciuc, Antonela Berar & Ana Maria Mihailescu (2014). The study of oral liquid microcrystallization in children with Gastro-Esophageal reflux disease. *Clujul Medical* [in EU].

ВПЛИВ МЕТРЕЗДІАЗЕНОНУ, СИНТЕЗОВАНОГО НА ОСНОВІ БЕНЗОДІАЗЕПІНУ, НА ПОВЕДІНКУ ТА ВМІСТ ЖОВЧНИХ ПІГМЕНТІВ У ЩУРІВ З ПАРКІНСОНІЧНИМ СИНДРОМОМ

Штанова Л.Я.^{1,2}, Весельський С.П.¹, Янчук П.І.¹, Рожнова Р.А.², Цимбалюк О.В.¹, Шабликіна В.О.¹, Хиля В.П.¹

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка

²Інститут хімії високомолекулярних сполук

Parkinson's disease (PD) is associated not only with neurological problems, but also with significant changes in peripheral organs and peripheral metabolism. This study aimed to investigate the effect of a novel benzodiazepine derivative, metresdiazenone, on the locomotor and exploratory behavior as well as bile pigments content in rats with a rotenone model of Parkinsonian syndrome (PS). Our results showed that rotenone impaired motor and exploratory behavior in rats and reduced the level of bile pigments by 30.6%. Metresdiazenone at a dose of 1 mg/kg restored bile pigment content to 85% of control levels. At dose of 2 mg/kg, the content of bile pigments corresponded to control level, and at 4 mg/kg, it exceeded this indicator by 12.7%. The behavior of rats with PS also improved under the influence of metresdiazenone.

Хвороба Паркінсона (ХП) пов'язана не лише з неврологічними проблемами, але й зі значними функціональними змінами органів, у тому числі й процесів метаболізму. Метою роботи було вивчити локомоторну та орієнтовно-дослідницьку поведінку, вміст пігментів жовчі у щурів з ротоновою моделлю паркінсонічного синдрому (ПС), а також оцінити дію нового похідного бензодіазепіну – метрездіазенону, на досліджувані показники. Для досягнення мети залучали тест "відкритого поля" та метод тонкошарової хроматографії. Одержані результати показали, що під впливом ротонону у жовчі, порівняно з контролем, на 30,6% зменшувалася концентрація білірубину та білівердину. Під впливом метрездіазенону в дозі 1 мг/кг вміст пігментів жовчі відновився до 85% відносно контрольних значень, у дозі 2 мг/кг – концентрація цих пігментів сягала норми, а при 4 мг/кг – перевищувала таку на 12,7%. При відсутності лікування вміст пігментів був істотно меншим, ніж у контролі (Рисунок).

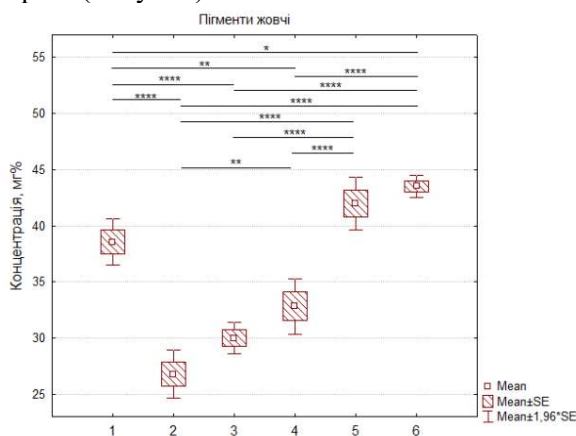


Рисунок. Ефекти метрездіазенону на вміст пігментів у жовчі щурів з паркінсонічним синдромом, викликаним ротононом. 1 – контроль, 2 – ротонон, 3 – ротонон і 1%-й диметилсульфоксид, 4, 5, 6 – ротонон і метрездіазенон в концентрації 1, 2, 4 мг/кг відповідно. * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, **** $P < 0,0001$ щодо значень контрольної групи; $M \pm SE$; $n=10$. 1%-й розчин диметилсульфоксиду використовували для підвищення розчинності метрездіазенону.

У щурів з експериментальним ПС як локомоторна, так і орієнтовно-дослідницька поведінка, порівняно з контролем, були суттєво ослабленими. Зокрема, кількість перетнутих квадратів "відкритого поля" зменшилася на 84%, а частота вставання на задні лапи – на 67%. Під впливом метрездіазенону в дозах 1, 2, 4 мг/кг рухова та дослідницька активність експериментальних тварин досягли норми, тоді як без застосування метрездіазенону повного відновлення показників не було. Таким чином, метрездіазенон усуває порушення поведінки та нормалізує вміст жовчних пігментів у щурів з ротоновою моделлю ПС.



**ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ОБМІН У ПЕЧІНЦІ ЩУРІВ ІЗ ПАРКІНСОНІЧНИМ СИНДРОМОМ,
ІНДУКОВАНИМ РОТЕНОНОМ, ПРИ ДІЇ МЕТАНІНДІАЗЕНОНУ**
Штанова Л.Я.^{1,2}, Весельський С.П.¹, Янчук П.І.¹, Рожнова Р.А.², Цимбалюк О.В.¹, Москвіна
В.С.¹, Хиля В.П.¹

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

²Інститут хімії високомолекулярних сполук, Київ, Україна

E-mail: shtanova@ukr.net

It is widely recognized that mitochondrial dysfunction in dopaminergic neurons leads to their death and the development of Parkinson's disease (PD). The aim of this work was to study the effect of methanidiazenone on energy metabolism in the liver of rats with rotenone-induced Parkinsonian syndrome (PS). Our data indicate that in rats with PS compared to the control the content of ATP in bile decreased by 40%, while the levels of AMP, xanthine and hypoxanthine increased by 87,5%, 55,6%, and 25%, respectively. The ratio of AMP/ATP increased by 200%. Methanidiazenone in a dose of 1,0 and 2,0 mg/kg normalized all studied indicators of purine metabolism. The presented results show that methanidiazenone significantly improves purine metabolism in the liver of rats with PS induced by rotenone, normalizing mitochondrial function of hepatocytes.

Хвороба Паркінсона (ХП) симптоматично характеризується моторними й немоторними порушеннями в організмі людини, зокрема розладами роботи травної системи. Припускають, що мітохондріальна дисфункція дофамінергічних нейронів чорної субстанції є однією з можливих причин їхньої загибелі та розвитку даної патології. Метою нашої роботи було оцінити вплив нового похідного бензодіазепіну – метаніндіазенону на енергетичний обмін у печінці щурів із паркінсонічним синдромом (ПС), викликаним дією ротенону. У зразках жовчі щурів з ПС методом тонкошарової хроматографії визначали концентрацію АТФ, АДФ, АМФ, гіпоксантину та ксантину. Одержані результати свідчать, що під впливом ротенону вміст АТФ у жовчі зменшився на 40%, а АМФ, ксантину та гіпоксантину, навпаки, збільшився на 87,5, 55,6 та 25% відповідно щодо контрольних значень. Співвідношення АМФ/АТФ, яке є важливим показником функціонального стану мітохондрій, під впливом ротенону зросло на 200% порівняно з контролем. Метаніндіазенон у дозі 1 і 2 мг/кг нормалізував усі досліджувані нами показники пуринового обміну в жовчі піддослідних щурів. Таким чином, метаніндіазенон – нове похідне бензодіазепіну відновлював метаболізм пуринів у печінці щурів з ПС, індукованим ротеноном, що вказує на нормалізацію функціонування мітохондрій у гепатоцитах. Цей препарат може розглядатись як потенційний додатковий засіб при лікуванні ХП і, можливо, інших нейродегенеративних захворювань, пов'язаних з порушенням функцій мітохондрій.



STRUCTURAL CHANGES IN THE CONNECTIVE TISSUE OF THE THYROID GLAND OF RATS AFTER THE ADMINISTRATION OF LIPOPOLYSACCHARIDES

Yanko R.V.

*Bogomoletz Institute of Physiology National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
International Center for Astronomical, Medical and Ecological Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

Lipopolysaccharides are the main component of the cell wall of gram-negative bacteria. They are also known as endotoxins, which can significantly affect the functioning of various organs, including the activity of the thyroid gland. Lipopolysaccharides can disrupt the normal functioning of the hypothalamic-pituitary-thyroid axis, which leads to changes in the level of thyroid hormones in the blood. Lipopolysaccharides can also affect the histological structure of the thyroid gland, causing hyperemia, desquamation of the follicular epithelium and depletion of colloid. However, at present there is almost no information about the structural changes in the connective tissue in the gland when lipopolysaccharides are administered. After all, when pathology occurs in the thyroid gland, connective tissue often grows, which leads to densification of its parenchyma and inhibition of activity.

The purpose of the work was to investigate the effect of lipopolysaccharides on histomorphometric changes in the connective tissue of the thyroid gland of rats.

The study was conducted on 20 male Wistar rats, whose age at the beginning of the experiment was 3 months. Rats of all groups were kept under standard conditions. Systemic inflammation in rats was modeled by intraperitoneal administration of lipopolysaccharides. The animals were divided into 2 groups: group I – control rats, which received a single intraperitoneal injection of saline solution (1 ml); group II – rats, which received a single intraperitoneal injection of lipopolysaccharides (Lipopolysaccharides from *Escherichia coli* 0111:B4, Sigma-Aldrich, USA) at a dose of 1 mg/kg. On the 28th day, after the administration of lipopolysaccharides, the rats were removed from the experiment. Histological preparations were prepared from the thyroid gland tissue according to the standard method. Histomorphometric analysis of the state of the gland's connective tissue was carried out using the computer program "ImageJ".

The connective tissue framework of the gland includes a capsule and stroma. The latter is divided into interlobar, interlobular and interfollicular connective tissue. It was found that on the 28th day after the administration of lipopolysaccharides to rats, the number of connective tissue elements in the thyroid gland significantly increases. Thus, a significant increase in the relative area of connective tissue by 51% was noted in the gland. This led to a significant increase in the stromal-parenchymal index (the ratio of the relative area of the connective tissue to the area of the gland parenchyma) by 65% compared to the control. Also, in rats, the administration of lipopolysaccharide led to a significant increase in the width of the interlobar, interlobular and interfollicular connective tissue layers by 63, 54 and 58%, respectively, compared to the control. The growth of connective tissue in the gland inhibits the transport of oxygen to the parenchymal elements, worsens the conditions for metabolism, and reduces the penetration of hormones into the blood.

According to the obtained morphometric indicators, it can be concluded that the administration of lipopolysaccharides promotes the growth of connective tissue in the thyroid gland of rats. This should be taken into account in the complex treatment of systemic inflammatory processes caused by the negative impact of lipopolysaccharides, which cause a decrease in the activity of the thyroid gland and the development of fibrosis in it.



РОЛЬ НИЗХІДНИХ ШЛЯХІВ У РЕГУЛЯЦІЇ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЕСЯТОЇ ПЛАСТИНКИ СПИННОГО МОЗКУ

Андрієвська А. С.¹, Блащак І. О.², Галайдич О. В.², Нечай А. О.³, Кротов В. В.², Білан П. В.^{2,3}

¹Київський національний університет ім. Т.Г. Шевченка;

²Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця; ³Київський академічний університет

To investigate the mechanisms of descending pain control, this study analyzed the effects of noradrenaline (NA), dopamine, serotonin, and opioids on sensory networks in rat spinal cord Lamina X (ex vivo). Using patch-clamp and dorsal root potential analysis, NA was found to significantly inhibit nociceptive C-fiber input at this crucial visceral pain center. NA also substantially decreased postsynaptic currents and action potential generation in Lamina X neurons. These findings suggest that descending monoamines and opioids mediate potent presynaptic inhibition of primary afferents, highlighting their critical role in modulating nociceptive signaling at the spinal cord level.

Хронічний нейропатичний біль залишається серйозною медичною проблемою, оскільки ефективність сучасних методів лікування часто обмежена (Heijmans, L., 2021). Важливу роль у контролі больових сигналів відіграє низхідна система, що модулює сенсорну передачу на рівні спинного мозку (Petroianu, G.A., 2023). Особливий інтерес в цих дослідженнях становить десята пластинка спинного мозку (González-Hermosillo, D.-C., 2023). Метою дослідження було визначити вплив норадреналіну та інших нейромедіаторів залучених у низхідний контроль на сенсорні мережі десятої пластинки у *ex vivo* препараті половини спинного мозку щура.

Експерименти проводились на щурах лінії Wistar віком 11-12 днів. Використовувався препарат цілої половини спинного мозку з інтактними дорзальними корінцями L4-L5. Реєстрацію електрофізіологічної активності здійснювали методом петч-клемп у конфігурації «ціла клітина» у нейронах десятої пластинки. Зміну потенціалу дорзального корінця реєстрували з корінця L4 при стимуляції корінця L5. Первинні аференти стимулювали різними конфігураціями струму для вибіркової активації А-, А δ - та С-волокон. Нейромедіатори додавали до зовнішньоклітинного розчину в концентраціях : норадреналін – 20 мкМ, допамін – 10 мкМ, серотонін – 10мкМ, а також DAMGO (специфічний агоніст μ -опіоїдних рецепторів). Реєстрації проводили до додавання, після 10 хвилин з моменту додавання та після відмивки нейромедіатора. Застосування норадреналіну призводило до суттєвого зменшення потенціалу дорзального корінця (сумарної деполяризації первинних аферентів) - у 2-2,7 рази в залежності від типу волокон. Найбільш виражений інгібуєчий ефект спостерігався при вибірковій стимуляції С-волокон, які беруть участь у передачі ноцицептивних сигналів. Аналогічні результати були отримані і при використанні інших нейромедіаторів залучених у низхідний контроль.

У нейронах десятої пластинки додавання норадреналіну зменшувало площу сумарних постсинаптичних струмів у ~6 разів та амплітуду моносинаптичних відповідей у ~4 рази. Після відмивки показники повертались до вихідних значень. Додатково прикладання норадреналіну знижувало у нейронах десятої пластини кількість потенціалів дії, що свідчить про антиноцицептивний ефект цього нейромедіатора на нейрони десятої пластинки спинного мозку.

На основі результатів наших досліджень можна зробити висновок, що норадреналін, допамін, серотонін та ендогенні опіоїди беруть участь в пресинаптичному гальмуванні первинних аферентів та відіграють важливу роль у низхідному контролі ноцицептивної сигналізації на рівні десятої пластинки спинного мозку.

Робота підтримана НАН України за програмами 1030 та 1230.

Список використаних джерел:

1. Heijmans, L., Mons, M.R. & Joosten, E.A. (2021) 'A systematic review on descending serotonergic projections and modulation of spinal nociception in chronic neuropathic pain and after spinal cord stimulation', *Molecular Pain*, 17, p.17448069211043965. doi:10.1177/17448069211043965.
2. Petroianu, G.A., Aloum, L. & Adem, A. (2023) 'Neuropathic pain: Mechanisms and therapeutic strategies', *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 11, 1072629. doi:10.3389/fcell.2023.1072629.
3. González-Hermosillo, D.-C., González-Hermosillo, L.-M., Villaseñor Almaraz, M. et al. (2023) 'Current concepts of pain pathways: a brief review of anatomy, physiology, and medical imaging', *Current Medical Imaging*, 20(1), pp. 1–17. doi: 10.2174/1573405620666230519144112



**ВІДКРИТТЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОХІДНИХ ЗОЛПІДЕМУ — ПОЗИТИВНИХ
АЛОСТЕРИЧНИХ МОДУЛЯТОРІВ ЛЮДСЬКИХ РЕЦЕПТОРІВ ГАМК_A**
**¹Єгорова О. В., ¹Волкова Т. М., ¹Кулик В. Б., ²Коробко С. М., ²Черних А.І., ¹Чернінський А.
О., ¹Максимюк О. П.**

¹Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України, м. Київ

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Insomnia is linked to GABA_A receptor dysfunction, making them a crucial therapeutic target. Our study aimed to identify and characterize novel structural motifs for GABA_A PAMs. Using cheminformatics and molecular docking, we designed and synthesized 15 structures based on the Zolpidem scaffold. Their pharmacological activity was assessed using the whole-cell patch-clamp technique on CHO cells. This screening identified 5 active chemotypes that showed dose-dependent potentiation of GABA_A-mediated currents, increasing amplitude by 25%-50% at 100 μM. Cytotoxicity assays confirmed no acute toxicity in vitro at the maximum tested concentration. In conclusion, we identified 5 non-toxic GABA_A PAMs, validating our computational model and providing promising candidates for further development against sleep disorders.

76

Близько третини дорослого населення світу страждає на безсоння. Цей розлад суттєво погіршує якість життя та здоров'я хворих й часто супроводжує різноманітні нейропсихіатричні стани, зокрема і посттравматичний стресовий розлад. Зниження гальмівної нейротрансмісії, опосередкованої іонотропними рецепторами γ-аміномасляної кислоти типу А (ГАМК_A), сприяє порушенням ініціації та підтримання сну. Хоча модулятори бензодіазепінового сайту (наприклад, золпідем) є досить ефективними, когнітивні побічні ефекти та розвиток толерантності стимулюють подальший пошук нових удосконалених позитивних алостеричних модуляторів (ПАМ) цих рецепторів. У цьому дослідженні ми ідентифікували та провели фармакологічне профілювання нових низькомолекулярних похідних імідазопіридину, що діють як ПАМ на α1β2γ2 ГАМК_A рецепторах людини.

За допомогою методів хемоінформатики та молекулярного докінгу було ідентифіковано 25 нових структур на основі золпідему з прогнозовано сприятливими параметрами зв'язування та з найвищими індексами активності; було синтезовано 15 пріоритетованих сполук. Фармакологічну активність цих сполук оцінювали за допомогою методу петч-клямп. Дослідження проводили на клітинах лінії СНО що стабільно експресує α1β2γ2 ГАМК_A-рецептори людини. ГАМК_A струми активували прикладанням 25 мкМ ГАМК при підтримуючому потенціалі -70 мВ. Цитотоксичність визначали через 24 год із використанням стандартних тестів оцінки життєздатності клітин із візуальним контролем морфології.

Фармакологічний скрінінг ідентифікував п'ять активних сполук, що статистично достовірно потенціювали ГАМК струми ($p < 0,05$; $n = 8-12$), збільшуючи його амплітуду на 25-50 %. Дві найефективніші сполуки спричиняли достовірну потенціацію у концентрації 20 мкМ. Жодна з активних сполук не виявила цитотоксичності у концентраціях до 500 мкМ включно, а також не спричинила помітних морфологічних змін у досліджуваних клітинах.

Отримані результати вказують на ефективність шляху розробки «in silico → синтез → електрофізіологія» для раціонального дизайну ПАМ ГАМК_A-рецепторів і вказують на перспективність імідазопіридинового ядра в якості перспективного структурного мотиву для активних сполук. Виявлене посилення функції α1β2γ2 ГАМК_A-рецепторів та відсутність гострої цитотоксичності є міцною основою для подальшої оптимізації виявлених сполук, що відкриває подальші перспективи застосування їх у якості прототипів для пошуку новітніх снодійних препаратів.

Робота виконана за підтримки гранту 2023.03/0181 від Національного Фонду Досліджень України.



**APOPTIC AND NON-APOPTIC DEATH OF EPIDIDYMIS SPERMS UNDER THE
CONDITION OF OXIDATIVE STRESS *IN VITRO***

Kaleinikova O.

Bogomoletz Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

In the context of male reproductive health, oxidative stress (OS) is a likely cause of sperm dysfunction. Excessive production of ROS damages sperm membrane, proteins, and DNA, impairing sperm motility, viability, and the ability to fertilize the oocyte. In addition, OS is associated with DNA fragmentation, which is associated with higher rates of infertility, poor pregnancy outcomes, and an increased risk of genetic abnormalities in the offspring. Since oxidative damage to sperm DNA is associated with both miscarriages and developmental abnormalities in the offspring, it is urgent to find strategies to reduce such stress, which requires study using experimental models, including the development/testing of new effective antioxidant drugs.

The work aims to study the effect of substances that increase the number of free radicals (H_2O_2), their concentration, and exposure time, on the viability of epididymis cells (sperm) for OS modeling *in vitro*, which has not been studied previously. Consistent with the aim, the following tasks were formulated: 1) To assess the viability of spermatozoa under the conditions of OS modeling *in vitro*. 2) To assess the proportions of living and dead spermatozoa cells through autophagy and apoptosis under the conditions of oxidative stress ("medium" and "strong") modeling *in vitro*.

The work was performed using male Alba mice weighing 20-25 g.

Animals were removed from the experiment by cutting the spinal cord under general anesthesia, following the rules of euthanasia, and an assessment of the viability of epididymis cells was performed. The cell suspension (50 μ l) was mixed with an equal volume of 1% trypan blue. Viable cells remained unstained, while non-viable cells were stained blue. The ratio of viable cells to the total number of counted cells was calculated as the percentage of viability for each sample. OS was modeled using H_2O_2 . Adding calculated amounts of H_2O_2 (88597, Sigma-Aldrich, USA) to phosphate-buffered saline (PBS), pH 7.4, resulted in OS: "weak"; "middle"; "strong". The ratio of viable cells to the total number of counted cells was calculated as a percentage of viability for each sample. The average number of non-viable (trypan blue-stained) and live (not trypan blue-stained) cells was estimated under the conditions of their incubation at 32°C for 60 min, 30 min, 15 min, and 5 min. A decrease in the number of live (not stained with trypan blue) and an increase in non-live (stained with trypan blue) cells were found under conditions of both an increase in the concentration of H_2O_2 and an increase in the duration of incubation of cells at 32°C.

After cell isolation, morphological assessment was performed using the routine trypan blue dye exclusion method (0.2% solution in 0.9% NaCl). Apoptotic and non-apoptotic cell death was assessed by morphological features using double staining with fluorescent nucleic acid dyes Hoechst 33342 and propidium iodide, as well as Monodansyl cadaverine (0.05 mM) for autophagy. The assessment was performed on at least 400 cells using a fluorescent microscope with x85 water-immersion objective and a video system for image transfer to a computer.

The obtained data were checked for normality of distribution using the Kolmogorov-Smirnov test. Then, ANOVA analysis of variance with post hoc Turkey's multiple comparison test was performed using the Graph Pad Prism program, version 8.1.0.325 for Windows (Graph Pad Software, USA). The results were expressed as mean values \pm standard deviation ($M \pm SD$).

Under conditions of oxidative stress, "middle" and "strong", an increase of 1.96 times and 2.79 times in the number of non-living (trypan blue-stained) spermatozoa was established, respectively. Under conditions of "middle" (250.0 μ M) OS, there is a 1.15-fold decrease in the number of living cells ($P < 0.05$, $n = 5$) and an increase of 2.05 times in apoptotic and 2.23 times in necrotic cells compared to the same values in the control. Under conditions of "middle" (250.0 μ M) OS, there is a 1.49-fold increase in autophagic cells compared to such values in the control. Under conditions of "strong" (500.0 μ M) OS, there is a 1.56-fold decrease in the number of live cells, an increase in apoptotic and necrotic cells by 4.09 times compared to such values in the control. Under conditions of "strong" (500.0 μ M) oxidative stress, there is a 1.97-fold increase in autophagic cells compared to such values in the control.

Under conditions of oxidative stress, there is a decrease in the number of live cells and an increase in apoptotic, necrotic, and autophagic cells compared to such values in the control. For further studies, conditions of "middle" (250.0 μ M) oxidative stress will be used.



MELATONIN ADMINISTRATION MODULATES BMAL1 UNDER HIGH FAT DIET-INDUCED RENAL DAMAGE IN WISTAR RATS

Kalmukova O.¹, Zavora A.^{2,3}, Cherezova A.², Savchuk O.¹, Stefanenko M.⁴, Fedoriuk M.⁴, Nepomnyashchy V.⁵, Dzerzhynskyi M.¹, Semenikhina M.⁴, Ilatovskaya D. V.², Palygin O.⁴

¹ Educational and Scientific Center "Institute of Biology and Medicine", Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

² Department of Physiology, Augusta University, Augusta, GA, United States

³ Medical Institute of Sumy State University, Sumy, Ukraine

⁴ Department of Medicine, Division of Nephrology, Medical University of South Carolina, Charleston, SC, United States

⁵ Department of Toxicology, State Institute of Pharmacology and Toxicology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Obesity is a major contributor to renal injury, partly through circadian rhythm disruption and oxidative stress. The molecular clock component BMAL1 (Brain and Muscle ARNT-Like 1) plays a central role in maintaining renal circadian homeostasis, and its dysregulation has been linked to metabolic and structural kidney abnormalities. Melatonin, a key circadian regulator and antioxidant, has emerged as a promising agent for restoring clock gene function and protecting against obesity-induced renal pathology.

In this study, we evaluated the effects of chronic melatonin supplementation on kidney injury and BMAL1 expression patterns in a high-fat diet (HFD)-induced obesity model. Male Wistar rats were fed a control or hypercaloric diet for six weeks, followed by seven weeks of vehicle or melatonin treatment (30 mg/kg/day, ad libitum). Morphometric, biochemical, and histopathological parameters were analyzed using PAS, Masson's trichrome, Picosirius Red staining, BMAL1 and KIM-1 immunohistochemistry.

Obese rats exhibited increased visceral adiposity, elevated resistin levels, renal hypertrophy, fibrosis, tubular degeneration, and glomerular injury, accompanied by upregulation of KIM-1. Melatonin administration significantly attenuated these alterations, reducing renal fibrosis and KIM-1 expression and improving glomerular and tubular morphology. Importantly, melatonin enhanced nuclear BMAL1 localization in lean kidneys, consistent with activation of local clock mechanisms. However, in obese animals, this melatonin-driven nuclear translocation was blunted, with BMAL1 accumulating in the distal tubular cytoplasm, suggesting altered intracellular trafficking and impaired clock signaling under metabolic stress.

These findings provide novel evidence that obesity disrupts melatonin-mediated BMAL1 regulation in the kidney, linking circadian dysfunction to renal injury. Chronic melatonin supplementation mitigates high-fat diet-induced renal pathology not only through anti-fibrotic and cytoprotective effects but also by partially restoring circadian molecular integrity. This study highlights BMAL1 as a potential mechanistic target for melatonin-based interventions in obesity-related renal disease.

Acknowledgments

The CBA Electron Microscopy and Histology Core, and Georgia Research Pathology Service of Augusta University are recognized for their invaluable help with samples processing and staining. Dr. David M. Pollock (University of Alabama at Birmingham) is gratefully acknowledged for his valuable recommendation on the BMAL1 immunohistochemistry protocol for renal detection of BMAL1.

