

Стан енергетичного обміну у військовослужбовців з емоційним вигоранням

П.І. Янчук, О.М. Миколайчук, С.П. Весельський, І.В. Пампуха, В.М. Лоза

Київський національний університет імені Тараса Шевченка; e-mail: yanchuk49@ukr.net

Дослідження взаємозв'язку емоційного вигорання та стану енергетичного обміну у військовослужбовців Збройних Сил України здійснювали у два етапи: спершу проведено діагностику емоційного вигорання, а потім сформовано контрольну та експериментальну групи. Використовуючи стандартний опитувальник Burnout Assessment Tool, а також опитування військовослужбовців, у частини з них було виявлене професійне емоційне вигорання за наявності чотирьох основних симптомів – виснаження, відчуження, когнітивних і емоційних порушень та двох вторинних – психологічних та психосоматичних скарг. Забір зразків слини дав змогу оцінити концентрацію аденозинтрифосфату (АТФ), аденозиндифосфату (АДФ), аденозинмонофосфату (АМФ) та інших компонентів аденілової системи. Виявлено зв'язок між компонентами вигорання та метаболічними змінами в аденілової системі. У військовослужбовців з емоційним вигоранням істотно знизився рівень енергетичного обміну, про що свідчить зменшення вмісту АТФ в їхньому організмі завдяки зниженню ефективності процесів фосфорилювання. Підвищений вміст АДФ указує на інтенсифікацію процесу розщеплення АТФ. Збільшувався і вміст АМФ, який необхідний для ресинтезу АДФ. Зростала концентрація метаболітів розщеплення основних компонентів аденілової системи: аденозину, ксантину, гіпоксантину та сечової кислоти, що свідчить про зменшення їхнього залучення до процесу ресинтезу ключових високоенергетичних метаболітів.

Ключові слова: емоційне вигорання; виснаження; когнітивні та емоційні порушення; слина; аденілова система; АТФ; АДФ; АМФ.

ВСТУП

В умовах повномасштабної війни, яка триває в Україні, професійні військовослужбовці проходять службу під впливом низки стресових факторів, котрі можуть викликати приховані або явні розлади в сфері ментального здоров'я. До таких порушень можна віднести і емоційне вигорання, яке визначається як стан емоційного виснаження, фізичної та когнітивної втоми, спричинений тривалими та неконтрольованими стресовими факторами [1, 2]. Незважаючи на те, що ця проблема досліджується вже понад 50 років, одностайності у визначенні її причин і структури досі немає. Власне термін “burnout” був введений у наукові кола 1970-х роках нью-йоркським психоаналітиком Гербертом Фройденбергером. Він узагальнив свої спостереження,

працюючи із консультантами з питань наркотиків, спостерігаючи зміни у їхньому психо-емоційному стані від надмірної відданості роботі до виснаження та озлобленості [3]. Хосейні та Хесам [4] у 2023 р. систематизували та проаналізували 6083 досліджень феномену вигорання у різних бібліографічних та реферативних базах даних від Scopus (2985), Web of Science (985), ESDbase (850), PubSDed (719), Psychinfo (488) до PsychArticle (56), які проводились у різних країнах світу для визначення особливостей та аналізу валідності інструментарію, що свідчить про поширеність синдрому в усьому світі та зацікавлення ним дослідників. Професійне вигорання військовослужбовців визначається Хайрулінім [5], як: а) динамічний процес, який виникає внаслідок довготривалих професійних стресів середньої інтенсивності в умовах відсут-

ності самоконтролю і психорегуляції ними власним функціональним станом; б) форма девіантної поведінки, що спричинена обставинами виконання професійної діяльності військовиків; в) специфічний вид професійної деформації, пов'язаний із порушенням психологічного благополуччя. Причому у комбатантів синдром емоційного вигорання може бути підсвідомим механізмом захисту, який проявляється у вигляді повного чи часткового виключення емоцій у відповідь на певні психотравмуючі впливи.

В 11-му перегляді Міжнародної статистичної класифікації хвороб і пов'язаних із ними проблем зі здоров'ям (МКБ-11, ICD-11), яка була представлена на Всесвітній асамблеї охорони здоров'я 20 травня 2019 р. у Женеві, емоційне вигорання представлено не як нозологія, а як професійне явище. Це описано в розділі: «Фактори, що впливають на стан здоров'я або звернення до медичної служби», що включає причини, через які люди звертаються до медичних послуг, але котрі не класифікуються як захворювання чи стан здоров'я. Цей феномен виділений в окремий діагностичний таксон у розділі Z73 «проблеми, пов'язані з труднощами керування своїм життям», зокрема Z73.0 – «вигорання» (стан життєвого виснаження) [6]. Раніше ми розглянули функціонування фізіологічних систем організму при синдромі професійного вигорання [7]. Тому хочемо зауважити, що перевтома та виснаження – це не просто ознаки нездатності людини «керувати» своїм часом або не тиснути на себе, це ознаки зміни певних біохімічних процесів, які викликають ці суб'єктивні відчуття. Особливе значення при синдромі вигорання займає енергетичний обмін, який тісно пов'язаний з мітохондріальною активністю. Основним показником ефективності роботи мітохондрій і частково процесів гліколізу є концентрація синтезованого аденозинтрифосфату (АТФ) у клітинах організму. Водночас АТФ задіяний у біосинтезі необхідних макромолекул та при транслокації різних складових, у тому числі

неорганічних іонів, безпосередньо на мембранах клітин. Що стосується аденозиндифосфату (АДФ), то він вкрай необхідний для процесів фосфорилування в мітохондріях з утворенням АТФ при використанні енергії окиснення органічних молекул вуглеводного та ліпідного обміну. Співвідношення АТФ, АДФ і аденозинмонофосфату (АМФ) свідчить про енергетичний потенціал клітини.

Метою нашої роботи було дослідити стан енергетичного обміну військовослужбовців з емоційним вигоранням за показниками аденілової системи.

МЕТОДИКА

Дослідження було проведено серед військовослужбовців Збройних Сил України у два етапи. Перший етап був спрямований на здійснення діагностики рівня сформованості професійного вигорання та аналіз психологічних чинників цього феномену у визначеній категорії осіб. Другий етап включав відбір осіб до контрольної (без проявів вигорання) та дослідної (з середнім та високим рівнями вигорання) груп та подальший аналіз змін їхньої аденілової системи. У дослідженні взяло участь 82 діючих військовослужбовців Збройних Сил