The work was supported by the Department of Cytology, Histology and Reproductive Medicine of the Educational and Scientific Centre "Institute of Biology and Medicine" of Taras Shevchenko National University of Kyiv "Morpho-functional manifestations and factors of proliferation and differentiation disorders processes in tissues" # 24KF036-07; American Heart Association (AHA) International Visiting Professorship Award 24IVPHA1293598 (to OK, OP), AHA Strategically Focused Network on CKMS (<https://doi.org/10.58275/AHA.25SFRNPCKMS1467444.pc.gr.230033>) (to OP, DVI), AHA Transformational Project Award (<https://doi.org/10.58275/AHA.24TPA1283630.pc.gr.196652> to DVI), AHA Career Development Award 25CDA1449142 (to MSE), AU Physiology startup funds (to DVI), and Dialysis Clinic, Inc. Paul Teschan Research Fund (to OP).



**THE ANTIMALARIAL COMPOUNDS QUININE, QUINIDINE, AND MEFLOROQUINE
DECREASE THE FREQUENCY OF THE EPILEPTIFORM DISCHARGES IN THE LOW
CALCIUM MODEL OF EPILEPSY IN THE RAT HIPPOCAMPUS**

Klymenko M. Yu., Isaev D. S.

Bogomoletz institute of physiology, department of cellular membranology.

Epilepsy is a widespread neurologic condition that affects approximately 70 million people worldwide, of whom around 30-40% are resistant to treatment with antiepileptic drugs (Kalilani et al., 2018). During the last century quinine, quinidine, and mefloquine have provided an effective treatment for malaria. These substances affect transmission at both neuromuscular junctions and synapses. Mefloquine can cause alterations in neurotransmitters, disruption of calcium homeostasis, and changes in gap junction intercellular communications (Thompson et al., 2007; Xu et al., 2022).

Our study aimed to estimate the effect of quinine, quinidine, and mefloquine in different concentrations on the frequency and amplitude of epileptic discharges in a low calcium nonsynaptic model of epilepsy.

For our experiment, we used male Wistar rats aged 14 days. In our study, we simultaneously recorded extracellular potentials from pyramidal neurons of the CA1 and CA3 hippocampal areas. To evoke electrographic seizures in the rat brain slices, we used a modified ACSF solution with changed ion composition (*NaCl 115 mM, KCl 5 mM, CaCl₂ 0 mM, MgCl₂ 1 mM, NaH₂PO₄ 1,25 mM, NaHCO₃ 24 mM, Glucose 11 mM*). Solutions were applied to the recording chamber. To evoke electrographic seizures in the rat brain slices, we applied quinine, quinidine, and mefloquine to the modified ACSF solution in concentrations of 10 μ m and 100 μ m.

Electrographic seizures appear after several minutes of modified ACSF solution application. Average frequency (n=15) of electric discharge in CA1 varied from 1.68 to 4.4 s⁻¹ and in CA3 from 3.2 to 5.8 s⁻¹. Amplitude (n=15) of electric discharge in CA1 varied from 102.6 to 148.5 mV and in CA3 from 103.3 to 151.9 mV. Application of 10 μ m quinine decreases the frequency of epileptic discharges in CA1 hippocampus by 78.9%, 100 μ m by 92.6%, and in CA3, 10 μ m quinine reduces frequency by 39 %, 100 μ m by 74%. The frequency of epileptiform activity in the CA3 hippocampal region is significantly lower after adding 100 μ m of quinine, quinidine, and mefloquine separately.

Our experiments demonstrate that quinine in therapeutically relevant concentrations reduces the frequency of the discharges in the CA1 zone of the hippocampus, while quinine, quinidine, and mefloquine all show efficacy in reducing the frequency in the CA3 zone. There are no significant changes in the amplitude of epileptiform activity after the application of all substances in the low calcium nonsynaptic model of epilepsy.

Funded by Ukrainian-Swiss Joint Research Programme (USJRP) Grant number 224889

References

1. Kalilani, L., Sun, X., Pelgrims, B., Noack-Rink, M., & Villanueva, V. (2018). The epidemiology of drug-resistant epilepsy: A systematic review and meta-analysis. *Epilepsia*, 59(12), 2179-2193. <https://doi.org/10.1111/epi.14596>
2. Thompson, A., Lochner, M., & Lummis, S. (2007). The antimalarial drugs quinine, chloroquine and mefloquine are antagonists at 5-HT₃ receptors. *British Journal of Pharmacology*, 151(5), 666-677. <https://doi.org/10.1038/sj.bjp.0707238>
3. Xu, D., Chen, S., Yang, J., Wang, X., Fang, Z., & Li, M. (2022). Precision therapy with quinidine of KCNT1-related epileptic disorders: A systematic review. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 88(12), 5096-5112. <https://doi.org/10.1111/bcp.15479>



**ULTRASTRUCTURAL PROFILE OF MUSCLE TISSUE ADAPTATION TO PHYSICAL LOAD
UNDER CONDITIONS OF TRAINING**

Korman Sh.-A.S., Lukyantseva H.V.

National University of Physical Education and Sport of Ukraine, Kyiv

Regular physical activity induces multilevel adaptation of skeletal muscle tissue, manifesting at both functional and ultrastructural levels (Coletti, C., 2022; Gan, Z., 2018). Morphometric changes in mitochondria (MT), vascularization, and the state of microcirculation are considered key markers of muscular adaptation efficiency (Poole, D. C., 2021). In this context, the aim of our study was to comprehensively characterize the ultrastructural response of muscle tissue to controlled physical load (CPL) under different levels of training.

The study of structural remodelling of the gastrocnemius muscle after CPL was carried out on sexually mature male Wistar rats, in accordance with the provisions of the "European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and Other Scientific Purposes" (Strasbourg, 1986) and the principles of the Helsinki Declaration (2000). The animals were divided into 3 groups: control (Group CR, no CPL), untrained (Group UR, single CPL), and trained (Group TR, daily CPL for 3 weeks). The CPL involved 30 minutes of swimming with an additional load equal to 7.0% of body mass, after which morphometric analysis of muscle ultrastructure was performed using transmission electron microscopy. Data were processed using IBM SPSS Statistics (version 26).

In trained animals after CPL, there was a statistically significant increase in the number of functioning capillaries and thickness of the histochemical barrier compared to the untrained group (tb1).

Table 1 - Ultrastructural parameters of the gastrocnemius muscle in untrained and trained animals

| Parameters | Group UR (n=26) | Group TR (n=18) |
|--|-----------------|-----------------|
| Number of functioning capillaries | 9,4±1,6 | 11,5±0,7* |
| Thickness of the histochemical barrier | 274±32 | 325±25* |
| Barrier thickness after CPL | 500±34+ | 410±25+ |
| Change in capillary number after CPL | 11,3±2,0 | 18,6±2,6+ |

Note: * - significant difference between UT and TT; + - significant before and after CPL

Mitochondrial morphometry revealed a higher density of subsarcolemmal and intramyofibrillar mitochondria in trained rats, indicating active processes of energy adaptation (Table 2).

Table 2 - Morphometric characteristics of MT in the gastrocnemius muscle under CPL (M±m)

| Group | Type of MT | Total MT per 10 μm ² | Structurally altered MT (%) | Mean MT diameter (μm) |
|-----------------|-------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Group CR | Subsarcolemmal | 9,8±2,5 | 3,7±0,5 | 0,31±0,07 |
| | intramyofibrillar | 6,4±1,2 | 0,7±0,3 | 0,62±0,06 |
| Group UR | Subsarcolemmal | 8,1±1,9 | 12,4±1,5* | 0,61±0,06* |
| | intramyofibrillar | 5,1±1,1 | 3,4±0,9* | 0,75±0,03* |
| Group TR | Subsarcolemmal | 16,6±2,8*# | 13,8±1,8* | 0,44±0,08*# |
| | intramyofibrillar | 11,3±1,7*# | 9,8±2,3*# | 0,73±0,07*# |

Note: * - significant compared to Group CR, p<0.05; # - significant compared to Group UT, p<0.05.

In addition, the mitochondrial diameter in both compartments was generally larger in untrained animals, which may reflect lower bioenergetic efficiency. In contrast, trained animals demonstrated a more compact mitochondrial profile with a predominance of intact structures and increased numerical density. At the same time, Group TT retained a higher percentage of structurally altered mitochondria, likely due to increased metabolic load. These changes indicate a complex remodelling response of muscle tissue involving both angiogenesis and mitochondrial apparatus restructuring depending on the training level. Regular physical exercise contributes to pronounced ultrastructural adaptation of muscle tissue, particularly through angiogenesis and increased mitochondrial density. These changes depend on the initial functional state and reflect enhanced energy efficiency of tissue under training conditions.

References: 1. Coletti, C., Acosta, G. F., Keslacy, S., & Coletti, D. (2022). Exercise-mediated reinnervation of skeletal muscle in elderly people: An update. *European Journal of Translational Myology*, 32(1), 10416.

2. Gan, Z., Fu, T., Kelly, D. P., & Vega, R. B. (2018). Skeletal muscle mitochondrial remodeling in exercise and diseases. *Cell Research*, 28(10), 969–980.

3. Poole, D. C., Behnke, B. J., & Musch, T. I. (2021). The role of vascular function on exercise capacity in health and disease. *The Journal of Physiology*, 599(3), 889–910.



СИНЕРГІЗМ ТА АНТАГОНІЗМ ВІТАМІНІВ І МІНЕРАЛІВ: ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я

Козак А.О.

Навчально-науковий центр "Інститут біології та медицини" Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

A balanced intake of vitamins and minerals is an important part of a healthy diet. Some nutrients have a synergistic effect, meaning they enhance the absorption and effectiveness of each other. However, an unsuccessful combination can reduce their bioavailability or even cause negative effects. Research on the interaction of vitamins and minerals does not allow optimizing nutrition to maintain health and prevent diseases.

Збалансоване споживання вітамінів та мінералів є важливою складовою здорового харчування. Деякі нутрієнти мають синергічну дію, тобто посилюють засвоєння та ефективність один одного. Водночас невдале поєднання може зменшувати їхню біодоступність або навіть спричиняти негативні ефекти. Дослідження взаємодії вітамінів і мінералів дозволяють оптимізувати харчування для підтримки здоров'я та профілактики захворювань.

Дослідження взаємодії вітамінів і мінералів допомагають оптимізувати харчування для підтримки здоров'я та профілактики захворювань. Вітаміни та мінерали — це життєво важливі речовини, які надходять в організм з їжею.

Вітамін С сприяє кращому засвоєнню негемового заліза (з рослинних джерел), перетворюючи його на більш розчинну форму, є антиоксидантом, який захищає залізо від окислення, що також сприяє його кращому засвоєнню. Деякі речовини, такі як фітати (в зернових і бобових), поліфеноли (в чаї та каві) та кальцій (в молочних продуктах), можуть перешкоджати засвоєнню заліза. Вітамін С може допомогти подолати цей антагонізм, але в деяких випадках його може бути недостатньо (Lynch & Cook, 1980). Рекомендована добова норма споживання заліза — 18 мг, вітаміну С — 90 мг (для дорослої людини) ("Reference Daily Intake," 2025).

Вітамін D сприяє засвоєнню кальцію в кишківнику, що є критично важливим для підтримки здоров'я кісток та інших функцій організму, регулює рівень кальцію в крові, забезпечуючи його надходження до кісток та інших тканин. Надмірне споживання вітаміну D може призвести до підвищення рівня кальцію в крові, що може мати негативні наслідки для здоров'я. Деякі речовини, такі як фітати (в зернових і бобових) та оксалати (в шпинаті), можуть перешкоджати засвоєнню кальцію, навіть за достатнього рівня вітаміну D. Кальцій та вітамін D є важливою парою для здоров'я кісток. Вітамін D забезпечує засвоєння кальцію, але важливо дотримуватися балансу, щоб уникнути негативних наслідків (Khazai, Judd, & Tangpricha, 2008). Рекомендована добова норма споживання кальцію — 1300 мг, вітаміну D — 20 мкг (для дорослої людини) ("Reference Daily Intake," 2025).

Вітамін B6 сприяє кращому засвоєнню магнію в кишківнику та його транспортуванню до клітин, бере участь в активації вітаміну B6 в печінці, що необхідно для його функціонування. Обидва компоненти важливі для нервової системи, тому їх поєднання може мати позитивний вплив на емоційний стан та когнітивні функції. Дефіцит магнію може призвести до порушення засвоєння вітаміну B6, і навпаки. Надмірне споживання вітаміну B6 може призвести до зниження рівня магнію в організмі. Магній та вітамін B6 є важливою комбінацією для підтримки здоров'я нервової системи та багатьох інших функцій організму. Їх поєднання сприяє кращому засвоєнню та ефективності кожного з компонентів (Pouteau et al., 2018). Рекомендована добова норма споживання магнію — 420 мг, вітаміну B6 — 1,7 мг (для дорослої людини) ("Reference Daily Intake," 2025).

Комбінації вітамінів і мінералів відіграють ключову роль у покращенні їхньої біодоступності та ефективності. Споживання продуктів, що містять синергічні нутрієнти, сприяє загальному зміцненню здоров'я.

Список використаних джерел:

1. Lynch, S. R., & Cook, J. D. (1980). Interaction of vitamin C and iron. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 355, 32–44. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1980.tb21325.x>
2. Khazai, N., Judd, S. E., & Tangpricha, V. (2008). Calcium and vitamin D: skeletal and extraskeletal health. *Current rheumatology reports*, 10(2), 110–117. <https://doi.org/10.1007/s11926-008-0020-y>
3. Pouteau, E., Kabir-Ahmadi, M., Noah, L., Mazur, A., Dye, L., Hellhammer, J., Pickering, G., & Dubray, C. (2018). Superiority of magnesium and vitamin B6 over magnesium alone on severe stress in healthy adults with low magnesemia: A randomized, single-blind clinical trial. *PloS one*, 13(12), e0208454. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208454>



IMMUNOMODULATORY EFFECTS OF AG-DOPED CARBON DRESSING IN ACCELERATED WOUND HEALING AFTER CHEMICALLY INDUCED SKIN BURNS: A PILOT STUDY

Byelinska I.^{1,2}, Dziubenko N.¹, Kuznietsova H.¹, Cherkasova A.², Holik M.², Kysla K.², Kossova M.², Ishchuk A.¹, Lysenko T.¹, Lysenko V.³, Ryabchykov Y.⁴

¹*Institute of High Technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine*

²*Educational and scientific center "Institute of Biology and Medicine", Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine*

³*Universite Claude Bernard Lyon 1, CNRS, Institut Lumière Matière, Lyon, France*

⁴*HiLASE Centre, Institute of Physics of the Czech Academy of Sciences, Dolní Břežany, Czech Republic*

The increase in the number of traumatic injuries in Ukraine due to the military conflict requires the creation of effective therapeutics for accelerated wound healing. The least studied category is chemical burns (Varma P. et al., 2021), which encourages research into the characteristics of the healing process and the search for effective treatments. Silver compounds are being actively researched as antibacterial and antifungal components in the treatment of wounds of various origins, including burns (Nischwitz S. P. et al., 2021). There is limited information available on their use in the management of chemical burns. At the same time, silver compounds have the ability to enhance free radical processes, which is an undesirable effect when these processes are activated by inflammation. Thus, the synthesis of silver-based nanocompounds is focused on minimising their potential to induce undesirable complications and enhancing activity (Xu L. Et al., 2020). Considering the immune system's crucial role in tissue defence and regeneration, there is no doubt about the importance of studying how new silver-containing compounds with potential therapeutic properties affect its participation in the regenerative process.

This study aimed to investigate cytological parameters of immune organs following chemical skin burns of different origins, to identify markers of the wound-healing process when using an Ag-doped carbon dressing.

Chemical skin burns were induced by a 10-minute application of 10 N HCl solution using a cotton pad, following anesthesia with xylazine hydrochloride (8 mg/kg, intramuscularly) and telazol (5 mg/kg, intraperitoneally). In both cases, second-degree burns developed [Grosu OM et al., 2023]. The dynamics of cytological parameters of blood, bone marrow, and spleen during skin recovery were studied at 7 and 14 days after burn induction to clarify the mechanisms of the regenerative process. Comparisons of the studied parameters were performed using the SPSS 16.0 for Windows statistical software, applying the Kruskal-Wallis test followed by the Mann-Whitney test.

After 7 days, the Ag-doped carbon dressing attenuated innate immune activation in acid-induced burns and restored normal levels of myeloblasts, promyelocytes, and segmented neutrophils in the bone marrow. In contrast, the untreated burn group showed elevated levels of myeloblasts and promyelocytes, along with a reduction in segmented neutrophils, due to their accelerated release into the bloodstream and subsequent migration to the injured area. The burn-associated increase in B-cell activation, characterized by a higher percentage of plasma cells in hematopoietic tissue, was normalized in the Ag-treated group. Moreover, in the treated group, the elevated counts of immunoblasts and plasma cells in the blood tended to return to control levels, whereas they remained elevated in the untreated burn group. There are cytological markers of spleen involvement in the immune response. Cytological analysis of the spleen specimen revealed a marked elevation of immunoblasts and plasma cells in the burn group, which persisted in the Ag-treated group.

In both treated and untreated groups, pronounced signs of erythropoiesis activation in the bone marrow reflected stimulation of regeneration, likely resulting from increased red blood cell turnover caused by acid exposure and the active release of reactive species by activated neutrophils and monocytes. Treatment with Ag nanoparticles maintained active erythrocyte repopulation. The spleen was involved in this process and showed expansion of erythroblastic islands.

By day 14 post-burn, signs of an activated immune response were still observed. Treatment with Ag nanoparticles attenuated granulocytic lineage involvement in the pathological process, reducing the extent of tissue damage, while maintaining lymphocyte activation at a moderate level. These immune effects correlated with accelerated wound healing. Erythropoiesis remained active in both the Ag-treated and untreated groups.

Conclusion. Treatment with Ag-doped carbon dressing partially restores immune and hematopoiesis disturbances and enhances wound repair following acid-induced skin burns.

This research was supported by Ministry of Education and Science of Ukraine (Grant 0123U101953).



EFFECT OF BAFILOMYCIN A1 ON THE VIABILITY OF PATIENT-DERIVED GASTRIC ADENOCARCINOMA CELL

Bychkova S.V.¹, Ivasechko I.I.², Manko B.O.¹, Bychkov M.A.³, Yarema R.R.³

¹Ivan Franko National University of Lviv, 4 Hrushevskiyi St., Lviv, 79005, Ukraine

²Institute of Cell Biology, NAS of Ukraine, 14/16 Drahomanova St., Lviv, 79005, Ukraine

³Danylo Halytsky Lviv National Medical University, 69 Pekarska St., Lviv, 79010, Ukraine

Autophagy is a crucial mechanism for tumor cell survival under stress and chemotherapy. Inhibition of autophagy may enhance tumor sensitivity to treatment. Bafilomycin A1, a vacuolar H⁺-ATPase inhibitor, blocks lysosomal acidification and thereby disrupts the late stages of autophagy. In colorectal cancer cells, bafilomycin inhibits proliferation and induces apoptosis (Wu, Y. C., 2009; Lauzier, A., 2019). However, data for gastric adenocarcinoma remain limited (Wang, X., 2019), though increased chemosensitivity has been reported. Importantly, lysosomes are not only acidic degradation organelles, but also calcium stores sensitive to nicotinic acid adenine dinucleotide phosphate (NAADP), and the role of this lysosomal Ca²⁺ signaling in gastric cancer remains poorly understood. Therefore, studying the effects of bafilomycin A1 on gastric tumors is important for understanding how lysosomal calcium stores contribute to cancer cell survival and resistance to therapy.

This study utilized primary tumor cell cultures derived from 5 patients with gastric adenocarcinoma (G2–G3, pT3–pT4) collected during gastrectomy. Informed consent was obtained from all patients, and the study was approved by the Bioethics Committee of Danylo Halytsky Lviv National Medical University (Protocol Code No. 2, March 3, 2024). Cell viability was assessed using the MTT assay after incubation with bafilomycin A1 at concentrations ranging from 0.1 to 10 μM for 24–72 hours. Statistical analysis was performed using GraphPad Prism software, with significance set at $p < 0.05$.

Bafilomycin A1 significantly reduced the viability of gastric adenocarcinoma cells in a dose- and time-dependent manner. The most pronounced reduction in metabolic activity (in average to 64% compared to control) was observed at 72 hours with 10 μM concentration. Patient-derived cultures showed variable sensitivity. The lowest IC₅₀ value (6.6 μM) was recorded for undifferentiated signet-ring cell adenocarcinoma and poorly differentiated solid adenocarcinoma types.

Bafilomycin A1 reduces the viability of patient-derived gastric adenocarcinoma cells in vitro, with its effectiveness differing across tumor subtypes. This effect is likely mediated by interference with autophagy and disruption of lysosomal calcium stores. These findings highlight the importance of further exploring pharmacological agents that target lysosomal calcium stores as a promising strategy for modulating gastric cancer cell survival, especially in aggressive tumor subtypes.

References:

1. Wu, Y. C., Wu, W. K., Li, Y., Yu, L., Li, Z. J., Wong, C. C., Li, H. T., Sung, J. J., & Cho, C. H. (2009). Inhibition of macroautophagy by bafilomycin A1 lowers proliferation and induces apoptosis in colon cancer cells. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 382(2), 451–456. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2009.03.051>
2. Lauzier, A., Normandeau-Guimond, J., Vaillancourt-Lavigne, V., Boivin, V., Charbonneau, M., Rivard, N., Scott, M. S., Dubois, C. M., & Jean, S. (2019). Colorectal cancer cells respond differentially to autophagy inhibition in vivo. *Scientific Reports*, 9(1), Article 11316. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47659-7>
3. Wang, X., Wu, W. K., Gao, J., Li, Z., Dong, B., Lin, X., Li, Y., Li, Y., Gong, J., Qi, C., Peng, Z., Yu, J., & Shen, L. (2019). Autophagy inhibition enhances PD-L1 expression in gastric cancer. *Journal of Experimental & Clinical Cancer Research*, 38(1), Article 140. <https://doi.org/10.1186/s13046-019-1148-5>



**OXIDATIVE STRESS AND MOLECULAR MARKERS OF INFLAMMATION IN
OSTEOARTHRITIS FOLLOWING SARS-COV-2 INFECTION**

Borodin S.V., Huet A.S., Dvorshchenko K.O.

*Educational and Scientific Center "Institute of Biology and Medicine", Taras Shevchenko National
University of Kyiv, Kyiv, Ukraine*

The emergence of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV2) has caused a global health crisis and unprecedented mortality, demanding significant worldwide economic and medical resources (Li et al., 2023). A growing body of evidence suggests a pathological link between coronavirus disease 2019 (COVID-19) and the development of arthritis, ranging from arthralgia to full-fledged inflammatory arthritis (Ono et al., 2020). Viral infection, particularly SARS-CoV2, is presumed to attack the musculoskeletal system through immune-inflammatory mechanisms (Farisogullari, Pinto, & Machado, 2022). Patients with pre-existing chronic arthropathies, such as osteoarthritis (OA), constitute a particularly vulnerable cohort. In OA, the integrity of the articular cartilage is critically compromised, with chondrocytes and extracellular matrix components undergoing intense degradation. Since synovial fluid is the key medium for cartilage nutrition and metabolic maintenance, SARS-CoV2-induced systemic inflammation may exacerbate catabolic processes within the joint. Thus, studying the biochemical and molecular mechanisms underlying post-infectious immune inflammation in the joint apparatus is essential for disease prognosis.

The aim of the study was to determine the indices of prooxidant-antioxidant balance and the expression of genes involved in inflammation in the synovial fluid cells of patients with osteoarthritis following SARS-CoV2 infection.

The study involved 38 patients diagnosed with knee osteoarthritis of II–III degree ("Ortoklinika" Orthopedic Center, Ternopil). Patients were divided into two groups: group I (n=22) comprised OA patients without a history of COVID-19; group II (n=16) included OA patients who had previously recovered from mild/moderate COVID-19 (6-9 months prior, confirmed by RT-PCR). The study was approved by the Bioethics Committee, and all participants provided informed consent. Synovial fluid was obtained by arthrocentesis. Gene expression of *PTGS2*, *NOS2*, and *NFKB1* was determined in synovial fluid cells. Analysis was performed using quantitative real-time polymerase chain reaction (qPCR) after RNA isolation and cDNA synthesis. The relative expression level of the indicated genes was normalized to the *ACTB* gene. The concentration of reactive oxygen species, lipid peroxidation products, and the activity of antioxidant enzymes were determined using standard biochemical methods. The obtained results were statistically processed using appropriate methods of mathematical statistics and software (Statistica), with the significance level set at $p < 0.05$.

It was found that in the synovial fluid of OA patients who recovered from COVID-19, the concentration of reactive oxygen species (superoxide radical – increased by 1.7 times, and hydrogen peroxide – by 1.8 times) and lipid peroxidation products (diene conjugates – by 1.7 times, TBA-active substances – by 1.5 times, and Schiff bases – by 1.4 times) increased. Simultaneously, the activity of antioxidant enzymes decreased: superoxide dismutase – by 1.4 times, and catalase – by 1.6 times, compared to the OA control group. The expression level of *PTGS2* and *NFKB1* genes in synovial fluid cells of OA patients post-COVID-19 increased by 1.4 times, and *NOS2* increased by 1.3 times, respectively, compared to the OA control group.

The study established that SARS-CoV-2 infection exacerbates catabolic processes and inflammation in osteoarthritis, as evidenced by the dysbalance of the prooxidant-antioxidant equilibrium and the hyperexpression of proinflammatory genes in the synovial fluid. The findings confirm the pathological link between COVID-19 and OA progression, necessitating the development of new therapeutic strategies.

References:

1. Farisogullari, B., Pinto, A. S., & Machado, P. M. (2022). COVID-19-associated arthritis: An emerging new entity? *RMD Open*, 8(2), Article e002026. <https://doi.org/10.1136/rmdopen-2021-002026>
2. Li, G., Hilgenfeld, R., Whitley, R., & De Clercq, E. (2023). Therapeutic strategies for COVID-19: Progress and lessons learned. *Nature Reviews Drug Discovery*, 22(6), 449–475. <https://doi.org/10.1038/s41573-023-00672-y>
3. Ono, K., Kishimoto, M., Shimasaki, T., & et al. (2020). Reactive arthritis after COVID-19 infection. *RMD Open*, 6(2), Article e001350. <https://doi.org/10.1136/rmdopen-2020-001350>



INDICES OF NITROGEN METABOLISM IN THE BLOOD OF COMBATANTS FOLLOWING MUSCULOSKELETAL COMBAT TRAUMA

Dvorshchenko K.O.¹, Tugarov Yu. R.²

¹*Educational and Scientific Center "Institute of Biology and Medicine", Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine*

²*"Ortoklinika" Medical Center, Ternopil, Ukraine*

The military aggression of Russia has transformed the conflict into a multi-domain, high-tech war with the widespread use of unmanned aerial systems (Golovko, 2023). The intensive combat operations in Ukraine, ongoing since 2022, have led to a significant negative impact of various combat factors on the health and functional status of servicemen. This has sharply increased the incidence of complex polytrauma and blast injuries, which cause long-term physical and psycho-emotional consequences (Chorna et al., 2024). Given that musculoskeletal combat injuries dominate the trauma structure, there is an urgent need for a detailed study of wound healing pathophysiology and the development of personalized treatment and rehabilitation strategies (Rohovskyi, Humeniuk, & Savoliuk, 2022). Determining the indices of nitrogen metabolism in combatants with combat trauma is critically important for the early assessment of kidney function amidst traumatic shock, massive muscle tissue destruction (rhabdomyolysis), and potential nephrotoxicity, which helps prevent the development of acute kidney injury (Lassola et al., 2024).

The aim of the study was to determine a range of nitrogen metabolism indices in the blood plasma of combatants following combat trauma to the musculoskeletal system.

The study involved 27 male patients with an average age of 40, who were receiving inpatient or outpatient treatment at the specialized orthopedic medical center "Ortoklinika" (Ternopil, Ukraine). All study participants were subsequently divided into two experimental groups: Group I (n=12) included apparently healthy individuals, and Group II (n=15) consisted of patients with gunshot joint injuries. All participants who voluntarily agreed to take part in the study reviewed and signed the corresponding informed consent form. The study was approved by the Bioethics Committee of the "Ortoklinika" medical center (Ternopil, Ukraine) and complied with all ethical requirements. Blood samples were collected at the specialized medical center "Ortoklinika". Blood plasma was obtained by centrifugation for 15 minutes at 2000 g. The concentration of urea, creatinine, and uric acid in the blood was determined using standard biochemical methods. The obtained results were statistically processed using appropriate methods of mathematical statistics and software (Statistica), with the significance level set at $p < 0.05$.

It was shown that the concentration of urea in the blood plasma of patients with combat joint trauma increased by 1.8 times, creatinine by 1.6 times, and uric acid by 2.0 times compared to the indices of the apparently healthy group. The significant increase in the analyzed indices is a consequence of massive cellular destruction and rhabdomyolysis caused by high-energy combat trauma. The obtained results underscore the critical importance of monitoring nitrogen metabolism indices in combatants for the timely diagnosis of acute kidney injury and the prevention of systemic complications.

Patients with gunshot joint injuries exhibit a pronounced impairment of nitrogen metabolism, indicating systemic metabolic disturbances in the organism of combatants.

References:

1. Chorna, V. V., Zavodiak, A. Y., Plakhotniuk, I. M., Lypan, V. M., Tomashevskiy, A. V., & Kolomiets, V. V. (2024). Features of wounds from various types of weapons, location of the person at the moment of explosion. *Ukraina. Zdorovia Natsii (Ukraine. Nation's Health)*, (2 (76), 113–121.
2. Golovko, V. (2023). Invasion. 2022. Large-scale aggression of Russia against Ukraine (V. Smoliy, Ed.). Institute of History of Ukraine, NAS of Ukraine.
3. Lassola, S., Cundari, F., Marini, G., Corradi, F., & De Rosa, S. (2024). Advancements in Trauma-Induced Acute Kidney Injury: Diagnostic and Therapeutic Innovations. *Life (Basel)*, 14(8), Article 1005. <https://doi.org/10.3390/life14081005>
4. Rohovskyi, V., Humeniuk, K., & Savoliuk, S. (2022). Clinical experience in the management of patients with gunshot wounds in modern combat conditions. *Khirurgiia. Ortopediia. Travmatolohiia. Intensyvna Terapiia (Surgery. Orthopedics. Traumatology. Intensive Care)*, (4 (51), 12–13. <https://health-ua.com/multimedia/7/1/0/8/3/1670680677.pdf>



**НИРКОВА ПАТОЛОГІЯ: СТАТЕВІ ОСОБЛИВОСТІ ЗМІНИ РІВНІВ КРЕАТИНІНУ,
СЕЧОВИНИ ТА ЕЛЕКТРОЛІТІВ**

Дудко Д. О., Коржик О. В.

Волинський національний університет імені Лесі Українки

The aim of this study is to examine the changes in biochemical parameters – specifically creatinine, urea, and electrolytes – in patients with renal pathology and to assess their diagnostic and prognostic significance while considering gender differences. The study found that levels of creatinine and urea in patients significantly exceeded normal values, indicating a marked reduction in glomerular filtration and an accumulation of nitrogenous waste products. Notably, gender differences were identified: men were more likely to show increased levels of creatinine, urea, and potassium, which raises the risk of hyperkalemia, whereas women tended to exhibit a tendency toward hyponatremia. Chloride levels remained relatively stable and did not show significant differences between the two groups.

Актуальність обраної теми полягає у необхідності ранньої діагностики та контролю ниркових порушень за допомогою біохімічних маркерів, що дозволить знизити рівень ускладнень, інвалідизації та смертності в Україні. Визначення рівнів креатиніну, сечовини та електролітів є простим, доступним і високоефективним методом ранньої діагностики. Виявлення статевих особливостей змін біохімічних маркерів відкриває можливість для індивідуалізації лікування та профілактики, що особливо актуально в умовах обмежених ресурсів української медицини.

Метою дослідження є встановлення особливостей змін біохімічних показників (креатиніну, сечовини та електролітів) у пацієнтів із нирковою патологією та визначення їх діагностичного і прогностичного значення з урахуванням статевих відмінностей.

Встановлено, що в чоловіків із нирковою патологією спостерігається значуще підвищення креатиніну, сечовини та калію, тоді як у жінок – схильність до гіпонатріємії. Показано, що рівень калію та натрію може виступати не лише як показник електролітного дисбалансу, а й як додатковий маркер ступеня ураження нирок. За результатами дослідження у чоловіків із нирковою патологією спостерігалася виражене підвищення креатиніну та сечовини (ознака уремії); порушення електролітного складу (гіперкаліємія, гіпо-/гіпернатріємія, дисбаланс хлоридів); значні відхилення від контрольної групи, у якої всі показники знаходяться в межах фізіологічної норми. Це свідчить про суттєве зниження фільтраційної здатності нирок та розвиток хронічної ниркової недостатності. Отримані результати відображають специфічні порушення гомеостазу при нирковій патології, які не мають прямої пропорційності з фізіологічними коливаннями у здорових чоловіків. Натомість у жінок із нирковою патологією спостерігалася не просто зміна абсолютних значень біохімічних параметрів, але й порушення їхньої відповідності контрольним значенням, що свідчить про глибокі зрушення у гомеостазі.

У пацієнтів із нирковою патологією незалежно від статі спостерігається підвищення креатиніну та сечовини, що підтверджує порушення видільної функції нирок. Для чоловіків характерніші вищі рівні креатиніну та калію, що свідчить про більший ризик гіперкаліємії. У жінок відзначається тенденція до гіпонатріємії. В обох групах виявлено підвищений рівень хлоридів, що вказує на електролітні порушення. У чоловіків із нирковою патологією спостерігалися вищі рівні креатиніну, сечовини та калію, що може свідчити про більш тяжкі функціональні порушення. У жінок, натомість, більш виражене зниження концентрації натрію, що відображає особливості водно-сольового обміну в цій групі.

Проведене дослідження показало, що у пацієнтів із нирковою патологією спостерігаються істотні відхилення біохімічних показників крові, порівняно з контрольною групою. Рівні креатиніну та сечовини у хворих значно перевищують нормальні значення, що відображає виражене зниження клубочкової фільтрації та накопичення азотистих метаболітів. Виявлено також статеві відмінності: у чоловіків більш характерне підвищення креатиніну, сечовини та калію з ризиком розвитку гіперкаліємії, тоді як у жінок переважає тенденція до гіпонатріємії. Показники хлоридів залишалися відносно стабільними та не демонстрували суттєвих відмінностей між групами.

Зміни рівнів креатиніну, сечовини та електролітів можуть розглядатися як інформативні біохімічні маркери ниркових порушень, що мають діагностичне і прогностичне значення та потребують урахування статевих особливостей при оцінці функціонального стану нирок.



МОЛЕКУЛЯРНІ ОСНОВИ ПОРУШЕННЯ СТАНУ ПЕЧІНКИ ЗА ФОРМУВАННЯ ДЕПРЕСІЇ

Дьомшина О.О.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, Україна

In the modern world, depression is becoming one of the main causes of disability, which is confirmed by the data of the World Health Organization (2017). In recent years, the incidence has increased significantly. Numerous studies have shown that depression is a condition that often accompanies many chronic diseases. Liver disease should be noted separately. More than 500 biochemical reactions involved in carbohydrate, fat, and protein metabolism occur within it. In this regard, its damage is reflected in the state of the entire organism and leads to millions of deaths annually. Therefore, the study of the state of the hepatobiliary system and the molecular basis of its damage in the context of depression development is an urgent issue today.

В сучасному світі, депресія стає однією з основних причин інвалідності, а також є станом, який часто супроводжує багато хронічних захворювань і поступово погіршує стан здоров'я. Зокрема у пацієнтів з депресією ризик розвитку метаболічного синдрому збільшується у 2 рази (Wu, et al., 2021). Окремо можна виділити захворювання гепатобіліарної системи, тому що печінка є найбільшою багатофункціональною залозою організму, яка займає центральне місце в обміні речовин. В ній відбувається більш ніж 500 біохімічних реакцій вуглеводного, жирового і білкового обміну. У зв'язку з цим її пошкодження віддзеркалюється на стані всього організму і щорічно призводить до мільйонів смертей. Тому вивчення стану гепатобіліарної системи та молекулярних основ її пошкодження за умов розвитку депресії постає актуальним питанням сьогодення. У дослідженнях науковців існують підтвержені дані щодо впливу депресії на підвищення рівню тригліцеридів крові (Cho et al., 2021), синтез яких відбувається в печінці з гліцерину та жирних кислот. Також підвищується рівень загального холестеролу, 50% якого утворюється в гладкому ендоплазматичному ретикулумі клітин печінки та виводиться у складі жовчі. Джерелом усіх атомів вуглецю в молекулі холестеролу є ацетил-SКоА, що надходить з мітохондрій у складі цитрату, так само як і при синтезі жирних кислот. У цьому дослідженні показано зміну, в бік збільшення, концентрації фракцій ліпопротеїдів за розвитку депресії, однак більш чутливою є фракція низької щільності. Саме дана фракція є атерогенною, тому що містить дуже багато холестеролу та транспортує його у позапечінкові тканини. Вище перераховані показники порушення ліпідного обміну можуть свідчити про наявність метаболічного синдрому крові, цукрового діабету, захворювань печінки, розвиток серцево-судинних порушень тощо здоров'я. У працях інших авторів (Choi et al., 2021) прослідковується залежність між депресивним станом та загальним ступенем тяжкості неакогальної жирової хвороби печінки, це свідчить про те, що депресія сприяє розвитку та більш складному перебігу даного захворювання. Але не підтверджується залежність між депресивним станом та рівнями аспартатамінотрансферази та аланінамінотрансферази, які синтезуються внутрішньоклітинно, й у нормі лише невелика їх частина потрапляє у кров. Деякі вчені (Gao et al., 2017) вивчали зв'язок між депресією і рівнем загального білірубину, корелюючи симптоми депресії з високим рівнем біопіріну (окисного метаболіту білірубину) у сечі. Але є переконливі докази того, що низький рівень білірубину, навпаки, є фактором ризику розвитку депресії. Також доведено, що підвищення С-реактивного білку (білок гострої фази) в крові пацієнтів з симптомами депресії, тривожного стану та відчуття нелюбості в дитинстві. Синтез індукується в печінці прозапальними цитокінами – особливо інтерлейкіном 6 (ІЛ-6) – у відповідь на інфекцію, запалення та пошкодження тканин. Таким чином можна зробити висновок про недостатню кількість даних молекулярних механізмів порушення печінки, особливо, на стан гепатобіліарної системи, за умов розвитку депресії, а наявні дані є суперечливими та потребують подальших наукових досліджень.

Список використаних джерел:

1. Liu Q, He H, Yang J, Feng X, Zhao F, Lyu J. Changes in the global burden of depression from 1990 to 2017: findings from the global burden of disease study. *J Psychiatr Res.* (2020) 126:134–40. 10.1016/j.jpsychires.2019.08.002
2. Wu, Q., Hua, Y. Y., Ma, Q. H., Xu, Y., Chen, X., & Pan, C. W. (2021). Depressive symptoms and 5-year incident metabolic syndrome among older adults. *Scientific reports*, 11(1), 14842.
3. Cho, I. Y., Chang, Y., Sung, E., Kang, J. H., Wild, S. H., Byrne, C. D., Shin, H., & Ryu, S. (2021). Depression and increased risk of non-alcoholic fatty liver disease in individuals with obesity. *Epidemiology and psychiatric sciences*, 30, e23. <https://doi.org/10.1017/S204579602000116X>
4. Choi, J. M., Chung, G. E., Kang, S. J., Kwak, M. S., Yang, J. I., Park, B., & Yim, J. Y. (2021). Association Between Anxiety and Depression and Nonalcoholic Fatty Liver Disease. *Frontiers in medicine*, 7, 585618.
5. Gao, J., Xu, W., Han, K., Zhu, L., Gao, L., & Shang, X. (2017). Changes of serum uric acid and total bilirubin in elderly patients with major postischemic stroke depression. *Neuropsychiatric disease and treatment*, 14, 83–93.



**ОКИСНЮВАЛЬНА ФУНКЦІЯ МІТОХОНДРІЙ ПЕЧІНКИ ЩУРІВ ПРИ ОПІКОВОМУ
УРАЖЕННІ СЕРЕДНЬОГО СТУПЕНЮ ТА КОРЕКЦІЇ МЕЛАТОНІНОМ**

Завгородній М.О.^{1,2}, Цапенко П.К.^{1,2}, Портніченко В.І.^{1,2}

¹Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця, Київ, Україна

²Міжнародний центр астрономічних та медико-екологічних досліджень НАНУ, м. Київ, Україна

The protective effect of melatonin on the function of rat liver mitochondria in burn injury was investigated. Burns inhibit ETL complex I, but melatonin restores the efficiency of oxidative phosphorylation and respiratory control (V_3/V_4ATP and ADP/O) to control values, confirming its protective effect on mitochondrial function.

За даними ВООЗ, із опіковою травмою щорічно стикаються близько 11 млн. людей. Такий вид ушкодження супроводжується процесами системного запалення, ушкодженням тканин та перебудовою енергетичного метаболізму. Характерними особливостями опікової травми є виникнення гіпометаболічної фази, яка замінюється на гіперметаболічну фазу, що з одного боку призводить до посилення захисних функцій організму, і, водночас, провокує процеси ушкодження на тлі мітохондріальної дисфункції та системного запалення. Мелатонін як потужний антиоксидантний агент ендogenous походження впливає на організм не лише системно, але і локально, зокрема на рівні експресії мітохондріальних генів, асоційованих із окисними процесами. Завдяки адекватному рівню утилізації кисню та ефективному функціонуванню мітохондрій стає можливим ефективний перебіг процесів регенерації при системному запаленні на тлі опікової травми. Тому метою наших досліджень було вивчення окиснювальної функції мітохондрій печінки щурів при опіковому ураженні середнього ступеню та корекції мелатоніном.

У щурів самців лінії Wistar моделювали опік середньої тяжкості (10% від площі тіла щура) на наркотизованих щурах за допомогою металевих циліндрів нагрітих до 100 градусів. Групи щурів, що отримували мелатонін (Sigma, USA) у якості добавки до стандартного раціону. Тварини було розподілено на 3 групи: «sham» (піддавались усім маніпуляціям, але не отримували опікову травму), яка слугувала контролем; «опік» та «опік+мелатонін». Оцінку окиснювальної функції проводили через 3 доби та 21 добу після початку експерименту. Досліджування окиснювальної функції мітохондрій проводили за допомогою полярографа Охуграф+ (Hansatech Instruments, USA) із закритим електродом Кларка методом Чанса. Дихання стимулювали введенням АДФ (Sigma, USA) (120 ммоль/л у комірку). У якості субстратів використовували: суміш НАД-залежних субстратів глутамат+малат, що окиснюється за участю I комплексу ЕТЛ; та ФАД-залежний сукцинат, що окиснюється за участі II комплексу ЕТЛ. Визначали швидкість дихання мітохондрій при окисненні субстратів у стані спокою (V_4^s), швидкість фосфорильовального/АДФ-стимульованого (V_3) та контрольованого (V_4^{ATP}) дихання та дихальний контроль за Чансом і Вільямсом (співвідношення V_3/V_4^{ATP}) та показник ефективності фосфорильовання (ADP/O).

За умов окиснення мітохондріями суміші субстратів глутамату і малату спостерігалось достовірне зростання рівнів V_3 та V_4^{ATP} як через 3 доби, так і через 21 добу після опікової травми. Як наслідок співвідношення V_3/V_4^{ATP} не зазнало змін, хоча ефективність фосфорильовання мала тенденції до зниження відносно контролю. При використанні сукцинату в якості субстрату окиснення на тлі опікової травми після підвищення рівня V_3 через 3 доби після опіку, значущих змін у рівня енергізації мітохондрій при АДФ-стимульованому та контрольованому диханні виявлено не було, ефективність окиснення і фосфорильовання мала тенденції до зниження відносно контролю.

Застосування мелатоніну викликало зниження рівня енергізації мітохондрій до контрольних значень при окисненні глутамату і малату як через 3 доби, так і через 21 добу після опікового ураження. Співвідношення V_3/V_4^{ATP} при цьому значуще зростало, а показник ADP/O повертався до рівня контролю, що свідчить про збільшення ефективності окиснення і фосфорильовання. При використанні сукцинату спостерігалось зростання співвідношення V_3/V_4^{ATP} і ADP/O до рівня контролю та зниження рівня V_3 відносно групи без впливу мелатоніну через 3 та 21 добу після опікової травми.

Виявлено пригнічення роботи I комплексу ЕТЛ мітохондрій печінки як через 3 доби, так і через 21 добу після опікового ураження. II комплекс ЕТЛ є менш вразливим до опікового ураження. Мелатонін чинить протективний ефект при опіковій травмі, зокрема на I комплекс ЕТЛ.



ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ВИКЛИКИ ПРОГРАМ ЗАПОБІГАННЯ ВАГІТНОСТІ ПРИ ТЕРАПІЇ ІЗОТРЕТИНОЇНОМ: АКТУАЛЬНІ АСПЕКТИ ТЕРАТОГЕННОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Зубко А.М., Подпалова О.М.

Навчально-науковий центр "Інститут біології та медицини" Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Isotretinoin remains the "gold standard" for treating severe acne, but its proven teratogenic effect makes therapy highly risky for women of childbearing age. Despite existing control programs like iPLEDGE (USA) or PPP (EU), cases of drug exposure during pregnancy still occur. This indicates a need to improve interaction models between the physician, patient, and healthcare system. The physician's role is crucial, involving meticulous consultation, contraception control, regular pregnancy testing, and digital documentation. The patient must be an active partner, aware of the risks and responsibly adhering to the program requirements. Modern research shows that using digital technologies (mobile apps, electronic platforms for monitoring, telemedicine) significantly increases the effectiveness of these programs. Implementing "digital pharmacovigilance" and integrated patient portals allows for real-time compliance tracking and personalized recommendations. This creates a "digital partnership" model, which should become the new standard for isotretinoin therapy.

Ізотретиноїн залишається «золотим стандартом» лікування тяжких форм акне завдяки високій клінічній ефективності, проте його доведений тератогенний ефект робить терапію вкрай ризикованою для жінок дітородного віку. За даними клінічних спостережень, частота тяжких вад розвитку при експозиції ізотретиноїну під час вагітності сягає 20–35%, що підтверджено результатами систематичних оглядів і метааналізів (Choi et al., 2021). Попри існування програм контролю, таких як iPLEDGE (США) або *Pregnancy Prevention Programme* (PPP, ЄС), випадки експозиції препарату під час вагітності продовжують реєструватися. Це свідчить про інформаційні прогалини, недостатню прихильність до рекомендацій і потребу у вдосконаленні системи контролю між лікарем, пацієнтом і фармаконаглядом. Роль лікаря полягає не лише у призначенні препарату, а у створенні умов максимальної безпеки: консультуванні пацієнтки, контролі контрацепції, регулярному тестуванні на вагітність та веденні цифрової документації. Відповідно до протоколів iPLEDGE та PPP, лікар несе відповідальність за виконання обов'язкових кроків безпеки до, під час і після завершення терапії. Пацієнтка, у свою чергу, має бути активним партнером у процесі терапії — усвідомлювати ризики, дотримуватись рекомендацій лікаря, своєчасно проходити тести на вагітність та використовувати ефективну контрацепцію. Дослідження доводять, що низька поінформованість і недостатній контроль контрацепції є головними чинниками випадків порушення вимог безпеки (Ivask et al., 2023).

Сучасні дослідження свідчать, що використання цифрових технологій — мобільних застосунків, електронних платформ і телемедицини консультацій — підвищує ефективність програм запобігання вагітності. Впровадження цифрового моніторингу зменшує частоту порушень вимог безпеки на 40–60% (Perinpanathan et al., 2023). Розробка систем *digital pharmacovigilance* та інтегрованих пацієнтських кабінетів дозволяє лікарю відстежувати комплаєнс у реальному часі, а пацієнтці — отримувати персоналізовані нагадування, рекомендації та попередження. Таке «цифрове партнерство» створює нову модель безпечної терапії, що поєднує фармакологічні, технологічні та етичні підходи. Отже, ефективність та безпечність терапії ізотретиноїном визначається не лише фармакологічними характеристиками препарату, а й етичними та цифровими аспектами взаємодії між лікарем і пацієнтом. Перехід до інтегрованих систем контролю, що поєднують технології, міждисциплінарну кооперацію та відповідальність пацієнта, є ключовим напрямом оновлення протоколів лікування у XXI столітті.

Список використаних джерел:

1. Choi, J. S., Koren, G., & Nulman, I. (2021). *Pregnancy outcomes after maternal exposure to isotretinoin: A systematic review*. *Reproductive Toxicology*, 100, 37–44. <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2020.12.008>
2. Ivask, M., Saar, J., & Kaldmäe, A. (2023). *Compliance and risk of isotretinoin exposure during pregnancy: A retrospective cohort study*. *Journal of Dermatological Treatment*, 34(3), 212–218. <https://doi.org/10.1080/09546634.2022.2042564>
3. iPLEDGE Program. (2023). *Prescriber guide*. U.S. Food and Drug Administration. <https://ipledgeprogram.com>
4. Perinpanathan, T., Toupin-April, K., & Haidar, A. (2023). *Mobile phone-based interventions for improving contraceptive use: Cochrane systematic review*. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (6), CD011159. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011159.pub3>



ПСИХОЕМОЦІЙНІ ПРОЯВИ ЯК ПЕРШИЙ СИМПТОМ ТИРЕОЇДНОЇ НЕОПЛАЗИ: КЛІНІЧНИЙ ВИПАДОК

Ковальська В.¹, Єременко Л.², Решетнік Є.¹

¹ Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини»
Київського національного університету імені Тараса Шевченка

² Психологічний центр Neuroflex

Thyroid disorders may present with psychiatric-like symptoms, including anxiety and depressive manifestations, which can delay correct diagnosis. The case of an 18-year-old male initially treated for anxiety disorder, in whom laboratory and ultrasound screening revealed papillary thyroid carcinoma. This case highlights the importance of differential diagnosis and thyroid screening in young patients with anxiety-like symptoms.

Захворювання щитоподібної залози (ЩЗ) часто супроводжуються психоемоційними симптомами, які можуть імітувати психічні розлади. Гіпер- або гіпотиреоз, а також неопластичні процеси в щитоподібній залозі можуть викликати тривожність, дратівливість, порушення сну та депресивні прояви, зокрема генералізований тривожний розлад, панічні атаки, безсоння, афективні коливання та розвиток депресивного синдрому. У молодих пацієнтів не діагностована дисфункція щитоподібної залози може ускладнювати своєчасне виявлення основного захворювання (Lekurwale, V., 2023). Психоемоційні симптоми часто приховують наявність соматичних захворювань, включаючи патології щитоподібної залози, що ускладнює своєчасну діагностику та лікування (Bernardes, V. M., 2024).

Вісімнадцятирічний юнак звернувся до психіатра зі скаргами на тривожність, безсоння, дратівливість, збільшення частоти серцебиття та погіршення концентрації уваги. Спочатку було поставлено діагноз «генералізований тривожний розлад» і призначено антитривожну терапію. Для виключення соматичної патології було рекомендовано провести лабораторні дослідження функцій щитоподібної залози.

Результати обстеження:

ТТГ: 0,05 мМО/л (норма 0,4–4,0) – знижений;

Вільний Т4: 28,4 пмоль/л (норма 10–22) – підвищений;

Вільний Т3: 8,9 пмоль/л (норма 3,5–6,5) – підвищений;

АТ-ТПО: 230 МО/мл (норма <35) – різко підвищені;

АТ-рТТГ: позитивні;

ЗАК: лейкоцити $10,8 \times 10^9$ /л, ШОЕ 28 мм/год;

УЗД ЩЗ: гіпоехогенне вузлове утворення 1,5 см з нечіткими контурами, підозра на неоплазію;

Тонкоголково аспіраційна біопсія: цитологічні ознаки папілярної карциноми щитоподібної залози.

Пацієнт був направлений до ендокринологічного відділення, проведено тиреоїдектомію. Подальший перебіг був без ускладнень, з клінічно та онкологічно сприятливим прогнозом. Повна психоемоційна стабілізація відбулась приблизно через 2 місяці.

Цей клінічний випадок демонструє, що симптоми тривожного розладу у молодих пацієнтів можуть приховувати наявність патології щитоподібної залози, зокрема онкологічних захворювань. Мультидисциплінарний підхід, оцінка рівня гормонів щитоподібної залози та ультразвукове дослідження органа є ключовими етапами діагностичного алгоритму для пацієнтів з психоемоційними порушеннями.

Список використаних джерел:

- Bernardes, V. M., Borba, M. C. de O., Moreira, S., Sartori, C. S., Júnior, I. F. da S., Souza, M. T. L. de, Câmara, A. C. B., Bastos, W. L., Silveira, L. G., Rezende, J. M. E., Folgosi, F., Franzoni, I., Berquo, J. M., & Moreira, A. Karla L. G. (2024). RELATIONSHIP BETWEEN MOOD DISORDERS AND THYROID CHANGES. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, 6(2), 2241–2256. <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n2p2241-2256>
- Lekurwale, V., Acharya, S., Shukla, S., & Kumar, S. (2023). Neuropsychiatric Manifestations of Thyroid Diseases. *Cureus*, 15(1), e33987. <https://doi.org/10.7759/cureus.33987>



HYPOXIC PRECONDITIONING CHANGES THE FUNCTION OF CARDIOMYOCYTE MITOCHONDRIA IN RATS WITH INSULIN RESISTANCE

Kozlovska M.G., Zavgorodniy M.O., Vasylenko M.I., Portnychenko A.G.

Bogomoletz Institute of Physiology of NAS of Ukraine, IC AMER NAS of Ukraine

One of the main pathogenetic links of heart damage in metabolic diseases may be the lack of energy supply to the myocardium. Mitochondria play a fundamental role in the survival and functioning of cardiomyocytes and are crucial for ensuring their high energy needs (Qian L. et al., 2024, Zheng H. et al., 2021). A striking example of the implementation of cardioprotective mechanisms is the phenomenon of myocardial preconditioning, which is activated by non-lethal stress of various origins and makes the myocardium less vulnerable to subsequent damage, in particular hypoxic (Nakamura E. et al., 2024, Portnychenko A. et al., 2019). However, mitochondrial mechanisms under conditions of hypoxic preconditioning (HP) in metabolic disorders have so far been studied only fragmentarily in individual models and require further study.

The purpose is to investigate the function of mitochondria in cardiomyocytes of rats with insulin resistance (IR) after the action of hypoxic preconditioning in rats. The experiment was performed on adult male Wistar rats. IR was induced by a high-fat diet for 2 weeks (58% kcal from fat) and confirmed by an insulin tolerance test. HP was simulated by "lifting" animals in a pressure chamber to a height of 5600 m for 3 hours. After 24 hours, the hearts were removed under urethane anaesthesia. The functional activity of mitochondria was studied by polarography according to the Chance method using different oxidation substrates. Statistical processing of the obtained data was performed using 2-factor ANOVA with post-hoc analysis by Tukey's method in the GraphPad Prism 8 program.

During IR, there was a decrease in mitochondrial respiration indicators under the conditions of oxidation of FAD and NAD-dependent substrates, especially glutamate (by 33%, $p < 0.05$). The effect of HP caused an increase in V_3 during pyruvate oxidation by 76% ($p < 0.05$) and a change in the ratio in the oxidation of NAD-dependent substrates, glutamate and palmitoyl towards the latter. This indicates the activation of the adaptive restructuring of cardiac mitochondria to the use of lipid substrates. The decrease in V_3/V_4 indicates a decrease in the efficiency of oxidative phosphorylation when using all NAD-dependent substrates in this group.

HP affected the oxidative function of mitochondria only in rats with IR, while in complex I of the electron transport chain (ETC) there was dysfunction and substrate restructuring towards lipid oxidation, but the function of complex II of the ETC was preserved, which is typical for stress effects, in particular, hypoxia. At the same time, glycolysis was activated (an increase in pyruvate oxidation by 127.59%, $p < 0.05$). The reserve of oxidative phosphorylation also increased during the work of NAD-dependent complex I of the ETC, i.e., the coupling of oxidation and phosphorylation increased.

The results obtained indicate that the early stages of insulin resistance were marked by a slight restructuring of the oxidation of energy substrates by mitochondria towards the deterioration of the oxidation of NAD- and FAD-dependent substrates, while the oxidation of the lipid substrate palmitoyl was maintained and showed a tendency to increase. This indicates the activation of the adaptive restructuring of cardiac mitochondria to the use of lipid substrates. Hypoxic preconditioning did not affect the oxidative function of mitochondria in intact rats. However, against the background of the use of a high-fat diet, a significant restructuring of the functional activity of mitochondria occurred due to the activation of glycolysis, i.e., compensatory stimulation of energy metabolism was noted due to the oxidation of pyruvate. Thus, insulin resistance was associated with a disorder of adaptive mechanisms of energy metabolism during hypoxia, which led to an increase in the sensitivity of mitochondria to the effects of hypoxic preconditioning, manifestations of mitochondrial dysfunction, and a decrease in the contribution of oxidative phosphorylation to ATP synthesis.



CPAP THERAPY AS A COMPONENT OF COMPREHENSIVE REHABILITATION: EFFECTS ON PHYSICAL AND PSYCHO-EMOTIONAL STATUS OF PATIENTS

Korytko Z.¹, Leskiv I.²

¹Lviv State University of Physical Culture named after Ivan Bobersky, Lviv, Ukraine

²Lviv Clinical Railway Hospital, Branch "Health Care Center" of JSC «Ukrzaliznytsia», Lviv, Ukraine

Continuous positive airway pressure (CPAP) therapy is primarily used to treat sleep apnea; however, recent studies have shown its beneficial effects on multiple organ systems, including cardiopulmonary, metabolic, and psycho-emotional functions. Maintaining airway patency during sleep promotes oxygenation, reduces nocturnal hypoxemia, improves cardiac conduction, and decreases cardiac workload, which is particularly relevant for patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and post-COVID myocarditis (Korytko & Timruk-Skoropad, 2021; Shchendrygina, Nagel, Puntmann, & Valbuena-Lopez, 2021).

The aim of this study was to evaluate the effects of CPAP therapy as part of a comprehensive rehabilitation program on the physical and psycho-emotional status of patients with different pathologies.

Two clinical studies were conducted: 1) patients with COPD (n = 32) were divided into an intervention group (IG) and a control group (CG). The rehabilitation program lasted 6 weeks and included physical exercises, breathing exercises, physiotherapy, and CPAP therapy for the IG; 2) a clinical case of a 64-year-old patient with post-COVID myocarditis and frequent ventricular extrasystoles (5200 VES/day), obesity, impaired glucose tolerance, and chronic nocturnal hypoxemia. Rehabilitation lasted 3 months and included structured physical activity, breathing exercises, and CPAP therapy.

Physical and psycho-emotional status was assessed using SF-36, physiological parameters (FEV1, SpO2, BMI, HR, SBP, DBP), and metabolic profile, while arrhythmias were monitored via Holter ECG.

COPD Patients. After 6 weeks of rehabilitation, the IG showed trends toward improvement in physical functioning, role-physical functioning, general health, and vitality, with significant increases in social and mental health components ($p < 0.05-0.01$). Physical component scores increased without statistical significance ($p = 0.12$), while mental component scores increased significantly ($p < 0.01$). Morphofunctional parameters (FEV1, shuttle walk test, SpO2, SBP, DBP) and metabolic profile improved ($p < 0.05-0.01$).

Post-COVID Myocarditis. After 3 months, the patient demonstrated normalization of lipid and glucose profiles and a reduction in ventricular extrasystoles ($p < 0.05$), especially at night during CPAP therapy. Improved cardiopulmonary function was accompanied by decreased cardiac workload and increased exercise tolerance.

The observed improvements in physical and psycho-emotional status appear to result from the synergy of restorative physical activity, breathing exercises, and the stabilizing effects of CPAP on the cardiopulmonary system (Dzis, Korytko, Tomashevskaya, & Dzis, 2022; Korytko, 2010).

CPAP therapy is an effective component of comprehensive rehabilitation, positively affecting physical and psycho-emotional status in patients with various pathologies. It improves cardiopulmonary parameters, metabolic profiles, and reduces nocturnal arrhythmias, which is particularly important for patients with COPD and post-COVID myocarditis. Further research is needed to investigate the multisystem effects of CPAP in the rehabilitation of patients with chronic and post-infectious conditions.

References:

1. Dzis, O. Y., Korytko, Z. I., Tomashevskaya, O. Ya., & Dzis, Ye. I. (2022). Evaluation of the effectiveness of physical therapy in the rehabilitation of patients with COVID-19 pneumonia. *JMBS*, 7(5), 204–209. <https://doi.org/10.26693/jmbs07.05.204>
2. Korytko, Z., & Timruk-Skoropad, K. (2021). Prospects for the use of sipap therapy in the program of pulmonary rehabilitation of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Proceedings of the MCND conferences*, 49–52. <https://doi.org/10.36074/mcnd-19.02.2021.medicine.09>
3. Korytko, Z. I. (2010). To the question of the mechanisms of adaptation of the cardiovascular system to cyclic loads. *Advances in Biology and Medicine*, 2, 70–74. <http://dSPACE.nbuV.gov.ua/bitstream/handle/123456789/47467/19-Korytko.PDF?sequence=1>
4. Shchendrygina, A., Nagel, E., Puntmann, V. O., & Valbuena-Lopez, S. (2021). COVID-19 myocarditis and prospective heart failure burden. *Expert Review of Cardiovascular Therapy*, 19(1), 5–14. <https://doi.org/10.1080/14779072.2021.1844005>



МОРФОЛОГІЧНІ ЗМІНИ ТИМУСА БІЛИХ ЛАБОРАТОРНИХ ЩУРІВ У РАННІ ТЕРМІНИ ПІСЛЯ ІШЕМІЧНОГО УШКОДЖЕННЯ МІОКАРДА

Крамар С.Б., Литвинюк С.О., Небесна З.М.

Тернопільський національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України

This study examined morphological changes in the thymus of male albino rats after isoproterenol-induced myocardial damage. Histological analysis showed a marked reduction of lymphocyte density in the thymic cortex and signs of apoptosis seven days after injury. Vascular changes included vasoconstriction, plasma exudation, and slight edema. After 30 days, thymic atrophy became evident, with cortical thinning, disorganization of the medulla, and partial vascular sclerosis. The findings indicate that myocardial ischemia leads to structural and vascular remodeling in the thymus, thereby impairing immune function.

Ішемічне ушкодження міокарда є однією з провідних причин серцево-судинної патології у світі, що призводить до високої смертності та тривалих порушень функції серця. Зміни у гістоструктурі тимуса можуть впливати на кількість та функціональну активність Т-клітин, що, у свою чергу, визначає імунний статус організму та здатність його до відновлення. Вивчення морфологічних змін тимуса у білих лабораторних щурів після ішемічного ушкодження міокарда дозволяє глибше зрозуміти взаємозв'язок між серцево-судинними патологіями та імунною відповіддю, що має потенційне значення для розробки нових терапевтичних підходів при серцевих захворюваннях.

Дослідження проводили на самцях безпородних щурів-альбіносів масою 180-200 г, які утримувалися в стандартних умовах віварію. Ішемічне пошкодження міокарда моделювали шляхом внутрішньочеревного введення розчиненого у 0,9% NaCl ізопротеренолу гідрохлориду у дозі 5 мг/кг/день протягом 5 послідовних днів. Розвиток ішемічного ураження міокарда було підтверджено гістологічно (фарбування парафінових зрізів серця гематоксилином та еозином, Азан трихром) та змінами рівня серцевого тропоніну I (сTnI) у сироватці крові. Тварини контрольної групи отримали ін'єкцію 0,9% NaCl аналогічного об'єму. Через 7 та 30 днів після закінчення моделювання ішемічного ушкодження міокарда тварин виводили з експерименту та здійснювали забір тимуса для гістологічного дослідження. Обробку тканини проводили в закритому вакуумному гістопроекторі LogosOne. Препарати досліджували за допомогою світлового мікроскопа Nikon Eclipse Ci-E та фотографували за допомогою камери SIGETA M3CMOS 14000.

Мікроскопічно через 7 днів після ізопротеренол-індукованого ураження міокарда у тимусі встановлено зменшення щільності лімфоцитів у кірковій речовині часточок, що пов'язано з високим рівнем апоптозу Т-лімфоцитів. У мозковій речовині часточок відмічено ознаки деструкції поодиноких клітин, проте гістоструктура цієї ділянки несуттєво відрізнялася від такої у тварин контрольної групи. Тільця Гассала зберігали звичну морфологію. У цей термін досліду спостерігалася вазоконстрикція більшості дрібних артерій та артеріол тимуса. Довкола капілярів були помітні явища ексудації плазми та незначні набряки. Через 30 днів після ішемічного ушкодження міокарда спостерігалася зниження кількості Т-лімфоцитів у тимусі, що свідчить про порушення нормальної функції органу та зниження імунної відповіді. Також встановлені зміни в архітектурі тимуса, зокрема зменшення товщини кіркової речовини, наявність збільшеного розміру епітеліоретикулоцитів у окремих ділянках мозкової речовини, а також нерівномірний розподіл лімфоцитарного компоненту. Судини частково реорганізовані, але зберігається тенденція до зменшення судинної щільності у кірковій речовині. Локально спостерігали склеротичну трансформацію дрібних артерій і венул. Гістологічні дослідження через 30 днів досліду виявили тенденцію до фіброзування часточок тимуса.

Ішемічне ушкодження міокарда спричиняє виражені морфологічні зміни у тимусі білих лабораторних щурів, які на 7 добу проявляються апоптозом лімфоцитів, вазоконстрикцією судин та поступовою атрофією кіркової речовини. Через 30 днів після ушкодження виявляється зменшення судинної щільності, склероз стінок дрібних судин і початкове фіброзування часточок. Отримані результати свідчать про тісний взаємозв'язок між ішемічним ураженням міокарда та вторинними змінами в органах імунної системи, що може бути одним із механізмів розвитку постішемічної імунної дисфункції.



**GOLD NANOPARTICLES CAUSE ADDITIONAL
INCREASE IN ENTEROCYTE DEATH BY APOPTOSIS AND AUTOPHAGY
UNDER CONDITIONS OF EXPERIMENTAL HYPERGLYCEMIA**

Lytvynenko A.P.

Bogomoletz Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Diabetes mellitus poses a major challenge to healthcare systems worldwide, and the search for alternative strategies/technologies to treat this disease is of vital importance. Nanomedicine, the use of nanotechnology for the diagnosis and treatment in particular, diabetes mellitus, is a subject of active research (Martínez-Esquivias et al., 2021; Vallianou et al., 2025).

The aim of the study was to evaluate the effect of 5-fold intravenous administration of gold nanoparticles in a polymer matrix (AuNPs) on the levels of apoptotic and non-apoptotic death of enterocytes of the ileum of the small intestine under conditions of experimental hyperglycemia (EG) in male mice.

The work was performed on 22 male Alba mice weighing 18-20 g. The size of gold nanoparticles (AuNPs) loaded in D-g-PAA(PE) was 4-11 and 16-20 nm. Gold nanoparticles (D-g-PAA(PE)/AuNPs) had a spherical shape. Experimental hyperglycemia (EG) was simulated by administering 120 mg/kg nicotinamide, followed 15 min later by 70 mg/kg streptozotocin, once a day with an interval of 1 day (three times every other day).

AuNPs at a dose of 9.78 mg/kg was administered intravenously (0.3 ml into the tail vein) once a day for 5 times, starting two calendar months after the first administration of streptozotocin. The experimental material was collected from the experimental and control animals (small intestine) under anesthesia on the fourth day after the last AuNPs administration. The animals were removed from the experiments by cutting the spinal cord, following the rules of euthanasia. The isolation of enterocytes from the ileum of the small intestine was carried out according to (Kimura et al., 2015).

Apoptotic and non-apoptotic (necrosis and autophagy) cell death was assessed by morphological features using double staining with fluorescent nucleic acid dyes Hoechst 33342/Hoechst 33342 and propidium iodide, as well as Monodansyl cadaverin for autophagy.

Our experiments have shown that under EG conditions, treatment with AuNPs causes an additional decrease in the proportion of live enterocytes by increasing their death through apoptosis and autophagy. The data obtained by us indicate the induction of cell death pathways: apoptosis and autophagy, which may be a consequence of the oxidative stress that develops under EG conditions.

Gold nanoparticles in a polymer matrix, nanocomposites, independently activated apoptotic and non-apoptotic (autophagic) pathways of ileum cell death, which requires emphasis. Such an effect, however, can be explained by the property of the nanocomposites used in the work to induce ROS, disrupt membrane structures, penetrate tissue barriers, enter cells and interact with intracellular components, which requires further detailed study.

Acknowledgements. The authors thank Dr. N.Kutsevol and Dr. Y.Kuziv for providing samples of D-g-PAA(PE) and D-g-PAA(PE)/AuNPs for this research.

The work was supported by the Prize of the President of Ukraine for young scientists.

References:

1. Martínez-Esquivias F, Guzmán-Flores JM, Pérez-Larios A, Rico JL, Becerra-Ruiz JS. A Review of the Effects of Gold, Silver, Selenium, and Zinc Nanoparticles on Diabetes Mellitus in Murine Models. *Mini Rev Med Chem.* 2021;21(14):1798-1812. doi: 10.2174/1389557521666210203154024.
2. Vallianou NG, Dalamaga M, Pavlou A, Rebelos E, Karamanolis NN, Papachristoforou E, Mavrothalassitis E, Eleftheriadou I, Tentolouris N, Kounatidis D. The Transformative Role of Nanotechnology in the Management of Diabetes Mellitus: Insights from Current Research. *Biomolecules.* 2025;15(5):653. doi: 10.3390/biom15050653.
3. Kimura Y, van der Merwe M, Bering SB, Penmatsa H, Conoley VG, Sangild PT, Naren AP, Buddington RK. Glucose transport by epithelia prepared from harvested enterocytes. *Cytotechnology.* 2015, 67: 39–49. doi: 10.1007/s10616-013-9656-1.



ПОСТТРАВМАТИЧНИЙ СТРЕСОВИЙ РОЗЛАД ЯК ТРИГЕР ПОРУШЕННЯ СЕРЦЕВО-СУДИННИХ ФУНКЦІЙ У ЩУРІВ

Михейцева І.М.¹, Коломійчук С.Г.¹, Сіроштаненко Т.І.¹, Коломійчук Т.В.²,
Кузнецов М.К.¹, Сторожук Н.В.¹

¹ДУ «Інститут очних хвороб і тканинної терапії імені В.П. Філатова НАМН України»

²Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

In Wistar rats (10 animals), we reproduced the military-relevant model of post-traumatic stress disorder (PTSD) proposed by us: explosions, light flashes and shaking with a change in rest time, periodically repeated during the day, for 30 s for 42 days. The control group of animals (10 rabbits) - intact animals. The detection of changes in the organ index of immunocompetent organs indicates a neuroendocrine reaction in PTSD on the body of experimental rats. The intensity of the effect of PTSD on the state of the body of rats is indicated by various manifestations of damage to the morphological state of the small intestine. It has been established that PTSD is a trigger for impaired cardiovascular functions in rats.

Посттравматичний стресовий розлад (ПТСР) як психічний розлад з часом зумовлює порушення вегетативної регуляції, а саме парасимпатичної та симпатичної нервової системи, викликаючи системні порушення функціонування органів (Олешко, Т., 2025), особливо в умовах воєнного стану.

Мета було визначення впливу ПТСР на серцево-судинні функції у щурів.

У щурів лінії Вістар (10 тварин) відтворювали запропоновану нами військово-релевантну модель ПТСР: періодично повторювані протягом доби вибухи, світлові спалахи та струшування зі зміною часу спокою, протягом 30 с впродовж 42 днів. Добовий цикл становив: 6 разів струшування зі світловими спалахами та вибухами (Михейцева, І. М., 2025). Контрольна група тварин (10 щурів) - інтактні тварини. Тварин утримували при природному циклі світло/темрява, які отримували стандартний раціон харчування. Через 42 доби після моделювання щурів виводили з експерименту в стані глибокого наркозу. Для оцінки стрес-індукованих змін у щурів досліджували масу тіла, надниркових залоз, тимусу та їх органних індексів. Функціональний стан серця оцінювали допомогою електрокардіографа за частотою серцевих скорочень (в балах). Стан судин тонкого кишечника досліджували *ex situ* за допомогою мікроскопа. Частину кишечника 3 см промивали фізіологічним розчином, розрізали вздовж і розміщували на предметному склі та фотографували. Отримані дані обробляли з використанням непараметричних методів аналізу по Вілкоксону та Мана-Уїтні.

При моделюванні ПТСР через 42 доби спостереження виявлено достовірно значуще зниження маси щурів на 19,8% та тимусу на 40,2% на тлі зростання маси надниркових залоз на 58,4% відносно контролю, що, в свою чергу, викликало збільшення органного індексу надниркових залоз на 98,6% та зменшення органного індексу тимусу на 27% порівняно з контролем. У тварин з ПТСР були тварини в основному з ознаками виразної ішемії та інфаркту з середнім балом 2 (мінімум 0, максимум 3), тоді як в контролі середній бал становив 0,2 (мінімум 0, максимум 1) за рахунок двох щурів з ознаками невиразної ішемії ($p < 0,001$). На відміну від контрольної групи з цілісністю епітеліальної тканини тонкого кишечника з непошкодженими кровоносними судинами у тварин з ПТСР простежується наявність стазу та кровонаповнення окремих ділянок судин різного діаметру кровоносних судин.

Виявленні зміни органного індексу імунокомпетентних органів свідчать про нейроендокринну реакцію при ПТСР на організм дослідних щурів. Про інтенсивність дії ПТСР на стан організму щурів свідчать різні прояви пошкодження морфологічного стану тонкого кишечника. Встановлено, що ПТСР являється тригером порушення серцево-судинних функцій у щурів.

Список використаних джерел:

1. Олешко, Т., Олешко, О., Матвеева, Ю., Король, О., Чайкін, Р., Заяц, С., Кірієнко, О., Носов, А., & Дарвіш, А. (2025). Зв'язок між посттравматичним стресовим розладом та розвитком серцево-судинних подій (огляд літератури). *Eastern Ukrainian Medical Journal*, 13(2), 364-372. [https://doi.org/10.21272/eumj.2025;13\(2\):364-372](https://doi.org/10.21272/eumj.2025;13(2):364-372).
2. Михейцева, І. М., Коломійчук, С. Г., & Сіроштаненко, Т. І. (2025). Спосіб моделювання військово-релевантної моделі посттравматичного стресового розладу: свідectво про реєстрацію авторського права на твір № 138740; зареєстр. 18 серп. 2025 р. *Держ. орг. «Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій»*. Київ, 2025, 1 с.



ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ В ДІАГНОСТИЦІ ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ 2-го ТИПУ
Пенчук Ю.М.¹, Швець Ю.В.¹, Цирюк О.І.¹, Цейслер Ю.В.¹, Ковальчук О.І.¹, Короткий О.Г.¹, Малій В.В.², Лазарєва О.Б.², Кобиляк Н.М.³

¹Навчально-науковий центр «Інституту біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

²Національний університет фізичного виховання і спорту, Київ, Україна

³Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Київ, Україна

Global obesity remains a major health crisis. Artificial intelligence (AI) offers transformative solutions, utilizing deep learning algorithms to predict glycemic events with 98.5% accuracy 30 minutes in advance. Furthermore, AI enables the creation of personalized therapeutic platforms that analyze individual microbiota to develop tailored nutritional strategies, reducing postprandial glycemic peaks with up to 70% accuracy.

Малорухливий спосіб життя та нездорові харчові звички сприяють зростанню рівня ожиріння в багатьох країнах (Sun, Y., 2025). В період 2021-2023 рр. розповсюдженість ожиріння становила, (%): США 40,3; Африка – 61,4; Близький Схід – 85,8. Поширеність ожиріння в 40-59 років вища, ніж у 20-39 років та після 60 років (Emmerich, S. D., 2024). У 79,4 % молоді, яка має діагноз ожиріння, діагностувався діабет 2 типу, а 10,4 % має надмірну вагу.

Штучний інтелект дозволяє діагностувати ранні прояви цукрового діабету, оцінювати ймовірність розвитку захворювання та прогнозувати ускладнення. Для аналізу великих масивів даних, використовуються такі моделі як логістична регресія, дерево рішень, метод випадкового лісу, підтримуючі векторні машини та глибокі нейронні мережі. Системи безперервного моніторингу глюкози (БМГ) збирають данні, які використовуються для прогнозування глікемічних подій. Алгоритми глибокого навчання, зокрема згорткові нейронні мережі та рекурентні нейронні мережі, ефективно аналізують часові ряди даних БМГ для ідентифікації патернів і прогнозування рівня глюкози. Guardian Connect System від Medtronic, схвалена FDA у 2018 році, використовує алгоритми для передбачення гіпоглікемії з точністю 98,5 % за 30 хв до події (Medtronic Diabetes, 2025).

Похибки, пов'язані зі споживанням їжі, синтезом інсуліну та БМГ, можуть становити 9 %. Для підвищення точності застосовуються мультимодальні моделі, які отримують дані про фізичну активність, харчування та сон, отримані з індивідуальних реєструючих пристроїв. Наприклад, інтеграція даних БМГ із даними фітнес-трекерів підвищує точність прогнозування глікемії на 15 % (Guan, Z., 2023). Системи замкнутого циклу використовують ці моделі для автоматичного регулювання введення інсуліну, що знижує глікемічні коливання на 25 % (Liang, L., 2024).

Штучний інтелект дає змогу створювати терапевтичні платформи, які аналізують склад мікробіоти та її метаболіти для розробки індивідуалізованих стратегій, що дозволяє адаптувати дієтичні рекомендації, зменшуючи постпрандіальні глікемічні піки у пацієнтів із цукровим діабетом 2 типу з точністю до 70 % (Zeevi, D., 2015). Дані про калорійність дієти та рівень фізичної активності, підвищують точність прогнозування на 10-15 %. Платформа Twin Health на основі мультимодальних даних створює персоналізовані плани харчування, що знижує ризики глікемічних коливань у пацієнтів (Nadeem, M., 2025).

Список використаних джерел:

1. Sun, Y., Shan, X., Li, M., et al. (2025). Autoimmune mechanisms and inflammation in obesity-associated type 2 diabetes, atherosclerosis, and non-alcoholic fatty liver disease. *Functional and Integrative Genomics*, 25(84). <https://doi.org/10.1007/s10142-025-01587-0>
2. Emmerich, S. D., Fryar, C. D., Stierman, B., & Ogden, C. L. (2024). Obesity and severe obesity prevalence in adults: United States, August 2021–August 2023. *NCHS Data Brief*, (508). <https://doi.org/10.15620/cdc/159281>
3. Guardian Connect Continuous Glucose Monitoring System Medtronic Diabetes. (n.d.). *Guardian Connect Continuous Glucose Monitoring System*. Retrieved October 19, 2025, from <https://www.medtronicdiabetes.com/products/guardian-connect-continuous-glucose-monitoring-system>
4. Guan, Z., Li, H., Liu, R., et al. (2023). Artificial intelligence in diabetes management: Advancements, opportunities, and challenges. *Cell Reports Medicine*, 4(10), Article 101213. <https://doi.org/10.1016/j.xcrm.2023.101213>
5. Liang, L., Ziegler, A. D., Chen, D., et al. (2024). Changing footprint of the Pacific Decadal Oscillation on global land surface air temperature. *Science Bulletin*, 69(4), 445–448. <https://doi.org/10.1016/j.scib.2023.12.004>
6. Zeevi, D., Korem, T., Zmora, N., et al. (2015). Personalized nutrition by prediction of glycemic responses. *Cell*, 163(5), 1079–1094. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2015.11.001>
7. Nadeem, M., Kostic, S., Dornhöfer, M., Weber, C., & Fathi, M. (2025). A comprehensive review of digital twin in healthcare in the scope of simulative health-monitoring. *Digital Health*, 11. <https://doi.org/10.1177/20552076241304078>



ТРОМБОЗ ГЛИБОКИХ ВЕН НИЖНЬОЇ КІНЦІВКИ: ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕБІГУ, СТРАТЕГІЇ ТЕРАПЕВТИЧНОГО ТА ХІРУРГІЧНОГО ЛІКУВАННЯ ТА ВАРІАНТИ ПЕРЕБІГУ ХВОРОБИ.

Приймак В.В., Подпалова О.М.

Навчально-науковий центр "Інститут біології та медицини" Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Deep vein thrombosis (DVT) of the lower limb is a common cardiovascular disorder with significant clinical importance due to the risk of complications. Its annual incidence is about 1–2 cases per 1000 people, with prevalence increasing with age. Major risk factors include prolonged immobilization, surgery, malignancy, obesity, pregnancy, and inherited thrombophilias. The pathogenesis involves an imbalance between prothrombotic factors (exogenous, endogenous, or combined) and protective mechanisms, which may be congenital or acquired. Clinical manifestations include pain, swelling, local warmth, and erythema, though many cases remain asymptomatic, increasing the risk of pulmonary embolism. Diagnosis relies on duplex ultrasonography, D-dimer testing, and advanced imaging when needed, while prevention and treatment focus on early mobilization, compression, anticoagulation, and adherence to international therapeutic protocols.

Тромбоз глибоких вен нижньої кінцівки (ТГВ) є поширеною патологією серцево-судинної системи, що має вагоме клінічне значення через ризик розвитку ускладнень. За даними сучасних досліджень, щорічна захворюваність становить близько 1–2 випадки на 1000 населення, а поширеність зростає з віком (Kakkos et al., 2021). Важливими факторами ризику є тривала іммобілізація, хірургічні втручання, злякисні новоутворення, ожиріння, вагітність та спадкові тромбофілії (Konstantinides et al., 2020).

Патогенетична картина тромбозу має свої особливості, які характеризуються порушенням балансу між тромбогенними факторами та захисними механізмами. Тромбогенні фактори можуть бути екзогенними (травма, операція), ендогенними (рак, судинні захворювання такі як ВРВНК, тромбофлебіт поверхневих вен нижньої кінцівки) або обома (наприклад, атеросклероз, ускладнена вагітність). Дефекти захисних механізмів можуть бути вродженими (наприклад, мутація фактора V R506Q, дефіцит протеїну С, протеїну S або антитромбіну) або набутими (наприклад, вовчаковий антикоагулянт, дефіцит антитромбіну при нефрозі). Це поширене венозне тромбоемболічне захворювання (ВТЕ) з частотою 1,6 на 1000 осіб на рік. Частота ураження певної ділянки залежить від анатомічного розташування: дистальні вени - 40%, підколінні - 16%, стегнові - 20%, загальні стегнові - 20%, клубові - 4%) (Sheikh M, 2025).

Клінічні прояви включають біль, набряк, локальне підвищення температури та гіперемію кінцівки, однак у значної частини пацієнтів ТГВ може перебігати безсимптомно. Методи діагностики включають дуплексне ультразвукове сканування вен як «золотий стандарт», визначення рівня D-димеру, а у складних випадках — комп'ютерну томографію чи МР-венографію (Farge et al., 2022). Оцінка клінічної ймовірності за шкалою Wells також допомагає визначити необхідність подальших досліджень.

Таким чином, ТГВ нижніх кінцівок залишається актуальною медичною проблемою, що потребує своєчасної діагностики та комплексного підходу до лікування і профілактики. Використання сучасних діагностичних методів і терапевтичних стратегій значно знижує рівень ускладнень і смертності.

Список використаних джерел:

1. Farge D., Frere C., Connors J.M., et al. (2022). International clinical practice guidelines for the treatment of cancer-associated thrombosis. *Lancet Oncology*, 23(7), e334–e347.
2. Kakkos S.K., Gohel M., Baekgaard N., et al. (2021). European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2021 Clinical Practice Guidelines on the management of venous thrombosis. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 61(1), 9–82.
3. Konstantinides S.V., Meyer G., Becattini C., et al. (2020). ESC Guidelines on acute pulmonary embolism. *European Heart Journal*, 41(4), 543–603.
4. Sheikh M., Kudravalli P., Hotwagner D.T. (2023). Deep Venous Thrombosis. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; Published 19 January 2023. PMID: 29939530.



EFFECT OF ROSCOVITINE, A SELECTIVE CDK5 INHIBITOR, ON THE VIABILITY OF RAT HIPPOCAMPAL NEURON CULTURES

Rozumna N.M., Hanzha V.V., Lukyanets O.O.

Bogomoletz Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Neurodegenerative diseases represent one of the most pressing medical and biological challenges of our time due to their profound impact on patients' quality of life and the significant socio-economic burden they impose. Among these disorders, Alzheimer's disease (AD) occupies a central position as the most common form of dementia worldwide (Zhang et al., 2023). Currently, there are no drugs capable of preventing or reversing the pathological manifestations of AD; only symptomatic treatments are available, which can temporarily improve the patient's condition. One of the key mechanisms contributing to neurodegenerative changes is the dysregulation of cyclin-dependent kinase 5 (CDK5). This enzyme plays a crucial role in maintaining neuronal structure and function, including synaptic plasticity, molecular transport, and cytoskeletal organization (Sharma, 2019). However, excessive activation of CDK5 – caused by pathological processes such as the abnormal conversion of its regulatory subunit p35 to p25 – can trigger cascades leading to apoptosis, necrosis, and neuronal death. Given that the hippocampus plays a critical role in learning and memory, and its damage is a hallmark of AD, the development of pharmacological agents capable of modulating CDK5 activity represents a promising therapeutic strategy. One such compound is roscovitine, a selective CDK5 inhibitor shown to reduce τ -protein phosphorylation and β -amyloid-induced neuronal death, thereby exhibiting neuroprotective effects in various experimental models (Hirokawa et al., 2021). In this context, the aim of our study was to investigate the effect of roscovitine, a selective inhibitor of the neuron-specific kinase CDK5, on the viability of rat hippocampal neuron cultures to assess its potential as a neuroprotective agent. The study was carried out on primary hippocampal neuron cultures obtained from rats using a standard protocol (Hanzha et al., 2023) and double-stained with two DNA-binding dyes (Hoechst 33258 and propidium iodide). Three experimental series were conducted: I – control; II and III – roscovitine administered at concentrations of 10 and 20 $\mu\text{mol/L}$, respectively, 24 hours prior to assessment. Cell death was evaluated by confocal laser scanning microscopy, comparing fluorescence of cells under control conditions and after 24 hours of incubation with roscovitine. The results showed that the addition of roscovitine at both concentrations had minimal effects on neuronal viability under normal culture conditions. Only a slight increase in apoptosis (by 2%) and necrosis (by 4%) was observed compared with the control group, indicating its low cytotoxicity. Thus, our findings demonstrate that roscovitine exerts a limited impact on hippocampal neuron viability under baseline conditions. Importantly, however, it may serve as a valuable tool for investigating and modeling mechanisms of apoptosis and neuronal death in neurodegenerative diseases, particularly AD. These results expand our understanding of CDK5 as a therapeutic target and highlight the potential of its selective inhibition in neuroprotective strategies.

98

This work was supported by the National Research Fund of Ukraine, Grant No. 2023.05/0023, project "Biomedical Center for Innovative Research in Neuroscience."

References:

1. Zhang, Y., Chen, H., Li, R., Sterling, K., & Song, W. (2023). Amyloid β -based therapy for Alzheimer's disease: challenges, successes and future. *Signal transduction and targeted therapy*, 8(1), 248. <https://doi.org/10.1038/s41392-023-01484-7>
2. Sharma K. (2019). Cholinesterase inhibitors as Alzheimer's therapeutics (Review). *Molecular medicine reports*, 20(2), 1479–1487. <https://doi.org/10.3892/mmr.2019.10374>
3. Hirokawa, T., Horie, T., Fukiyama, Y., Mimura, M., Takai, S., Kida, T., & Oku, H. (2021). Roscovitine, a Cyclin-Dependent Kinase-5 Inhibitor, Decreases Phosphorylated Tau Formation and Death of Retinal Ganglion Cells of Rats after Optic Nerve Crush. *International journal of molecular sciences*, 22(15), 8096. <https://doi.org/10.3390/ijms22158096>
4. Hanzha, V. V., Rozumna, N. M., Kravenska, Y. V., Spivak, M. Y., & Lukyanetz, E. A. (2023). The effect of cerium dioxide nanoparticles on the viability of hippocampal neurons in Alzheimer's disease modeling. *Frontiers in cellular neuroscience*, 17, 1131168. <https://doi.org/10.3389/fncel.2023.1131168>



ОФТАЛЬМОРОЗАЦЕА ЯК ПРИКЛАД НЕОБХІДНОСТІ МІЖДИСЦИПЛІНАРНОГО ПІДХОДУ В СУЧАСНІЙ КЛІНІЧНІЙ ПРАКТИЦІ

Сергєєв Є.В., Подпалова О.М.

Навчально-науковий центр "Інститут біології та медицини" Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Ophthalmorosacea is a complicated, chronic inflammatory dermatosis affecting the eyes and face, frequently misdiagnosed as conjunctivitis in its initial stages. The pathogenesis involves a complex inflammatory cycle fueled by excessive LL-37 production, leading to chronic ocular surface damage, blepharitis, and keratitis. Effective, long-term therapy necessitates a combined and personalized treatment strategy, often spanning up to two years. Crucially, clinical evidence confirms the need to replace outdated protocols with a mandatory multidisciplinary approach. This requires close, continuous cooperation between ophthalmologists and dermatologists to ensure comprehensive management of both ocular and skin manifestations, thus achieving sustained remission and preventing vision loss.

99

Офтальморозацеа є складним варіантом перебігу розацеа, що поєднує ураження шкіри та очей, створюючи значні діагностичні й терапевтичні виклики (Cribier, 2018). Аналіз клінічних випадків свідчить, що успішне лікування цього захворювання можливе лише за умови тісної співпраці лікарів різних спеціальностей – дерматолога, офтальмолога, а за потреби й імунолога. Такий підхід дозволяє впливати на всі ланки патогенезу, зокрема на запальні процеси, дисфункцію мейбомієвих залоз, судинні порушення та імунну дисрегуляцію (Yamasaki & Gallo, 2009).

У традиційній клінічній практиці офтальморозацеа часто діагностується пізно, що зумовлює розвиток ускладнень, таких як кератит чи неоваскуляризація рогівки (Two et al., 2020). Це пояснюється тим, що ранні симптоми (почервоніння, відчуття сухості, свербіж) нерідко сприймаються як прояви кон'юнктивіту або алергії. Однак міждисциплінарний підхід дозволяє своєчасно розпізнати характерні ознаки захворювання, оцінити взаємозв'язок шкірних та офтальмологічних симптомів і сформуванати цілісну стратегію лікування (Steinhoff et al., 2021).

Поєднання місцевої терапії (зволожувальні засоби, циклоспорин, контроль функції мейбомієвих залоз) із системною (антибіотики групи тетрациклінів, імуномодулюючі препарати, ретиноїди) забезпечує не лише зменшення запалення, а й стійку ремісію (Gether et al., 2018). Додаткове застосування методів, як-от IPL-терапія, дозволяє нормалізувати мікроциркуляцію та функцію сальних і мейбомієвих залоз, знижуючи ризик рецидивів (Steinhoff et al., 2021).

Аналіз проведених клінічних спостережень демонструє, що саме скоординована взаємодія фахівців різних напрямків і комплексність лікування є ключем до ефективності. Виявлено, що при використанні узгоджених схем терапії значно зменшуються прояви як шкірних, так і очних симптомів, поліпшується якість життя пацієнтів і скорочується тривалість лікування. Ці результати підтверджують необхідність оновлення існуючих протоколів ведення пацієнтів із розацеа з урахуванням мультидисциплінарних принципів.

Таким чином, офтальморозацеа є показовим прикладом захворювання, де відмова від вузькоспеціалізованого підходу на користь кооперації лікарів різних галузей та використання сучасних комбінованих стратегій лікування відкриває нові можливості для досягнення стабільної ремісії та профілактики ускладнень.

Список використаних джерел:

1. Cribier B. (2018). Pathophysiology of rosacea: recent advances and future directions. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 32(9), 1491–1499.
2. Two A.M., Wu W., Gallo R.L., Hata T.R. (2020). Rosacea: Part II. Topical and systemic therapies in the treatment of rosacea. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 72(5), 761–770.
3. Gether L., Overgaard L.K., Egeberg A., Thyssen J.P. (2018). Incidence and prevalence of rosacea: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Dermatology*, 179(2), 282–289.
4. Yamasaki K., Gallo R.L. (2009). The molecular pathology of rosacea. *Journal of Dermatological Science*, 55(2), 77–81.
5. Steinhoff M., Schmelz M., Schaubert J. (2021). Facial erythema of rosacea – aetiology, different pathophysiologies and treatment options. *Acta Dermato-Venereologica*, 101(2), adv00452.



СТАНДАРТИЗАЦІЯ АНАЛІЗУ ДАНИХ М'ЯЗОВОЇ ВТОМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ЛІНІЙНИХ ЗМІШАНИХ МОДЕЛЕЙ

Семенюк Н.С.

Інститут фізіології ім. О. О. Богомольця НАН України, Київ

Standardized muscle fatigue assessment requires methods addressing high biological variability. We propose analyzing P2/P1 ratio of twitches before/after tetanic stimulation using linear mixed models (LMM). Three-hour ischemia in rat gastrocnemius accelerated fatigue (slope: -0.11 vs -0.042 , $p < 0.001$), providing a quantitative platform for testing myoprotective interventions.

Вивчення м'язової втоми та ефектів різноманітних фізіологічних станів, таких як ішемія, потребує надійних та стандартизованих методів аналізу даних для подолання проблеми високої варіабельності, що властива біологічним експериментам. Для об'єктивної оцінки динаміки втоми пропонується стандартизований підхід, що ґрунтується на аналізі механограм скоротливої відповіді м'яза (Allen, D. G., 2008). Протокол передбачає реєстрацію поодиноких скорочень до (P1) і після (P2) тетанічної стимуляції, подальшу нормалізацію вихідних даних сили відносно індивідуального максимуму та мінімуму для нівелювання відмінностей між особинами, та розрахунок інтегрального показника — співвідношення амплітуд P2/P1. Цей показник функціонує як чутлива залежна змінна, що відображає динамічний баланс між процесами посттетанічної потенціації та депресії.

Ієрархічна структура даних, з повторними вимірюваннями для кожної тварини, робить популярні статистичні тести, як-от t-тест, неприйнятними, оскільки вони не можуть аналізувати динаміку процесу та порушують припущення про незалежність даних. Більш традиційним підходом є дисперсійний аналіз з повторними вимірюваннями (Repeated Measures ANOVA). Проте лінійна змішана модель (LMM) є значно потужнішою та гнучкішою альтернативою. На відміну від ANOVA, LMM менш чутлива до пропущених даних і не вимагає дотримання суворого припущення сферичності. Головна перевага LMM полягає у її здатності одночасно моделювати як фіксовані ефекти (вплив експериментальних умов), так і випадкові, що явно враховують індивідуальну варіабельність між тваринами. Це забезпечує точнішу й надійнішу оцінку змін у часі, що робить LMM оптимальним вибором для аналізу подібних фізіологічних даних. Для аналізу застосовується лінійна змішана модель (LMM), що перевершує ANOVA толерантністю до пропущених даних і здатністю моделювати фіксовані та випадкові ефекти (Krueger, C., 2020).

В експериментах на щурах ($n=11$ на групу) тригодинну ішемію моделювали перетисканням стегнової артерії. LMM-аналіз виявив, що швидкість зниження P2/P1 в ішемічній групі (-0.11) була вдвічі вищою, ніж у контролі (-0.042 , $p < 0.001$), що вказує на посилення ПТД та пригнічення ПТП.

Патофізіологічні механізми включають виснаження АТФ, порушення Ca^{2+} -гомеостазу, накопичення неорганічного фосфату та внутрішньоклітинний ацидоз (Allen, D. G., 2008; Zhang, 2024). Ці зміни знижують нейром'язову ефективність (Vandenboom, R., 2022).

Модель придатна для тестування міопротекторів, зокрема фулеренів C_{60} , що зменшують оксидативний стрес (Zavodovskiy, D. O., 2023), і може використовуватися у дослідженнях регенеративної медицини.

Таким чином, запропонований підхід, що поєднує стандартизовану обробку даних та застосування LMM, є потужною та об'єктивною методологією для вивчення м'язової втоми. Він дозволяє отримувати надійні кількісні оцінки функціональних дефіцитів і може слугувати чутливою платформою для тестування ефективності нових міопротекторних сполук та терапевтичних стратегій.

Список використаних джерел:

- Allen, D. G., Lanner, J. T., & Owen, V. J. (2008). The role of troponin C in the regulation of striated muscle contraction. *Physiological Reviews*, 88(1), 287–332.
- Krueger, C., & Tian, L. (2020). Using the Bayesian information criterion for model selection: A tutorial. *Statistical Methods in Medical Research*, 29(8), 2315–2330. <https://doi.org/10.1177/0962280219881146>
- Vandenboom, R., Minard, A., & Bice, S. (2022). Mechanical signaling in skeletal muscle: From contraction to gene expression. *Physiological Reports*, 10(23), Article e15529. <https://doi.org/10.14814/phy2.15529>
- Zavodovskiy, D. O., Volkov, E. V., Krayev, A. A., & Burlaka, A. G. (2023). The effect of whole-body vibration on muscle performance and fatigue: A systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 24(1), Article 606. <https://doi.org/10.1186/s12891-023-06691-z>
- Zhang, Y., Li, Q., Wang, H., & Chen, J. (2024). Targeting mitochondrial quality control in sarcopenia: A promising therapeutic strategy. *Cell & Bioscience*, 14(1), Article 55. <https://doi.org/10.1186/s13578-024-01150-x>



**THERAPEUTIC EFFECT OF ANTAGOMIR-137 IN ALCOHOL DEPENDENCE
ON BDNF LEVELS AND WORKING MEMORY IN RATS**

Sokolik V. V., Levicheva N. V., Berchenko O. G.

State Institution "P. V. Voloshyn Institute of Neurology, Psychiatry and Narcology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine" v.sokolik67@gmail.com

Traumatic factors, including war, are powerful factors in the development of emotional disorders and cognitive impairments. Under such conditions, alcohol consumption, due to its primary anxiolytic effect, contributes to the formation of pathological craving for alcohol. A significant role in these processes belongs to brain neurotrophic factors, BDNF, and is due to the regulatory influence of microRNAs (miR-92a, miR-137, miR-187, miR-203, miR-206, miR-411, etc.). It is known that activation of miR-137 expression in brain structures enhances alcohol motivation and behavioural disorders. Therefore, it is relevant to study the mechanisms of inhibition of the functional activity of miRNAs by their corresponding stereochemical blockers – antagomirs. The aim was to study the effect of nasal therapy with the liposomal form of Antagomir-137 after prolonged voluntary alcoholization on BDNF levels and working memory in rats.

The work was performed on 30 non-linear laboratory white rats ♂, 6 months old, weighing 310±34 g, which were randomly divided into 4 groups: Control – intact animals (n=8), Alcohol Dependence (AD) Model (n=8), AD Model followed by Antagomir-137 therapy in liposomes (n=7) and AD Model followed by empty liposomes therapy (n=7). AD Model was created during 30 days of free access to a 15% ethanol solution, taking into account the daily dose of consumption and the index of its preference during the final week of observations. Nasal therapy with a suspension of liposomal Antagomir-137 (MIRacle™ rno-miR-137-5p miR Antagomir, Accegen, USA) or empty liposomes lasted for 5 days. The concentration of Antagomir-137 was 0.2 OD/ml; the daily dose of the suspension was 80 µl/animal. The content of BDNF in homogenates of individual brain structures (neocortex, hippocampus, amygdala) was measured on a GBG Stat FAX 2100 microplate analyzer (USA) according to the protocol of the corresponding reagent set Rat BDNF (Brain Derived Neurotrophic Factor) ELISA Kit, «Elabscience», USA. The results were expressed per g of tissue. The level of working (short-term and long-term) memory in rats was determined by the method of novel object recognition. The time of recognition of familiar and unfamiliar objects and the discrimination coefficient were determined. Statistical analysis of differences was performed using the Student's t-test and the nonparametric Wilcoxon test, the value of $p \leq 0.05$ was considered significant.

It was found that in rats with the AD model, BDNF levels were reduced by 45% in the neocortex, by 22% in the amygdala, and were not significantly changed in the hippocampus of the rat brain. Nasal therapy with liposomal Antagomir-137 led to the normalization of the content of this neurotrophic factor in the neocortex and the absence of changes in the hippocampus, compared with empty liposomes. While in the amygdala, BDNF levels continued to decrease during treatment, although Antagomir-137 significantly delayed this process: 60% versus 49% with empty liposomes from the Control index. It was also shown that rats with the AD model had reduced working memory (short-term and long-term) due to a decrease in exploratory activity and time spent near an unfamiliar object. Nasal therapy with Antagomir-137 suspension in rats with the AD model led to an improvement in short-term working memory, while long-term memory in them was fixed at the level of rats with the AD model. With nasal therapy with empty liposomes, further progressive deterioration of working memory was observed. Thus, a unidirectional and mutually consistent dynamics of short-term working memory and BDNF content in the neocortex of the rat brain was revealed after chronic ethanol consumption and 5-day therapy with Antagomir-137. The absence of changes in BDNF levels in the hippocampus of animals was associated with deterioration of long-term working memory despite treatment with Antagomir-137. It is known that miR-137 is involved in epigenetic reprogramming of chromatin mainly in the amygdala complex during alcohol consumption. We have shown that Antagomir-137 therapy is able to specifically increase, but not normalize, as in the neocortex, the content of BDNF in the amygdala. It is not excluded that longer treatment with this drug is required. However, the presence of a therapeutic effect of Antagomir-137 treatment even for 5 days in the amygdala of the rat brain is confirmed by both the increase in BDNF content and the improvement of short-term working memory. Overall, BDNF enhances the functional connection between the amygdala and the neocortex.

Nasal therapy with liposomal Antagomir-137 in alcohol dependence restores BDNF deficiency in brain structures responsible for memory, and thus prevents the deterioration of working memory (especially short-term) under the influence of ethanol.



**EFFECT OF STREPTOZOTOCIN AND KIDNEY
ANTIGEN SUSPENSION ADMINISTRATION ON OVARIAN RESERVE**
Sribna V. O., Lytvynenko A. P., Kaleynikova O. M., Voznesenska T. Y., Blashkiv T. V.
Bogomoletz Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

Several models are used to study the complications of diabetes mellitus (DM). However, there is still no detailed description of the impact of modeling type 2 DM combined with chronic kidney disease on female reproductive function, in particular, to explain early menopause as a metabolic disorder, decreased ovarian reserve, and ovarian failure.

It is known that premature ovarian failure (POF) of any genesis is based on a deficiency of primordial follicles that is not characteristic of the reproductive age, up to the complete depletion of the ovarian reserve.

Ovarian reserve reflects the number of follicles that are in the ovaries (primordial pool and growing follicles) and depends on physiological and pathophysiological factors. Therefore, it is relevant to create a new (using streptozotocin and kidney cell suspension) experimental model of diabetes combined with chronic kidney disease POF using experimental animals (mammals).

The aim of the work is to assess the ovarian reserve (as the number of oocytes and the level of apoptosis of the oocyte follicular environment cells) in mice that will be injected with streptozotocin and a suspension of kidney antigen, which has not been studied previously.

The work was performed using female Alba mice weighing 18-20 g. Experimental DM combined with chronic kidney disease (KD): mice were injected with nicotinamide (120 mg/kg) followed by streptozotocin (70 mg/kg) 15 min later - three times (once a day with an interval of 1 day). After 2 weeks, mice were immunized intraperitoneally with a kidney antigen suspension (10 μ l of suspension per 10 grams of body weight) three times (once a day with an interval of 1 day).

At week 6 of the experiment, the combination of nicotinamide and streptozotocin was repeated once, and at week 7, immunization with kidney antigen was repeated once. The glucose content in the blood of mice was determined 14 hours (overnight) after the last feeding. 7 weeks after the induction of experimental type 2 DM combined with chronic kidney disease, testes were collected from mice with hyperglycemia over 14.0 mmol/l (from 14.7 mmol/l to 19.3 mmol/l) and proteinuria over 0.10 mg/ml. In intact (control) mice, the blood glucose level was 5.8 ± 0.27 mmol/l; the protein level was 0.02 ± 0.01 mg/ml.

The experimental material (ovaries) was collected from experimental and control animals on the third day after the last (fifth) administration of substances under ether anesthesia. Oocytes were isolated from the ovaries of mice non-enzymatically (mechanically) and morphological studies were performed - the state of the germinal vesicle, perivitelline space and cytoplasm was determined - density, degree of granulation, signs of fragmentation and degeneration. After 2 h of cultivation, oocytes (% of the total number) that were at the stage of metaphase I (dissolution of the germinal vesicle) were counted, and after 20 h - at the stage of metaphase II (formation of the first polar body).

Apoptotic and non-apoptotic (necrosis) death of oocyte follicular environment cells was assessed by morphological signs using in vivo double staining with fluorescent nucleic acid dyes Hoechst 33342 and propidium iodide.

It was established that under DM +KD conditions, there is a 1.6-fold decrease in the number of oocytes with normal morphology (which are released from one ovary), a 1.75-fold decrease in the number of oocytes that resume meiotic maturation, as well as a 1.88-fold decrease in those that form the first polar body: as well as a 2.09-fold decrease in the number of live oocyte follicular environment cells, a 3.62-fold increase in the number of oocyte follicular environment cells with signs of apoptosis and a 2.57-fold increase in such cells with signs of necrosis compared to such values in the control.

Under conditions of streptozotocin and kidney antigen suspension administration in mice, there is a decrease in ovarian reserve - a decrease in the number and quality of oocytes and an increase in the level of apoptosis of cells in their follicular environment, which partially reflects changes in ovarian function, as premature ovarian failure in humans.

The results obtained give grounds to argue that experimental metabolic disorder - experimental DM combined with experimental KD - could be considered as a useful model for establishing the features and revealing the pathogenetic links of the development of female ovarian dysfunction under such conditions.



**ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ПРИЛАДОМ «PARKES-L»
НА КОРЕКЦІЮ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ ПРИ ПОРУШЕНІ ФУНКЦІЙ
БРОНХО-ЛЕГЕНЕВОЇ СИСТЕМИ**

Темненко І.П., Ілюха Л.М.

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, Черкаси, Україна

Bioresonance stimulation exerts an effect on biological tissues and processes by modulating ion exchange across cell membranes, thereby regulating the tone of smooth muscle. Based on these mechanisms, we hypothesized that bioresonance therapy may have therapeutic potential in chronic obstructive pulmonary disease and bronchial asthma, enable evaluation of the functional state of the bronchopulmonary system in individuals during the post-COVID period, and facilitate investigation of the relationship between electrical conductivity at biologically active points using the diagnostic device «PARKES-L».

На сьогоднішній день метод біорезонансної терапії (прилад «PARKES-L») що включає в себе принцип рефлекторного впливу низькочастотних електричних імпульсів, низькоінтенсивного інфрачервоного випромінювання, і електричних частот на рецептори шкіри (біологічно активні зони) і мембрани клітин піддаються критиці в наукових колах. Але також наводяться наукові практичні данні ефективності цього методу. Використання біорезонансного методу за допомогою апаратнопрограмного діагностичного комплексу «PARKES-L» який фіксує електроопір в акупунктурних точках за принципом відповідності органу чи системи дозволяє за 5–7 хвилин скринінг-тесту з високою ймовірністю визначити функціональний стан окремих органів і систем (Karpovskiy & Bobritska, 2018; Sadlonova et al., 2002).

Мета дослідження: Дослідити ефективність біорезонансного терапевтичного впливу у людей з хронічним порушенням бронхолегеневої системи у після ковідний період та продіагностувати частотно-резонансним методом результати терпії.

Матеріали та методи дослідження: Дослідження проводились протягом 30 днів, кількість досліджуваних 30 осіб, які мали хронічне порушення бронхо-легеневої системи у після ковідний період. Було проведено діагностичне тестування приладом «PARKES-L» на предмет визначення оцінки порушення функціонального стану легенів (утруднене дихання, слабкість, наявність початкових алергічних проявів, кашель) у після ковідний період. Дія приладу «PARKES-L», що має діапазон робочих частот від 0,1 герц до 30 кГц, базується на рефлекторному механізмі дії слабких низькочастотних електромагнітних імпульсів на рецептори шкіри (біологічно активні ділянки). Ефект приладу досягається завдяки випромінюванню електромагнітних імпульсів інфрачервоними світлодіодами, які розташовані на задній та передній сторонах приладу.

Результати дослідження вказують на позитивні зміни фізіологічних показників функціонального стану легеневої системи до біорезонансного впливу та після, а саме відбулось зниження токсичного навантаження, стабілізація функціонального стану системи транспорту Оксигену, антиоксидантного захисту, біорезонансна корекція системи оксигенації крові. Було встановлено, що під впливом електромагнітного випромінювання процеси проміжного обміну органічних сполук не змінюються, але посилюються анаболічні процеси в тканинах. Симптоми та скарги на утруднене дихання, слабкість, потовиділення, хронічний кашель відсутні. У всіх досліджуваних зафіксований позитивний результат терапії.

Список використаних джерел:

1. Karpovskiy V.I., Bobritska O.M. (2018) The influence of electromagnetic radiation of “PARKES-L” device on metabolism in puppies. Vol 20 No 88: Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences. P. 11-15 <https://doi.org/10.32718/nvlvet88>
2. Sadlonova J, Korpas J, Vrabec M, Salat D, Buchancova J, Kudlicka J. (2002) The effect of the pulsatile electromagnetic field in patients suffering from chronic obstructive pulmonary disease and bronchial asthma. Bratisl Lek Listy.;103(7-8):260-265.

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНЕ ПРОФІЛЮВАННЯ АДЕНОКАРЦИНОМИ ШЛУНКА
Шапочка Т. В.^{1,2}, Афанасьєва К. С.¹, Суласва О. М.^{1,2}, Кобиляк Н. М.^{2,3}, Фалалєєва Т. М.^{1,2}

¹Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини» Київського національного університету імені Тараса Шевченка,

²Медична лабораторія CSD, ³Національний медичний університет імені О.О.Богомольця

This study aimed to perform extended molecular profiling in a cohort of 15 patients with histologically confirmed gastric adenocarcinoma to identify the frequency and interrelations of key biomarkers. Analyses included IHC for HER2, mismatch repair (MMR) proteins and PD-L1, and NGS using the FoundationOne® CDx and Cell3™ Target: Pan-Cancer (524) panels.

За останніми глобальними оцінками GLOBOCAN у 2022 р. щорічно реєструється близько 1 мільйона нових випадків раку шлунка (4,8% від усіх злоякісних новоутворень) та понад 660 тисяч смертей, що становить ~6,8% від усіх онкологічних смертей (GCO; НК-ПУ). З огляду на високу поширеність і складність лікування аденокарциноми шлунка, молекулярне типування раку шлунка дозволяє дослідити патогенез і гетерогенність пухлин, яке має вирішальне значення для діагностики, прогнозування та вибору ефективної індивідуалізованої терапії (Guan, W.-L., 2023).

Метою даної роботи було проведення розширеного молекулярного профілювання підгрупи з 15 пацієнтів з гістологічно підтвердженою аденокарциномою шлунка для визначення частоти та взаємозв'язку основних біомаркерів.

Дослідження виконано на зразках пухлинної тканини (FFPE) 15 пацієнтів з підтвердженою аденокарциномою шлунка. HER2/neu, MSI-статус та PD-L1 визначали методом імуногістохімії. NGS-профілювання виконано за допомогою панелі Cell3™ Target: Pan-Cancer (524) та технології FoundationOne® CDx, що дозволила оцінити TMB, MSI-статус і спектр геномних варіантів.

В результаті аналізу даних 15 обстежених пацієнтів було встановлено: HER2-позитивність (ІГХ 3+) виявлена у 13,3 %, у 3 пацієнтів (20 %) результати були 2+, з яких один підтверджено FISH-ампліфікацією. MSI-H виявлено у 13,3 % пацієнтів; PD-L1-позитивність (CPS \geq 1) зафіксована у 33 % пацієнтів, причому у MSI-High-пухлин спостерігалася вища експресія (CPS \geq 10). TMB-High (> 10 mut/Mb) встановлено у 2 пацієнтів (13). При дослідженні генетичні змін за методом NGS у обстежуваних найчастіше виявлялись варіанти мутацій у генах TP53 та CDH1 (рис.1), що узгоджується з даними наукової літератури (Blair, V. R., 2020; Slavin, T. P., 2019; Li, B., 2022).

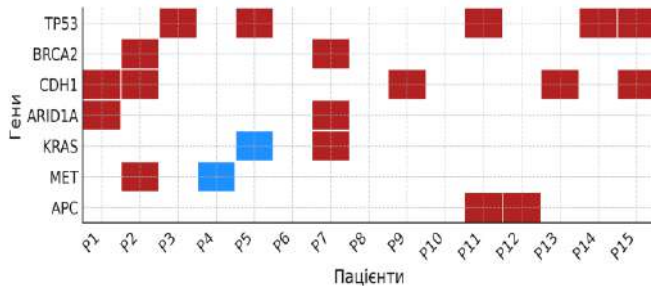


Рис.1. Онкопринт-діаграма геномного ландшафту аденокарциноми шлунка

Онкопринт-діаграма (рис. 1) ілюструє генетичні зміни у генах у 15 пацієнтів (P1–P15) з аденокарциномою шлунка. Були виявлені молекулярні зміни у низці рідкісних генів, які потенційно можуть виступати біомаркерами пухлинної прогресії та відповіді на терапію - мутації у RNF43, ARID1A та PBRM1, CCNE1, CDK6, INPP4B, PIK3R1, MYC, BCL2L2.

Результати дослідження свідчать про генетичну гетерогенність шлункової аденокарциноми.

Список використаних джерел:

1. Global Cancer Observatory. (n.d.). *The Global Cancer Observatory*. Retrieved from <https://gco.iarc.fr/en/>
2. Національний канцер-реєстр України. (n.d.). Retrieved from <https://ncru.inf.ua/>
3. Guan, W.-L., He, Y., & Xu, R.-H. (2023). Gastric cancer treatment: recent progress and future perspectives. *Journal of Hematology & Oncology*, 16(1), 57. <https://doi.org/10.1186/s13045-023-01451-4>
4. Blair, V. R., McLeod, M., Carneiro, F., et al. (2020). Hereditary diffuse gastric cancer: Updated clinical practice guidelines. *Lancet Oncology*, 21(8), e386–e397.
5. Slavin, T. P., Weitzel, J. N., Neuhausen, S. L., Schrader, K. A., Oliveira, C., & Karam, R. (2019). Genetics of gastric cancer: what do we know about the genetic risks? *Translational Gastroenterology and Hepatology*, 4, 55. <https://doi.org/10.21037/tgh.2019.07.02>
6. Li, B., Zhang, F., Niu, Q., Liu, J., Yu, Y., Wang, P., Zhang, S., Zhang, H., & Wang, Z. (2022). A molecular classification of gastric cancer associated with distinct clinical outcomes and validated by an XGBoost-based prediction model. *Molecular Therapy. Nucleic Acids*, 31, 224–240. <https://doi.org/10.1016/j.omtn.2022.12.014>



ЕФЕКТИ ВПЛИВУ КОФЕЇНУ НА ПЕРИСТАЛЬТИКУ ТОВСТОЇ КИШКИ

Киричек П. В.

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Київ, Україна

Caffeine has the possibility to regulate the colon motor activity, which is a relevant scientific and practical problem for biological science and medicine. We investigated the effects of caffeine on 94 white outbred male rats of reproductive age, with an initial body weight of 200 ± 10 g. Contractile activity of the colon was studied on preparations of the muscular strip in the sigmoid colon wall. The prepared strip was placed in a flow chamber and perfused with Krebs solution. Caffeine was added to the perfusate. Colonic motility was significantly enhanced by caffeine – the amplitude and frequency of contractions increased. Thus, caffeine is a sufficiently powerful stimulant of the colon motility, the results of our studies have shown.

Кофеїн — це природний алкалоїд, який є найпоширенішою у світі психоактивною речовиною, що доволі часто вживається. Він належить до класу метилксантинів і є потужним стимулятором центральної нервової системи (ЦНС). Кофеїн міститься у насінні кави (1–2%), листях чаю (2–5% у сухому листі, але менше у напоях), горіхах коли та какао-бобах. Його також додають до енергетичних напоїв, газованих вод та деяких лікарських засобів. Популярність таких споживчих продуктів робить цю речовину дуже актуальним об'єктом для наукових досліджень. Науковці досліджували вплив кофеїну на систему гемодинаміки, зокрема його вплив на церебральний кровообіг та вивчали його вплив на ізольовані кровоносні судини, досліджували функцію судинної стінки (*in vitro* та *in vivo* на тваринах) (O'Keefe, J. H., 2018). Однак, нас зацікавив вплив кофеїну на кишечник, його моторну активність, оскільки належне здійснення моторної функції товстої кишки представляє собою один з найважливіших аспектів для реалізації функціональних резервів організму людини. Забезпечення резервуарної функції, перемішування хімусу, а також його пересування у більш дистальні відділи травного каналу людини реалізуються завдяки скоротливої діяльності гладеньких м'язів кишки (Sperber, A. D., 2021). Порушення моторної функції товстої кишки є провідними патофізіологічними механізмами виникнення багатьох захворювань у товстому кишечнику. Вивчення впливу біологічно активного природнього алкалоїду, що здатен корегувати моторику товстої кишки, являє собою актуальну наукову та практичну проблему для сучасної біологічної науки та медицини.

Нами було проведено експериментальне дослідження на 94 білих безпородних щурах-самцях репродуктивного періоду, з вихідною масою тіла 200 ± 10 г. Скоротливу активність товстої кишки досліджували на препаратах м'язової смужки стінки сигмоподібної кишки. Препаровану смужку розміщували у проточній камері і перфузували розчином Кребса. Кофеїн додавали у перфузат.

Під впливом кофеїну відбувалося значне посилення моторики препаратів товстої кишки – суттєво збільшувалась як амплітуда, так і частота скорочень. Ефект від застосування кофеїну був достатньо тривалим. Таким чином, результати наших досліджень показали, що кофеїн є достатньо потужним стимулятором рухової функції товстої кишки. Підвищення скоротливої активності гладеньких м'язів товстої кишки під впливом кофеїну, на наш погляд, зумовлене сукупною дією декількох механізмів, які мають достатньо широкий спектр біологічної активності (Vaspinar, B., 2017). Ключовими факторами є такі: 1) інгібування фосфодіестерази та накопичення цАМФ, що стимулює протеїнкіназу А, яка впливає на функцію кальцієвих каналів та скоротливий апарат, модулюючи збудливість і тонус міоцитів ; 2) антагонізм до аденозинових рецепторів - кофеїн є неселективним антагоністом аденозинових рецепторів, блокуючи ці рецептори, він тим самим посилює холінергічну передачу сигналу й стимулює гладеньком'язову скоротливість; 3) підвищення кальцієвої проникності мембран активує скорочення гладеньких м'язів. Отже, отримані нами результати досліджень вказують на стимулюючий ефект впливу кофеїна на моторну активність товстої кишки. Це у свою чергу свідчить, що кофеїн цілком можливо застосовувати у біологічних дослідженнях та медичній практиці, як модулятор скоротливої активності гладеньких м'язів товстої кишки.

Список використаних джерел:

1. O'Keefe, J. H., DiNicolantonio, J. J., & Lavie, C. J. (2018). Coffee for Cardioprotection and Longevity. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 61(1), 38–42. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2018.02.002>
2. Sperber, A. D., Bangdiwala, S. I., Drossman, D. A., Ghoshal, U. C., Simren, M., Tack, J., et al. (2021). Worldwide Prevalence and Burden of Functional Gastrointestinal disorders, results of Rome Foundation Global Study. *Gastroenterology*, 160(1), 99–114e3. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2020.04.014>
3. Vaspinar, B., Eskici, G., & Ozcelik, A. O. (2017). How coffee affects metabolic syndrome and its components. *Food & Function*, 8(6), 2089–2101. <https://doi.org/10.1039/C7FO00388A>



TISSUE-SPECIFIC REGULATORY VARIANTS IN THE HUMAN COLON AND PROXY COLOCALIZATION WITH IBS GWAS

Yasinskyi Y., Piven A.

Educational and Scientific Center "Institute of Biology and Medicine" of Taras Shevchenko National University of Kyiv.

Gene-expression regulation in colon tissues is implicated in the pathophysiology of irritable bowel syndrome (IBS) (Bonfiglio et al., 2021). We selected a proxy colocalization strategy as an efficient first-pass filter to flag putative shared signals for subsequent isoform-/event-level TWAS and formal colocalization.: we computed Wakefield-ABF-based PP4_proxy for eQTLs, while representing the GWAS signal at each locus by its lead SNP.

Objectives. Quantify shared versus tissue-specific regulatory effects between transverse and sigmoid colon and prioritize candidate genes for follow-up isoform-/event-level TWAS.

Data. IBS GWAS from seven studies (primary: Nature Genetics 2021) with standardized lead-SNP loci; regulatory QTLs from GTEx v8 and the eQTL Catalogue; ENS marker panels and single-cell RNA-seq of human colon for cell-type support (Smillie et al., 2019; Elmentaite et al., 2021).

Methods. We aggregated ~339 million eQTL records and applied a significance threshold of $p < 1e-6$. "Shared eQTLs" were significant in both tissues (matched by variant_id + gene_id); "tissue-specific eQTLs" were significant in only one tissue. We assessed sign concordance, $|\Delta\beta|$ (absolute difference in effect size between tissues), and heterogeneity via a Z-test. For proxy colocalization, we scanned ± 500 kb around each IBS locus, harmonized alleles, excluded palindromic SNPs, computed eQTL ABF with prior $W=0.04$, reused the lead-SNP GWAS effect for all variants in the window, and obtained posteriors for H0–H4, reporting PP4_proxy.

Limitations of the proxy design. Lead-SNP-only GWAS representation, distance-based windows (not LD-defined), and exclusion of palindromic SNPs likely depress PP4_proxy and reduce sensitivity.

Results. We identified 313,022 shared eQTLs and 392,994 tissue-specific eQTLs (55.7% tissue-specific). Among shared eQTLs, sign concordance was 99.98%, with mean $|\Delta\beta|=0.116$ (median=0.088). Tissue specificity was higher in transverse colon (225,925; 57.5% of tissue-specific) than in sigmoid colon (167,069; 42.5%). Heterogeneity across tissues (Z-test, $p < 0.05$) was observed for 22.3% of variant–gene pairs. Proxy colocalization across 315 locus–gene–tissue combinations yielded mean PP4_proxy=0.088 (max=0.712), with one strong signal (PP4_proxy>0.7) and ~50 moderate signals (PP4_proxy>0.5; $\approx 15.9\%$).

Despite near-universal agreement in effect direction across tissues, the large fraction of tissue-specific associations indicates spatial stratification of gene regulation in the colon. The uniformly low mean PP4_proxy suggests limited sharing of causal variants between IBS loci and colon eQTLs under this proxy framework, though conservativeness of the proxy design may also contribute.

References:

1. Eijsbouts, C., et al (2021). Genome-wide analysis of 53,400 people with irritable bowel syndrome highlights shared genetic pathways with mood and anxiety disorders. *Nature Genetics*, 53, 1543-1552.
2. GTEx Consortium. (2020). The GTEx Consortium atlas of genetic regulatory effects across human tissues. *Science*, 369(6509), 1318–1330. <https://doi.org/10.1126/science.aaz1776>
3. Kerimov, N., et al. (2021). A compendium of uniformly processed human gene expression and splicing quantitative trait loci. *Nature Genetics*, 53(9), 1290–1299.
4. Smillie, C. S., et al. (2019). Intra- and inter-cellular rewiring of the human colon during ulcerative colitis. *Cell*, 178(3), 714–730.e22.
5. Elmentaite, R., et al. (2021). Cells of the human intestinal tract mapped across space and time. *Nature*, 597, 250–255. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03852-1>
6. Machiela, M. J., & Chanock, S. J. (2015). LDlink: A web-based application for exploring population-specific haplotype structure and linking correlated alleles. *Bioinformatics*, 31(21), 3555–3557. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btv402>



**ВИКОРИСТАННЯ KEYС-ТЕХНОЛОГІЙ У ФОРМУВАННІ
ЗДОРОВ'ЯЗБЕРЕЖУВАЛЬНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ: ОЦІНКА
ЗАДОВОЛЕНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ**

Дмитроца О.Р.

Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна

The paper examines the use of case technologies in developing health-preserving competence of future teachers. The study highlights that case-based learning combines theory with practice, promotes critical thinking, communication, and decision-making skills. A survey of 35 students showed that 32% are well acquainted with the method, 17% are fully satisfied, and 74% value group interaction as its main advantage. Implementing case studies in physiology and health-related courses enhances motivation, integrates theoretical and practical knowledge, and fosters readiness for health-oriented teaching practice in future educators.

У сучасних умовах навчання підготовка майбутніх учителів до формування здорового способу життя є надзвичайно актуальною через підвищений рівень стресу, недостатню фізичну активність та незбалансоване харчування серед учнів (Бадрак, Гордієнко, & Шевченко, 2023). Здоров'язбережувальна компетентність педагога є важливим чинником ефективності освітнього процесу та прикладом для наслідування школярами. Кейс-технології в цьому контексті визнаються дієвим інструментом, що поєднує теорію з практикою, розвиває критичне мислення, самостійність, творчий підхід і професійну рефлексію (Степанова, 2020), а їх застосування підвищує ефективність навчання та формує у студентів моделі здорової поведінки через аналіз реальних або змодельованих ситуацій (Танасійчук, 2024). Навчальні кейси активізують пізнавальну діяльність, стимулюють дискусію, пошук рішень і сприяють глибшому розумінню фізіологічних процесів (Степанова, 2020). Успішна інтеграція кейс-методу в освітній процес передбачає: розробку структурованих завдань, адаптованих до віку й професійних особливостей; організацію групової роботи й дискусій, які розвивають комунікацію та аналітичне мислення; синтез теорії і практики через розв'язання проблемних ситуацій; поетапне впровадження кейсів у поєднанні з традиційними формами навчання (Степанова, 2020). Такий підхід узгоджується із сучасними тенденціями педагогіки, орієнтованими на формування ключових, зокрема здоров'язбережувальних, компетентностей майбутніх учителів (Танасійчук, 2024).

Власне дослідження передбачало опитування 35 здобувачів освіти щодо обізнаності з кейс-методом та рівня задоволеності його використанням. Понад третина респондентів (32 %) добре знайомі з технологією, 17,14 % заявили про повну задоволеність навчанням, а понад 20 % високо оцінили готовність до її використання у власній педагогічній практиці. Більше половини студентів (52 %) зазначили, що під час навчання у школі кейс-завдання застосовувались досить активно. Серед основних переваг 74,28 % опитаних назвали групову роботу, яка сприяє комунікації, взаємодії та колективному пошуку рішень. Щодо впровадження кейс-методу у викладання дисциплін «Охорона життя і здоров'я учасників освітнього процесу», «Вікова фізіологія з основами гігієни», третина студентів відзначила відмінності в методиці порівняно з іншими курсами. Близько 63 % респондентів підтвердили, що такі заняття сприяли колективній роботі, а 80 % — узагальненню теоретичних знань і практичних умінь. Майже 69 % опитаних підкреслили, що кейс-метод забезпечує більшу демократичність навчання, розвиток комунікативності та критичного мислення.

Таким чином, застосування кейс-технологій у вивченні фізіологічних дисциплін довело свою ефективність у підвищенні мотивації студентів, активізації мислення й формуванні професійної готовності до реалізації здоров'язбережувальної освіти. Використання кейсів узгоджує абстрактні знання з реальними життєвими ситуаціями, розвиває рефлексію та сприяє формуванню педагогічної позиції, зорієнтованої на збереження і зміцнення здоров'я.

Список використаних джерел:

1. Бадрак Т. В., Гордієнко Н. О., & Шевченко В. В. (2023). Формування здоров'язбережувальної компетентності у студентів медичних закладів вищої освіти. *Теорія і методика професійної освіти. Інноваційна педагогіка*. (61). 89–92. DOI <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2023/61.1.16>
2. Степанова, Г. М. (2020). Застосування кейс-технологій у викладанні фундаментальних дисциплін в медичному ЗВО. *Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Серія «Педагогічні науки»* (2). 67-72. DOI 10.31651/2524-2660-2020-2-67-72
3. Танасійчук, Ю. (2024). Використання кейс-методу під час викладання дисципліни «Вікова фізіологія та шкільна гігієна». *Physical culture and sport: scientific perspective*, 1(1), 115–121. <https://doi.org/10.31891/pcs.2024.1.17>.



**EFFECTIVE CONNECTIVITY DURING SPATIAL VISUAL ATTENTION TASK:
MULTISTAGE ERP STUDY**

Yevpak N., Revko S., Kazmirchuk O., Kachynska T., Kuznietsov I.
Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine

EEG studies differentiate evoked responses, which are phase-locked to stimuli, from induced responses, which are time-locked but not phase-locked and reflect underlying cognitive processes (Hosseini et al., 2015; Cooper et al., 2006). Advanced methods such as entropy measures and Dynamic Causal Modeling show that induced responses are often mediated by backward connections, challenging traditional linear models (Michalopoulos et al., 2011; Chen et al., 2012).

Together, these findings suggest that visual spatial attention depends on distributed oscillatory networks shaped by effective connectivity, with both evoked and induced dynamics contributing to efficient visuospatial processing.

Dipole source localization techniques were applied to identify and characterize the cortical generators of event-related potentials (ERPs) elicited by stimulus presentation during spatial visual tasks involving both voluntary and involuntary attention. Sixty-six healthy male volunteers (aged 21 ± 2 years) participated in the study. The recording session included 120 pseudorandomized trials (60 target stimulus trials), each following a five-stage paradigm adapted from the Wyart and Tallon-Baudry experiment. The stages included: Fixation, Direction, Stimulus (during which participants discriminated the orientation of a grating circle and arrow direction), Retention, and Answer (binary response on congruency and distractor presence). Each stimulus was presented for 4000 ± 250 ms. EEG data were processed and visualized using EEGLAB and BrainNet software. ERP epochs were averaged and analyzed within a time frame from 200 ms before to 3000 ms after stimulus onset.

During the Direction stage, both attention types engaged similar cortical regions, but with different activation patterns. Involuntary attention involved sensory-driven networks, with automatic processing of sensory stimuli. In contrast, voluntary attention showed greater involvement of the Left Dorsolateral Prefrontal Cortex, suggesting top-down control over attention allocation.

During the Attention stage, for involuntary attention condition automatic processing dominated, with the Primary Auditory Cortex and Right Hypothalamus indicating physiological regulation of arousal. Voluntary attention, on the other hand, engaged prefrontal regions, emphasizing top-down modulation and goal-directed attention allocation.

During the Retention stage, involuntary attention involved the activity of sensory and auditory cortices, alongside the Right Hypothalamus, presumably reflecting memory processes. Voluntary attention relies on the activity of prefrontal regions, highlighting their role in the attention control, with enhanced connectivity between prefrontal and sensory regions.

These results demonstrate that even for long response periods involuntary attention remains sensory driven with corresponding activity and connectivity of sensory cortex, while voluntary attention relies on prefrontal control of attention across all stages.

Sources:

1. Hosseini, P. T., Bell, S., Wang, S., & Simpson, D. (2015). Induced activity in EEG in response to auditory stimulation. *Biomedical Signal Processing and Control*, 18, 28–35.
2. Cooper, N. R., Burgess, A. P., Croft, R. J., & Gruzelier, J. H. (2006). Investigating evoked and induced electroencephalogram activity in task-related alpha power increases during an internally directed attention task. *NeuroReport*, 17(2), 205–209.
3. Michalopoulos, K., Iordanidou, V., Giannakakis, G., Nikita, K., & Zervakis, M. (2011). Characterization of evoked and induced activity in EEG and assessment of intertrial variability. In *2011 10th International Workshop on Biomedical Engineering* (pp. 1–4). IEEE.
4. Chen, C. C., Kiebel, S. J., Kilner, J. M., Ward, N. S., Stephan, K. E., Wang, W. J., & Friston, K. J. (2012). A dynamic causal model for evoked and induced responses. *NeuroImage*, 59(1), 340–348.



FROM UKRAINIAN PHYSIOLOGY TO U.S. CLINICAL PRACTICE: A MODEL FOR
NEURODIAGNOSTIC EDUCATION

Yevpak N., R.EEG T, MS¹, Tychkivska O., Assistant Professor²

¹Advocate Lutheran General Hospital (USA),

²Danylo Halytsky Lviv National Medical University (Ukraine)

Developing a Neurodiagnostic specialty in Ukraine is, first and foremost, an educational and national health priority. Neurodiagnostics—encompassing electroencephalography (EEG), evoked potentials (EP), electromyography (EMG), nerve conduction study (NCS), and intraoperative monitoring (IONM)—requires both a strong foundation in physiology and structured clinical training. While these fields are firmly established within global healthcare systems (ASET, 2020), Ukraine currently lacks a dedicated educational and professional pathway for this specialty. This absence limits the systematic preparation of future specialists and slows the integration of international standards into clinical care.

Ukraine, however, has significant strengths to build upon. Physiology as a discipline is deeply rooted in Ukrainian biological and medical education, with robust teaching traditions in neurophysiology and related sciences. Additionally, multiple universities and clinical institutions are already equipped with EEG systems, providing a technical infrastructure that can be mobilized for professional training. These existing resources create fertile ground for developing specialized curricula that unite theoretical physiology with applied neurodiagnostic practice.

The proposed model adapts elements from U.S. neurodiagnostic education—where structured training programs, competency-based assessment, and professional certification have long been established—to the Ukrainian context (ABRET, 2025, Hirsch, L. J. at al., 2021, Commission on Accreditation for Education in Neurodiagnostic Technology, 2017). This framework integrates three pillars: (1) foundational instruction in physiology and neuroscience, (2) hands-on laboratory and clinical training with EEG and related modalities, and (3) pathways for standardized certification and academic excellence. Such a system would prepare a new generation of neurodiagnostic professionals, create clear standards for training and practice, and establish academic centers capable of sustaining professional growth.

The urgency of this initiative has been dramatically heightened by the ongoing war in Ukraine (Fontanarosa, P. B. at al., 2022). We see more traumatic brain/spinal/nerve injuries, strokes, epilepsy, headaches, and stress-related neurological disorders, along with worsening of pre-existing chronic neurological diseases due to war (Kong L-Z at al., 2021). These conditions require not only neurological treatment but also accurate and timely neurophysiological assessment. By uniting Ukraine's strong traditions in physiology with applied models of U.S. clinical practice, this initiative offers a sustainable pathway for workforce development, improved patient care, and healthcare resilience in times of national crisis. It also provides a compelling example of how physiology education within higher institutions can evolve to meet pressing societal needs while maintaining international academic integration.

Sources:

1. ABRET. (2025). *Handbook for candidates: Registration examination for electroencephalographic technologists (R. EEG T.)*. ABRET Neurodiagnostic Credentialing and Accreditation.
2. ASET. (2020). *Standards and practices for neurodiagnostic technologists*. American Society of Electroneurodiagnostic Technologists.
3. Commission on Accreditation for Education in Neurodiagnostic Technology. (2017, November 17). *Standards and guidelines for the accreditation of educational programs in neurodiagnostic technology* [PDF]. <https://www.coa-ndt.org/wp-content/uploads/NDTStandards2017-2.pdf>
4. Fontanarosa, P. B., Flanagan, A., & Golub, R. M. (2022). *Catastrophic health consequences of the war in Ukraine*. *JAMA*, 327(16), 1549–1550.
5. Hirsch, L. J., et al., (2021). American Clinical Neurophysiology Society's standardized critical care EEG terminology: 2021 version. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 38(1), 1–29.
6. Kong, L.-Z., Zhang, R.-L., Hu, S.-H., & Lai, J.-B. (2021). Military traumatic brain injury: A challenge straddling neurology and psychiatry. *Military Medical Research*, 8(1), 39.



INTEGRATION OF PHYSIOLOGICAL DISCIPLINES IN THE TRAINING OF PHYSICAL EDUCATION SPECIALISTS: INFORMATIONAL AND PRACTICAL ASPECT

Zhydenko A.O., Papernyk V.V.

T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium», Chernihiv, Ukraine

The specifics of training future specialists in the field of physical culture and sports involve the study by students of disciplines of the medical and biological cycle, the importance of which has been repeatedly highlighted by scientists, teachers of higher education institutions and practicing trainers (Zavallnyuk et al., 2021; Zhydenko & Papernyk, 2023). Knowledge of physiology, an integrated approach, innovative technologies and practical orientation of teaching physiological disciplines form in students the skills of independent work and a systemic vision of the impact of physical exertion on the body. Despite this, the Curriculum (C) for the 2022–2023 academic year for the training of bachelors in the field of knowledge 01 "Education/Pedagogy", specialty 017 "Physical Culture and Sports" of the T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium» (term of study - 3 years 10 months, qualification as a trainer-teacher in a sport) provides for the study of only one physiological discipline "Physiology of motor activity". This course integrates four modules: Module 1 "Human Physiology" (HP), Module 2 "Age Physiology" (AP); Module 3 Psychophysiology (Pf) and Module 4 Physiology of Sports (PoS). Compared to the 2021/2022 curriculum, when the course "Human Physiology" was taught separately, the total number of hours decreased by 40 lecture hours and 30 laboratory hours. An analysis of previous curricula, where each discipline was studied separately, indicates an even more significant reduction in hours. A detailed description of the process of combining courses and the calculation of the distribution of 200 points (including the exam) that students receive are given in our previous publication [2]. Since it was impossible to change the number of hours allocated to each module of the course "Physiology of Motor Activity", we proposed to divide the study of the discipline into two semesters and introduce an additional form of control — a test. The corresponding distribution of hours is presented in Tab. Distribution of hours for the discipline "Physiology of Motor Activity"

| Total number | 2nd Year, 3rd Term (HP+AP) | | 2nd Year, 4th Term (Pf+PoS) | |
|--|----------------------------|-------------|-----------------------------|---------------|
| | Intramural | Extramural | Intramural | Extramural |
| Number of ECTS credits 6 Number of hours: 180 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Lectures 46 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| Laboratory 62 | 22 (HP16+AP6) | 6 (HP4+AP2) | 24 (Pf6+PoS18) | 8 (Pf2+PoS6) |
| Individual tasks | 34 (HP24+AP10) | 8 (HP6+AP2) | 28 (Pf10+PoS18) | 10 (Pf2+PoS8) |
| Independent work of the student | 2 | 9 | 2 | 9 |
| | 32 (36%) | 67 | 36 (40%) | 63 |

Also we adjusted the qualitative content of the methodological materials on the Moodle platform. Performing laboratory work allowed us to diagnose the physiological and psychophysiological qualities of students in the first module (HP). In the second module (AP), students received a theoretical justification for the development of physiological systems in ontogenesis and their relationship (for example, between the age when a child begins to walk and talk, etc.).

The distance learning format allowed for an individual approach to each student, contributing to the formation of a personalized educational trajectory for the development of psychophysiological qualities. This, in turn, improved the understanding of the lecture material, increased the quality of answers to test questions and the effectiveness of solving problem-integrated tasks. Each module motivated students to develop those psychophysiological and physical qualities and fully realize themselves in studies and sports. In the 2024/2025 academic year, the quality of knowledge increased by 7.5% (from 16.5% to 24.0%), success rate - by 5.5% (from 64.5% to 70.0%). In the future, it is planned to introduce augmented and virtual reality technologies in teaching physiological courses.

References:

- Zavallnyuk, O. L., Loyko, L. S., & Skrypnyk, V. (2021). Motives for studying medical-biological disciplines among students of the faculty of physical education. *Young Sport Science of Ukraine*, 2(35), 112–117.
- Zhydenko, A. O., & Papernyk, V. V. (2023). Profesiina pidhotovka treneriv u haluzi fizychnoi kultury ta sportu. *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova. Seriya 15. Naukovo-pedahohichni problemy fizychnoi kultury (fizychna kultura i sport)*, 3K(162), 142–147. [https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2023.3K\(162\).28](https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2023.3K(162).28)



**ВПРОВАДЖЕННЯ МІКРОНАВЧАННЯ У ВИКЛАДАННЯ ФІЗІОЛОГІЇ У ЗАКЛАДАХ
ВИЩОЇ ОСВІТИ: НЕЙРОКОГНІТИВНІ ПІДСТАВИ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНА ДОЦІЛЬНІСТЬ**

Кравченко В.І.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна

In contexts where face-to-face sessions are frequently interrupted, modular microlearning offers organizational resilience while aligning with core cognitive principles that support durable learning. Segmenting content into brief units lowers extraneous load and, when paired with multimodal presentation, improves encoding and immediate recall through complementary channels of processing. Incorporating planned spaced reviews further strengthens long-term retention and mitigates the “cramming” falloff documented in temporal spacing research. Recent studies in medical and higher education show superior or comparable outcomes to traditional formats, particularly when micro-assessments and immediate feedback are embedded within short, goal-focused modules.

У сучасних умовах переривчастості аудиторних занять, зумовленої, зокрема, тривогами та іншими позанавчальними чинниками, постає потреба у форматах, здатних забезпечити цілісність навчального процесу за обмеженого й змінного часу. Мікронавчання - це подання навчальної інформації компактними, цілеспрямованими модулями з негайним зворотним зв'язком, є організаційно придатним для таких сценаріїв і водночас має нейрокогнітивне підґрунтя, що пояснює його результативність. Сегментація змісту зменшує зовнішнє когнітивне навантаження, а чітко окреслені цілі спрямовують пізнавальні зусилля на побудову смислових схем і підвищують довготривале збереження; мультимодальна подача (текст, озвучення, графіка), за умови дотримання принципу відсутності надмірності, покращує кодування пам'яті завдяки комплементарним каналам обробки (Mayer, R. E., 2020). Для зміцнення довготривалих слідів пам'яті ключовим є розподілене повторення: оптимальні інтервали між повторними опрацюваннями матеріалу мають зростати зі збільшенням цільового терміну збереження, що підтверджено у дослідженнях на великих вибірках дорослих (Cepeda, N. J., 2008).

Емпіричні дані у медичній та вищій освіті свідчать, що короткі, сфокусовані модулі з мікрооцінюванням і негайним зворотним зв'язком підвищують розуміння, негайне відтворення та задоволеність, а подекуди й підсумкові бали (Manning, K. D., 2021; Al-Zahrani, A. M., 2021; Senandheera, V., 2024). Для фізіології, де поняттєві блоки й процедурні вміння мають чітку модульну структуру, мікроуроки з практичними завданнями, вбудованими перевітками та коротким пояснювальним відеорядом створюють умови для поетапної побудови знань і перенесення у клінічні та лабораторні ситуації (Manning, K. D., 2021; Senandheera V., 2024). З огляду на переривчастість занять, доцільною є організація навчання як матриці мікромодулів із тривалістю текстових блоків близько 10–15 хвилин, негайним зворотним зв'язком і заздалегідь спроектованими інтервалами повторення, узгодженими з цільовим терміном збереження (Cepeda, N. J., 2008). Подальший поступ вимагає стандартизації звітності, розширення експериментальної бази з контролем за інтервалами повторення, форматом подання й типами зворотного зв'язку, а також системного аналізу результатів у різних підгрупах здобувачів.

Список використаних джерел:

1. Cepeda, N. J., Vul, E., Rohrer, D., Wixted, J. T., & Pashler, H. (2008). Spacing effects in learning: A temporal ridge of optimal retention. *Psychological Science*, 19(11), 1095–1102. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2008.02209.x>
2. Manning, K. D., Spicer, J. O., Golub, L., Akbashev, M., & Klein, R. (2021). The micro revolution: Effect of Bite-Sized Teaching (BST) on learner engagement and learning in postgraduate medical education. *BMC Medical Education*, 21, 385.
3. Al-Zahrani, A. M. (2024). Enhancing postgraduate students' learning outcomes through flipped mobile-based microlearning. *Research in Learning Technology*, 32.
4. Mayer, R. E. (2020). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.
5. Senandheera, V., Muthukumarana, C., Ediriweera, D., & Rupasinghe, T. (2024). Impact of microlearning on academic performance of students in higher education: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Management and Training Research*, 9(1), 10–25. <https://doi.org/10.4038/jmtr.v9i1.2>



EXPERIENCE IN CREATING A MODERN EDUCATIONAL AND SCIENTIFIC SPACE AT THE UKRAINIAN PHYSICS AND MATHEMATICS LYCEUM OF TARAS SHEVCHENKO NATIONAL UNIVERSITY OF KYIV WITH THE ASSISTANCE OF THE COMPANY "BIOPHARMA PLASMA"

Reshetnik Y.¹, Latyshenko L.², Osypchuk N.³

¹*Educational and Scientific Center "Institute of Biology and Medicine", Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine*

²*Ukrainian Physics and Mathematics Lyceum, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine*

³*ТОВ «Biopharma Plasma», Kyiv, Ukraine*

Successful teaching of the basics of human physiology and anatomy at school, as well as biological education in general, is possible only with proper provision of the educational process with a practical laboratory component. The restoration of offline education requires a high level of provision of the educational process with modern equipment and materials. It is also necessary to take into account the age characteristics and characteristics of modern students, who require a visual, practically oriented and substantiated, dynamic, with a high degree of involvement in solving practical problems approach to learning. In the conditions of ongoing war, which was preceded by radical changes in education during the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic, the possibilities of providing general education institutions with modernly equipped laboratories have significantly decreased. This leads to a decrease in the general educational level of students, the inability to acquire relevant practical skills and competencies. Educational and training losses during the war are due to a number of related factors. Educational losses consist primarily in adverse changes in the organization of the educational process, which are manifested in particular in violations of the stability of the conditions for organizing the educational process due to air strikes, power outages, water and heat supply cuts, unstable access to the network, as well as the lack of proper material support for the educational process. Educational losses cause learning losses and gaps.

The aim of the study was to highlight the experience of creating a modern educational and scientific space – a biological laboratory at the Ukrainian Physics and Mathematics Lyceum of Taras Shevchenko National University of Kyiv with the assistance of the "Biopharma Plasma" company.

For business, there are various forms of involvement in the educational process. Such forms of cooperation include the development of joint programs and projects, internships, financial and resource support. For business, investments in education create prospects for acquiring competitive personnel, expecting innovations, and opening new promising development trajectories. The war created the phenomenon of personnel famine. Therefore, the example of the company "Biopharma Plasma", which ensured the creation of a modern educational biological laboratory for the Ukrainian Physics and Mathematics Lyceum of Taras Shevchenko National University of Kyiv, is a signpost that should receive the widest possible publicity and become a model for domestic business. Modern equipment, access to materials and the opportunity to communicate with leading scientists and teachers create the most favorable conditions for overcoming educational gaps and improving the quality of education.



**ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІН У НАПРЯМКУ ФІЗІОЛОГІЇ
У ДНІПРОВСЬКОМУ НАЦІОНАЛЬНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ ІМЕНІ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА
Ясногор С.С., Севериновська О.В.**

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, Україна

On teaching disciplines in the field of physiology at Oles Honchar Dnipro National University that contribute to strengthening mental health, preventing mental disorders, and leading to positive changes in the psychosocial well-being of students.

Комплексний план дій Всесвітньої організації охорони здоров'я у галузі охорони психічного здоров'я на 2013- 2030 роки визнає важливу роль психічного здоров'я у підтримці життєдіяльності всіх людей і визначає набір цілей, завдань і стратегій для зміцнення психічного здоров'я, запобігання психічним розладам і забезпечення доступу до якісних послуг у сфері психічного здоров'я в усьому світі (Всесвітня організація охорони здоров'я, 2023). На рівні закладу вищої освіти необхідно долучатися до виконання Завдання 4 «Посилення інформаційних систем, доказової бази й досліджень у сфері психічного здоров'я», а саме в напрямку глобальних цілей 4.1. «...збирання інформації щодо ключового набору індикаторів у сфері психічного здоров'я...» та 4.2 «збільшення у два рази кількості досліджень у сфері психічного здоров'я до 2030 р.». Серед можливих кроків щодо заходів із планування ресурсів було рекомендовано «окреслення компонента психічного здоров'я та включення його до бакалаврських і магістерських освітніх програм». І це, дійсно, доречно, актуально та дієво. Для спеціальностей усіх галузей знань Університетський вибірковий каталог (УВК) Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара (ДНУ) пропонує дисципліни, вивчення яких сприяє зміцненню психічного здоров'я, профілактиці психічних розладів, призводить до позитивних змін у психосоціальному благополуччі студентів (Таблиця 1).

Таблиця 1. Перелік дисциплін у напрямку фізіології УВК ДНУ

| Рівень вищої освіти | Дисципліна | Що вивчається | Використання набутих знань та вмінь |
|---------------------|--|--|--|
| 1-й (бакалаврський) | Фізіологія емоцій | Тілесні реакції, що супроводжують емоційні переживання, які включають активацію вегетативної нервової системи, виділення гормонів, зміни в роботі серця та дихальної системи, а також перебудову роботи травлення та м'язів. Емоційний інтелект, методики, які варто застосовувати для підвищення рівня емоційного інтелекту | Підвищення рівня усвідомленості щодо важливості розвитку емоційного інтелекту та навичок, які його формують, а це, в свою чергу, запобігає появі депресії або сприяє зниженню рівня депресії |
| | Фізіологія емоцій та інтелекту: практика війни та миру | Нейрофізіологічні механізми впливу екстремального стресу на організм. Стратегії та методи, які допомагають адаптуватися до стресових ситуацій, зменшуючи ризик психофізіологічної травми та підвищуючи шанси на виживання й успіх у битві. Розвиток навичок емоційної стійкості для зниження впливу стресу, страху та болю | Розуміючи фізіологічну природу емоцій та інтелекту легко навчитися справлятися з емоціями та використовувати інтелект оптимальним способом |
| | Фізіологія стресу | Особливості процесів, які протікають в організмі при дії на нього стрес-факторів; методи визначення рівня стресостійкості та засоби боротьби зі стресом | Здатність використовувати методи боротьби зі стресом; демонструвати знання механізмів підтримання гомеостазу біологічних систем |
| 2-й (магістерський) | Екстремальна фізіологія | Стани організму людини, які розвиваються при дії різних надзвичайних подразників (травм, ендогенних інтоксикацій, різких коливань температури повітря, тощо) або в результаті несприятливого перебігу патології і характеризуються надмірною напругою або виснаженням пристосувальних механізмів | Прогнозувати реакцію організму на дію надзвичайних подразників, правильно себе вести при виникненні різних екстремальних станів, що може надати змогу знизити їх негативні наслідки |

Список використаних джерел:

1. Всесвітня організація охорони здоров'я. (2023). *Комплексний план заходів у сфері психічного здоров'я на 2013–2030 рр.* Копенгаген: Європейське регіональне бюро ВООЗ. Ліцензія: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. URL: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/373791/WHO-EURO-2023-2618-42374-71262-ukr.pdf?sequence=5&isAllowed=y>



FUNCTIONAL CONNECTIVITY ALTERATIONS LINKED TO THE SEVERITY OF THE ANXIETY-TENSION STAGE IN EMOTIONAL BURNOUT

***Serhii Tukaiev^{1,2}, Dmytro Harmatiuk³, Anton Popov^{3,4}, João Miguel Alvez Ferreira⁵,
Semen Mushta³, Borys Palamar⁶, Igor Zyma⁷, Mykola Makarchuk⁷***

1 Educational Scientific Institute of High Technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv,

2 BrainPatch, Cambridge, United Kingdom,

3 Department of electronic engineering, Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv,

4 Faculty of Applied Sciences, Ukrainian Catholic University, Lviv, Ukraine,

5 Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal,

6 Department of Social Medicine and Public Health, Bogomolets National Medical University,

7 Institute of Biology and Medicine, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Introduction: Burnout develops gradually and often goes unnoticed, with symptoms that may take years to manifest and lead to significant mental and behavioral changes. Despite its impact, the processes underlying burnout remain largely unknown due to a lack of specialized studies identifying specific biomarkers. Early detection of burnout, particularly at the critical onset of symptoms, is essential.

Objectives: This study aimed to examine functional connectivity changes associated with the severity of the Anxiety-Tension stage of Emotional Burnout.

Methods: A total of 752 participants, including students and staff from Taras Shevchenko National University of Kyiv (209 males, mean age = 19.2; 543 females, mean age = 18.28), were assessed using the 84-item Boyko's Syndrome of Emotional Burnout Inventory. EEG data were recorded during a 3-minute resting state with eyes closed, and artifact-free segments from all frequency bands (0.2–45 Hz) were analyzed. Coherence was calculated, focusing on the 61–70 second segment of the recordings.

Results: Coherence analysis complemented the spectral findings, highlighting alpha band synchronization in frontal and parietal areas, which supports visuospatial attention and memory processes. In contrast, desynchronization in high beta and gamma bands indicated disrupted connectivity, affecting higher-order cognitive functions.

Conclusions: These findings suggest that the Anxiety-Tension stage primarily impacts processes related to short-term memory and focused attention, providing a potential framework for the early identification of burnout through neurophysiological markers.



ACCELERATED HEMOGLOBIN DENATURATION IN PRE-IRRADIATED
PHYSIOLOGICAL SOLUTIONS

¹Martyniuk V.S., ²Aslamova L.I., ²Andrushko L.M., ²Zabolotny M.A., ¹Tsesler Yu.V.

¹ Educational and Scientific Center "Institute of Biology and Medicine" of the
Taras Shevchenko National University of Kyiv, e-mail: vittorio.martini.office@gmail.com

² Educational and Scientific Center for Radiation Safety of the
Taras Shevchenko National University of Kyiv

Studies of the effect of ionizing radiation on aqueous solutions are highly relevant in modern biomedicine and space biology. The relevance of this problem is due to several key factors related to human safety in conditions of increased radiation background, especially when staying on space stations. On board space stations, astronauts are constantly exposed to background ionizing radiation, which varies in the range from 5 to 30 $\mu\text{Sv/h}$ and higher depending on solar activity and the trajectory of spacecraft, which is one or two orders of magnitude higher than background levels on the Earth's surface. Such radiation levels can change the physicochemical properties and chemical composition of medical solutions. Analysis of literature data shows that the effect of pre-irradiated physiological solutions on the structural and functional properties of proteins has not been studied before. In this regard, the goal of our work was to study the dynamics of the optical properties of hemoglobin, which characterize the structural and functional state of the protein, when it is added to pre-irradiated physiological solutions.

Rat's hemoglobin solutions were obtained by hemolysis of erythrocytes in distilled water, removing erythrocyte "shadows" by centrifugation. Aqueous hemoglobin solutions were added to physiological solutions to a final hemoglobin concentration of 5 μM , which corresponded to a value of 2.5 optical density units at the maximum of the Soret band 412-415 nm. The absorption spectra of protein solutions, which were stored at room temperatures, were recorded in the range of 225-700 nm for 5 days with an interval of 24 hours. Preliminary irradiation of physiological solutions in 10 ml ampoules was applied by direct contact with three separate samples of radioactive isotopes ^{241}Am , ^{239}Pu & ^9Be , ^{137}Cs with an exposure dose of 12-15 $\mu\text{Sv/h}$ for 21 and 57 days.

The absorption spectra of irradiated saline solutions differ from control samples in reduced absorption in the UV region of the spectrum. These differences increased over time when observing the optical properties of saline solutions for 5 days. Such changes are associated with an increase in optical density in control samples, while irradiated saline solutions demonstrate significantly greater stability of optical properties in the UV range. The pH of irradiated saline solutions is 0.2-0.5 units lower compared to control samples, which is the result of radiolysis of water molecules and accumulation of the corresponding products. Analysis of the optical spectra of control samples of hemoglobin solutions and hemoglobin solutions in pre-irradiated physiological solutions after 24 hours did not reveal significant changes in the optical properties of protein solutions. But after 2 days in the control samples, a gradual moderate oxidation of iron atoms Fe^{2+} to Fe^{3+} begins, as well as a certain increase in light scattering, which indicates a gradual denaturation of the protein, which is in unnatural conditions for it. At the same time, in samples with pre-irradiated saline, the denaturation process develops much faster and deeper and reaches a maximum on the 5th day of observation. The denaturation process is accompanied by a noticeable hypochromic effect in the Soret band region and also significant shift of the absorption maximum to the region of shorter waves on 8-11 nm, which indicates contact of the hydrophobic structure of hemes with the aqueous environment and oxidation of iron atoms. At the same time, the absorption maxima at 540 and 575 nm disappear, which indicates the rupture of coordination bonds between iron atoms and oxygen molecules. Experimental modeling of acid denaturation of hemoglobin under controlled conditions allows us to explain the effect of irradiated saline solutions by the presence of radiolysis products that change pH and act as oxidants.

Pre-exposure of physiological solutions to ionizing radiation with an exposure dose of 12-15 $\mu\text{Sv/h}$ for a long time leads to changes in their physicochemical properties, which causes disruption of the structural and functional properties of proteins.



СУЧАСНІ ПОГЛЯДИ НА МОДЕЛЮВАННЯ КРОВООБІГУ ЛЮДИНИ

Настенко Є.А.¹, Рудніков Є.Г.^{1,2}, Цимбалюк О.А.¹

1. Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

2. Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Using biophysical modeling, possible mechanisms for optimizing the translational-rotational movement of blood in the human arterial system were investigated. Data from ultrasonic Doppler studies of blood movement in different parts of the human aorta and carotid arteries were used. A physical model was proposed using the Bernoulli equation modified by the authors. The developed model used the physical analogy of fluid flow through a vessel with electric current through an electrical circuit. The pressure change during the cardiac cycle was described, which is qualitatively consistent with experimental data. The rotation of the blood flow provides the possibility of a significant reduction in energy consumption in the process of blood transport in spiral-shaped arterial vessels

Система кровообігу є чи не найчастіше модельованою фізіологічною системою [1-3]. Проте таке моделювання у переважній більшості спрямоване на поступальний рух крові у магістральних судинах артеріальної системи, що суперечить фізіологічній реальності. Метою роботи було дослідити шляхом біофізичного моделювання можливі механізми оптимізації поступально-обертального руху крові в артеріальній системі людини. Використано дані ультразвукових доплерівських досліджень руху крові в різних ділянках аорти та сонних артерій людини, здійснених за короткою віссю (у радіальному напрямку, у трансверсальній площині).

Для комплексного модельного опису постачання, перетворення та дисипації механічної енергії під час кровотоку через пружно-активні артеріальні судини людини запропоновано фізичну модель із залученням модифікованого авторами рівняння Бернуллі. У розвиненій моделі використано фізичну аналогію плинину рідини через судину із електричним струмом через електричний ланцюг з електрорушійною силою, реактивними та активними опорами. В основу покладено принципи Ле Шательє, Пригожина, закони збереження й перетворення енергії, імпульса та моменту імпульса.

Під час моделювання враховано постачання вихідного імпульсу та моменту імпульсу від серця, активність еластичної артеріальної судини внаслідок хімічної NO-реакції у стінках епітелію з поновленням жорсткості судини, внутрішнє тертя під час кровотоку, поступальну та обертальні складові кровотоку (кочення, кручення), а також потенційні внески, пов'язані із висотою розташування судини у полі гравітації Землі та пружністю її стінок.

Для сучасної біофізики та біомедицини врахування форми та стану пружно-активних артеріальних судин циркуляторної системи людини є важливим чинником завдяки їх впливу на енергетичні характеристики процесу кровотоку. Можливості такого врахування проілюстровано за допомогою запропонованої моделі.

1. Показано, що традиційне рівняння Бернуллі без необхідних доповнень правильно описати явища кровотоку через артеріальні судини людини не може і потребує суттєвих доповнень.

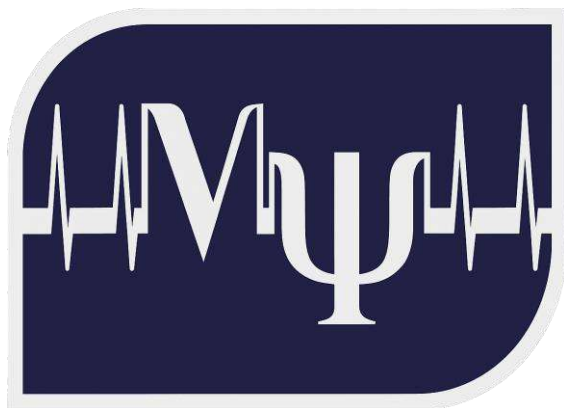
2. Запропоновано спосіб оцінки зміни швидкості кровотоку на протязі серцевого циклу за експериментальними даними зміни тиску.

Врахування разом активності серця та активності артеріальних судин, процесів дисипації та перетворення енергії під час кровотоку за допомогою модифікованого авторами рівняння Бернуллі дозволяють описати зміну тиску на протязі серцевого циклу, що якісно узгоджується з експериментальними даними.

Обертальні компоненти кровотоку – кочення та кручення, що геометрично складаються у вихоровий шнур, забезпечують можливість суттєвого зниження енерговитрат у процесі переносу крові в артеріальних судинах спіральної форми.

Список використаних джерел:

1. P. J. Blanco, L. O. Müller, S. M. Watanabe, R. A. Feijóo On the anatomical definition of arterial networks in blood flow simulations: comparison of detailed and simplified models Biomech Model Mechanobiol 2020, 19(5), 1663-1678. 10.1007/s10237-020-01298-4
2. V. Bikia, M. Lazaroska, D. S. Ma, M. Zhao, G. Rovas, S. Pagoulatou, N. Stergiopoulos Estimation of Left Ventricular End-Systolic Elastance From Brachial Pressure Waveform via Deep Learning, 2021, 9, 754003-1-10 10.3389/fbioe.2021.754003
3. L. O. Müller¹, S. M. Watanabe, E. F. Toro, R. A. Feijóo, P. J. Blanco An anatomically detailed arterial-venous network model. Cerebral and coronary circulation Front. Physiol. 2023, 14, 1162391-1-19 10.3389/fphys.2023.1162391



**IX-th INTERNATIONAL
CONFERENCE
PSYCHOPHYSIOLOGICAL AND
VISCERAL FUNCTIONS IN NORM
AND PATHOLOGY (PVFNP)»
OCTOBER 21-24, 2025 / KYIV,
UKRAINE**

117

Organizers and Editorial Board:

The Department of Physiology and Anatomy of the Educational and Scientific Center "Institute of Biology and Medicine" of Taras Shevchenko National University of Kyiv is the organizer of this conference. The department is one of the oldest at the university, founded in 1841 at the Medical Faculty of St. Volodymyr's University. Today, the department continues its scientific traditions, providing training for highly qualified specialists in the fields of biology and medicine.

"Psychophysiological and visceral functions in normal and pathological conditions", IX International Scientific Conference (2025; Kyiv). IX International Scientific Conference "Psychophysiological and visceral functions in normal and pathological conditions", 21–24 Oct. 2025: [abstracts] – Kyiv: electronic edition, 2025 – 124 p.

WEB: <https://biomed.knu.ua/institute-activity/scientific/conferences/psykhofiziologichni-ta-vistseralni-funktsii-v-normi-i-patolohii.html>

E-MAIL: pvfnp.conf@9499235.brevosend.com

The abstracts of the reports collected in this publication are devoted to a wide range of topical problems of psychophysiology and modern medicine. The main attention is focused on higher nervous activity and physiology of the central nervous system, including issues of their regulation in normal and pathological conditions. The collection, covering key interdisciplinary areas, is designed for a wide range of scientists, doctors, students of higher education institutions and all those interested in the latest achievements of physiological science.



ENAMINE FUND

IS THE GENERAL PARTNER OF THE CONFERENCE, IMPLEMENTING ITS STRATEGY OF SUPPORTING AND DEVELOPING UKRAINIAN SCIENCE



ЗМІСТ

СЕКЦІЯ: «ФІЗІОЛОГІЯ ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНІ ФУНКЦІЇ В НОРМІ ТА ПРИ ПАТОЛОГІЇ»

| | |
|--|----|
| Бахмутов К. А., Макачук М.Ю., Горбунов О.А. Дослідження впливу витяжки комбучі на базові психофізіологічні функції обстежуваних після ампутації | 3 |
| Бересток А.О., Шкабара А.В., Севериновська О.В. Електрофізіологічні механізми пам'яті у стресових умовах та її модуляція | 4 |
| Berchenko O.G., Titkova A.M., Shliakhova A.V., Levicheva N.O. Features of functional brain activity and hormonal supply in patients with concussion as a result of combat traumatic brain injury | 5 |
| Бичкова С. В., Гнатчук І. Ю., Король Т. В. Вплив тривожності на показники фізіологічного тремору кисті студенток в умовах навчального стресу | 6 |
| Бишек М.Ю., Власенко О.В., Кириченко О.В. Ретроспленіальна кора як інтеграційний центр сну, пам'яті та емоційної регуляції при посттравматичному стресовому розладі | 7 |
| Богатирьова М. О., Кравченко В. І. Вплив рівнів стресу й тривожності на ризик-орієнтовані рішення у молодих дорослих | 8 |
| Buravlova A., Shtyn P. Psychophysiological bases of the influence of art on the brain in normal and pathological conditions | 9 |
| Ганага О.Ю., Петровська Т.В., Федорчук С.В. Індивідуально-психологічні особливості спортсменів із різною залученістю до комп'ютерних ігор | 10 |
| Гулька О.В., Грабик Н.М., Грубар І.Я. Тип гемодинаміки як класифікуючий фактор при оцінці розвитку пристосувальних реакцій на навчальне навантаження | 11 |
| Yeвpak N., Tychkivska O. From ukrainian physiology to u.s. clinical practice: a model for neurodiagnostic education | 12 |
| Забродіна Л.П., Привалова Н.М., Бовт Ю.В. Функціональні порушення мозкової діяльності та можливості їх оцінки у військовослужбовців після мінно-вибухових закритих черепно-мозкових травм | 13 |
| Kazmirchuk O., Kuznietsov I., Kozachuk N., Yeвpak N., Revko S. Psychophysiological features of solving optimization tasks | 14 |
| Карась В.С., Барбон В.В., Федорчук С.В., Шитікова Є.А., Лазарєва О.Б. Моніторинг стану психофізіологічних функцій спортсменів аматорів під час навчання польотам у frv-симуляторах | 15 |
| Карплюк А. С. Застосування нейрофізіологічних методів для ранньої діагностики депресивних станів | 16 |
| Качинська Т. В., Парасюк Я. М. Особливості сприйняття коротких відрізків часу досліджуваними середнього шкільного віку залежно від рівня особистісної тривожності | 17 |
| Коваль К.Г., Хоменко С.М., Юхименко Л.І. Викликана активність мозку юнаків і дівчат з різним рівнем тривожності | 18 |
| Король Т. В., Гнатчук І. Ю., Бичкова С. В. Амплітуда та частота фізіологічного постурального тремору кисті студенток в умовах навчального стресу | 19 |
| Лизогуб В.С., Кожемяко Т.В., Пустовалов В.О., Салівончик І.І. До питання про структуру властивостей нервової системи | 20 |



| | |
|--|----|
| Лопотова М. Психологічні чинники сексуального благополуччя жінок, які мають дитину | 21 |
| Луць Ю.П., Федорчук С.В., Олійник Т.М., Куценко Т.В. Особливості впливу ігрової діяльності на композиційний склад тіла гравців кіберспорту | 22 |
| Малашенко В.М., Латишенко Л.А., Подпалова О.М., Черних М.Є., Решетнік Є. М. Оцінка когнітивного стану учнів 8-9 класів в умовах воєнного стану | 23 |
| Омельченко О.М., Закоморний О.С. , Алієв Е.І., Павлов В.А., Мироняк Л.А. , Тарасюк Б.А., Колотилов М.М. , Дикан І.М. Підвищення функційної зв'язаності ділянок дефолтної і салієнтної нейронних мереж у пацієнтів з посттравматичним стресовим розладом | 24 |
| Пастухова В.А., Федорчук С.В., Зінченко С.В. Використання оклюзійної капи як засобу модифікації психофізіологічного стану кваліфікованих спортсменів веслувальників | 25 |
| Подковка О.І., Макаруч М.Ю., Філімонова Н.Б., Собіщанський С.О., Кравченко К.О., Пампуха І.В., Лоза В.М. Нейропсихофізіологічні маркери психічного стану комбатантів під час тестування простої сенсомоторної реакції | 26 |
| Путенко М.О., Горбунов О.А., Куценко Т.В. Показники естезіометрії у осіб з ампутаціями нижніх кінцівок | 27 |
| Ревко С., Кузнєцов І., Качинська Т., Євпак Н., Казмірчук О. Розширена обчислювальна модель еег-нейрофідбеку з урахуванням корково-підкіркових мереж | 28 |
| Redka I.V. Features of brain integrative activity in visual dysfunctions | 29 |
| Сергета І.В., Вергелес Т.М. Процеси формування психофізіологічних функцій студентів за умов дистанційного формату навчання: тенденції та особливості | 30 |
| Скубицька Л.Д., Севериновська О.В. Зміни симпато-вагального балансу у пацієнтів із хронічним гастритом та супутньою коморбідною патологією | 31 |
| Сутоцька К.С., Подпалова О.М., Решетнік Є.М. Роль тиреоїдних гормонів у розвитку когнітивних функцій у підлітковому віці | 32 |
| Федорчук С.В., Корбуш О.І., Субін Я.В., Шинкарук О.А. Система оцінювання стресового стану спортсменів, військовослужбовців та ветеранів війни методом електроенцефалографії | 33 |
| Федьків М. Р., Вовканич Л. С., Кіндзер Б. М. Особливості реакції на рухомий об'єкт у студентів з різним рівнем адаптації до швидкісно-силових навантажень | 34 |
| Filimonova N., Makarchuk M., Friedmann E. EEG artifact removal via adaptive wavelet filtering based on krawtchouk functions | 35 |
| Хоменко С.М. Вплив реабілітаційних програм на нейродинамічні функції осіб із посттравматичним стресовим розладом | 36 |
| Чернолевський Б.О., Ковальов Д.С., Севериновська О.В. Вплив хронічного стресу, викликаного війною, на архітектуру сну та феномен гіперреалістичних сновидінь | 37 |
| Шльонська О.Л., Борисова О.В., Федорчук С.В. Критерії оцінювання показників сенсомоторних реакцій кваліфікованих спортсменів у волейболі | 38 |
| Юхименко Л.І. Черкаський національний університет іме Особливості фонові еег у високо- та низько-тривожних людей з депривацією слухової | 39 |



функції

Яловенко О., Подпалова О.

Варіабельність серцевого ритму у відповідь на хронічний стрес 40

СЕКЦІЯ: «БІОФІЗИКА ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ»

Абрамчук О.М., Бардадим І.І.

Зміна флуктуаційних коливань сили скорочення *musculus gastrocnemius* щурів за впливу C_{60} -фулеренів на тлі хронічної інтоксикації гліфосатом 41

Абрамчук О.М., Бардадим І.І.

Механокінетика *muscle soleus* щурів при хронічній інтоксикації гліфосатом після застосування терапії C_{60} фулереном. 42

Ангелов М.С., Ноздренко Д.М., Пампуха І.В., Богуцька К.І., Прилуцький Ю.І.

Механокінетика скорочення скелетних м'язів щурів на тлі атрофічного переродження внаслідок ішемізації та дії водорозчинних C_{60} фулеренів 43

Aniukhin A., Zholos A.

Accelerated markov model fitting of TRPC4 activity using dual annealing with a viterbi-based likelihood estimation 44

Дринь Д.О., Жолос О.В.

Перехресна регуляція та сигнальні шляхи між мускариновими рецепторами M2/M3 типу, G-білками та TRPC4-каналом 45

Дринь Д.О., Мельник М.І., Жолос О.В.

TRPC1 впливає на потенціалзалежність TRPC4-опосередкованого *mIcat* в міоцитах клубової кишки 46

Думанська Г.В., Веселовський М.С.

Гіпоксія-індукована модуляція вивільнення глутамату в синапсах між гангліозними клітинами сітківки та нейронами *superficial superior colliculus*, роль протеїнкінази 47

Dumanska H., Veselovsky N.

Hypoxia-induced modulation of glutamate release in retinocollicular synapses and the role of PKC 48

Колосова О.В., Савченко К.Ю., Русанова О.М.

Особливості пострурального балансу у кваліфікованих спортсменів, що спеціалізуються у вітрильному спорті: спектральний аналіз стабілограм 49

Котик О.А., Надтока С.О., Проценко К.М., Котлярова А.Б., Марченко С.М.

Вплив векуронію броміду на високопровідні катіонні канали ядерної мембрани нейронів пуркінє мозочка 50

Podhayetska Y.Y., Zhyshkevych K.O., Kolotilov S.V., Ivanytsya M.O., Doronina D.C., Velbovets A.R., Chunikhin O.Y., Voyteshenko I.S., Tsybalyuk O.V.

FE3O4 nanoparticles as modulators of smooth muscle contractions in the stomach and aorta of rats 51

Stratiichuk R., Zholos A.

Large language model-driven identification of biologically relevant protein binding pockets to accelerate drug discovery 52

Шушуєв Д.І., Колосова О.В.

Гістерезисні ефекти в моторному контролі на прикладі модуляції h рефлексу м'язів литки людини в умовах руху нижньої кінцівки 53

СЕКЦІЯ: «ФІЗІОЛОГІЯ ВІСЦЕРАЛЬНИХ СИСТЕМ»

Beschasnyi S.P., Hasiuk O.M.

Gasotransmitters in cardioprotection 54

Vynohradova-Anyk O.O., Tarasova K.V., Sribna V.O., Motorna N.V., Karvatsky I.M., Blashkiv T.V.



| | |
|--|----|
| Gold nanoparticles effect on ovarian follicular cells | 55 |
| Головко М. Ю., Плиска О. І. | |
| Сольовий нікотин і організм: актуальні питання дослідження | 56 |
| Гошовська Ю.В., Сенча-Глевацька К.В., Коркач Ю.П., Струтинська Н.А. | |
| Ефект нанорозмірного оксиду графену, модифікованого селеном, на резистентність міокарда до ішемічно-реперфузійного пошкодження | 57 |
| Грушка Н.Г., Кондрацька О.А., Павлович С.І., Янчій Р.І. | |
| Кореляційний аналіз ушкодження днк та загибелі імункомпетентних клітин в умовах експериментального запалення різного генезу | 58 |
| Yeliashov S.I., Philippov I.B., Sharopov B.R., Shuba Y.M. | |
| Functional coupling of the mechanosensitive piezo1 ion channel with different potassium channels in rat bladder smooth muscle cells | 59 |
| Zmazhenko O. O., Makarchuk M. Yu. | |
| Reproductive effects of type ii pyrethroids on female wistar hannover rats (based on two samples of beta-cyfluthrin) | 60 |
| Kaminsky R.F. | |
| Homocysteination of proteins as an important mechanism of negative impact on the human body | 61 |
| Kovalenko O.A., Liashchenko T.P., Makarchuk M.Yu. | |
| Lipid composition of blood and lipid peroxidation in brain tissues of rats with different alcohol motivation and learning ability under chronic ethanol exposure | 62 |
| Kovalenko S., Tsyganyk R., Dzyunik I. | |
| Individual features of the functioning and reactivity of the cardiovascular system during passive ortho-testing | 63 |
| Козак В.В., Юхименко Л.І. | |
| Вплив фаз дихального циклу на швидкісні характеристики кровотоку у верхній порожнистій вені здорових дорослих людей | 64 |
| Лизогуб В.С., Коваль Ю.В., Кожемяко Т.В., Пустовалов В.О. | |
| Діагностичні можливості телеметричних систем для оцінки індивідуальних характеристик функціонального стану серцево судинної системи | 65 |
| Лю М.В., Хоменко С.М. | |
| Особливості регуляторних механізмів серцевого ритму у молодих спортсменів | 66 |
| Манжай Ю.А., Шейко В.І. | |
| Вплив вживання «афлубіну» на показники клітинної ланки імунітету у спортсменів ігрових видів спорту. | 67 |
| Mezhenskyi O., Philippov I. | |
| Endothelium-independent effect of the thiazolidinediones on the rat aorta vascular tone | 68 |
| Соґуйко Ю.Р. | |
| Вплив отрут гадюк <i>vipera berus berus</i> та <i>vipera berus nikolskii</i> на стан м'язової тканини лабораторних тварин в експерименті | 69 |
| Сутормін Д. О., Шейко В. І. | |
| Вплив вірусного гепатиту с на показники центральної гемодинаміки та мікрокристалізацію слини | 70 |
| Сутормін Д. О., Шейко В. І. | |
| Мікрокристалізація слини: додатковий діагностичний неінвазивний засіб оцінки стану здоров'я | 71 |
| Штанова Л.Я., Весельський С.П., Янчук П.І., Рожнова Р.А., Цимбалюк О.В., Шабликіна В.О., Хиля В.П. | |
| Вплив метрездіазенону, синтезованого на основі бензодіазепіну, на поведінку та вміст жовчних пігментів у щурів з паркінсонічним синдромом | 72 |
| Штанова Л.Я., Весельський С.П., Янчук П.І., Рожнова Р.А., Цимбалюк О.В., | |



Москвіна В.С., Хиля В.П.

Енергетичний обмін у печінці щурів із паркінсонічним синдромом, індукованим ротеноном, при дії метаніндіазенону 73

Yanko R.V.

Structural changes in the connective tissue of the thyroid gland of rats after the administration of lipopolysaccharides 74

СЕКЦІЯ: «КЛІТИННІ МЕХАНІЗМИ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ»

Андрієвська А. С., Блашак І. О., Галайдич О. В., Нечай А. О., Кротов В. В., Білан П. В.

Роль низхідних шляхів у регуляції нейронних мереж десятої пластинки спинного мозку 75

Єгорова О. В., Волкова Т. М., Кулик В. Б., Коробко С. М., Черних А.І., Чернінський А. О., Максимюк О. П.

Відкриття та характеристика похідних золпідему — позитивних алостеричних модуляторів людських рецепторів ГАМКа 76

Kaleinikova O.

Apoptotic and non-apoptotic death of epididymis sperms under the condition of oxidative stress in vitro 77

Kalmukova O., Zavora A., Cherezova A., Savchuk O., Stefanenko M., Fedoriuk M., Nepomnyashchy V., Dzerzhynskyi M., Semenikhina M., Patovskaya D., Palygin O.

Melatonin administration modulates bmal1 under high fat diet-induced renal damage in wistar rats 78

Klymenko M. Yu., Isaev D. S.

The antimalarial compounds quinine, quinidine, and mefloquine decrease the frequency of the epileptiform discharges in the low calcium model of epilepsy in the rat hippocampus 79

Korman Sh.-A.S., Lukyantseva H.V.

Ultrastructural profile of muscle tissue adaptation to physical load under conditions of training 80

Козак А.О.

Синергізм та антагонізм вітамінів і мінералів: значення для здоров'я 81

СЕКЦІЯ: «ТЕОРЕТИЧНІ І ПРАКТИЧНІ ОСНОВИ ДІАГНОСТИКИ ТА ЛІКУВАННЯ ПАТОЛОГІЧНИХ СТАНІВ»

Byelinska I., Dziubenko N., Kuznietsova H., Cherkasova A., Holik M., Kysla K., Kossova M., Ishchuk A., Lysenko T., Lysenko V., Ryabchikov Y.

Immunomodulatory effects of ag-doped carbon dressing in accelerated wound healing after chemically induced skin burns: a pilot study 82

Bychkova S.V., Ivasechko I.I., Manko B.O., Bychkov M.A., Yarema R.R.

Effect of bafilomycin a1 on the viability of patient-derived gastric adenocarcinoma cell 83

Borodin S.V., Huet A.S., Dvorshchenko K.O.

Oxidative stress and molecular markers of inflammation in osteoarthritis following SARS-CoV-2 infection 84

Dvorshchenko K.O., Tugarov Yu. R.

Indices of nitrogen metabolism in the blood of combatants following musculoskeletal combat trauma 85

Дудко Д. О., Коржик О. В.

Ниркова патологія: статеві особливості зміни рівнів креатиніну, сечовини та електролітів 86

Дьомшина О.О.

Молекулярні основи порушення стану печінки за формування депресії 87

Завгородній М.О. 1,2 , Цапенко П.К. 1,2 , Портніченко В.І.

Окиснювальна функція мітохондрій печінки щурів при опіковому ураженні середнього ступеню та корекції мелатоніном 88



| | |
|--|-----|
| Зубко А.М., Подпалова О.М. Ефективність та виклики програм запобігання вагітності при терапії ізотретиноїном: актуальні аспекти тератогенного потенціалу та перспективи використання цифрових технологій | 89 |
| Ковальська В., Єременко Л., Решетнік Є. Психоемоційні прояви як перший симптом тиреоїдної неоплазії: клінічний випадок | 90 |
| Kozlovska M.G., Zavgorodniy M.O., Vasylenko M.I., Portnychenko A.G. Hypoxic preconditioning changes the function of cardiomyocyte mitochondria in rats with insulin resistance | 91 |
| Korytko Z., Leskiv I. Crap therapy as a component of comprehensive rehabilitation: effects on physical and psycho-emotional status of patients | 92 |
| Крамар С.Б., Литвинюк С.О., Небесна З.М. Морфологічні зміни тимуса білих лабораторних щурів у ранні терміни після ішемічного ушкодження міокарда | 93 |
| Lytvynenko A.P. Gold nanoparticles cause additional increase in enterocyte death by apoptosis and autophagy under conditions of experimental hyperglycemia | 94 |
| Михейцева І.М., Коломійчук С.Г., Сіроштаненко Т.І., Коломійчук Т.В., Кузнецов М.К., Сторожук Н.В. Посттравматичний стресовий розлад як тригер порушення серцево судинних функцій у щурів | 95 |
| Пенчук Ю.М., Швець Ю.В., Цирюк О.І., Цейслер Ю.В., Ковальчук О.І., Короткий О.Г., Малий В.В., Лазарева О.Б., Кобиляк Н.М. Штучний інтелект в діагностиці цукрового діабету 3-го типу | 96 |
| Приймак В.В., Подпалова О.М. Тромбоз глибоких вен нижньої кінцівки: особливості перебігу, стратегії терапевтичного та хірургічного лікування та варіанти перебігу хвороби | 97 |
| Rozumna N.M., Hanzha V.V., Lukyanets O.O. Effect of roscovitine, a selective cdk5 inhibitor, on the viability of rat hippocampal neuron cultures | 98 |
| Сергєєв Є.В., Подпалова О.М. Офтальморозацеа як приклад необхідності міждисциплінарного підходу в сучасній клінічній практиці | 99 |
| Семенюк Н.С. Стандартизація аналізу даних м'язової втоми з використанням лінійних змішаних моделей | 100 |
| Sokolik V. V., Levicheva N. V., Berchenko O. G. Therapeutic effect of antagomir-137 in alcohol dependence on bdnf levels and working memory in rats | 101 |
| Sribna V. O., Lytvynenko A. P., Kaleynikova O. M., Voznesenska T. Y., Blashkiv T. V. Effect of streptozotocin and kidney antigen suspension administration on ovarian reserve | 102 |
| Темненко І.П., Глюха Л.М. Вплив електромагнітного випромінювання приладом «PARKES-L» на корекцію функціонального стану людини при порушенні функцій бронхо-легеневої системи | 103 |
| Шапочка Т. В., Афанасьєва К. С., Суласєва О. М., Кобиляк Н. М., Фалалєєва Т. М. Молекулярно-генетичне профілювання аденокарциноми шлунка | 104 |

СЕКЦІЯ: «НЕРВОВО-ГУМОРАЛЬНА РЕГУЛЯЦІЯ ПРОЦЕСІВ ТРАВЛЕННЯ»

| | |
|--|-----|
| Киричек П. В. Ефекти впливу кофеїну на перистальтику товстої кишки | 105 |
| Yasinskyi Y., Piven A. | |



Tissue-specific regulatory variants in the human colon and proxy colocalization with IBS GWAS 106

**СЕКЦІЯ: «ВИКЛАДАННЯ ФІЗІОЛОГІЇ У ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ
ОСВІТИ ТА ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ»**

Дмитроца О.Р.

Використання кейс-технологій у формуванні здоров'язбережувальної компетентності майбутніх учителів: оцінка задоволеності здобувачів освіти 107

Yeвpак N., Revko S., Kazmirchuk O., Kachynska T., Kuznietsov I.

Effective connectivity during spatial visual attention task: multistage erp study 108

Yeвpак N., Tychkivska O.

From Ukrainian physiology to U.S. clinical practice: a model for neurodiagnostic education 109

Zhydenko A.O., Papernyk V.V.

Integration of physiological disciplines in the training of physical education specialists: informational and practical aspect 110

Кравченко В.І.

Впровадження мікронавчання у викладання фізіології у закладах вищої освіти: нейрокогнітивні підстави та організаційна доцільність 111

Reshetnik Y., Latyshenko L., Osypchuk N.

Experience in creating a modern educational and scientific space at the Ukrainian Physics and Mathematics Lyceum of Taras Shevchenko National University of Kyiv with the assistance of the company "Biopharma Plasma" 112

Ясногор С.С., Севериновська О.В.

Викладання дисциплін у напрямку фізіології у Дніпровському національному університеті імені Олеся Гончара 113

Serhii Tukaiev, Dmytro Harmatiuk, Anton Popov, João Miguel Alvez Ferreira, Semen Mushta, Borys Palamar, Igor Zyma, Mykola Makarchuk

Functional connectivity alterations linked to the severity of the anxiety-tension stage in emotional burnout 114

Martyniuk V.S., Aslamova L.I., Andrushko L.M., Zabolotny M.A., Tsesler Yu.V.

Accelerated hemoglobin denaturation in pre-irradiated physiological solutions 115

Настенко Є.А., Рудніков Є.Г., Цимбалюк О.А.

Сучасні погляди на моделювання кровообігу людини 116

ЗМІСТ 118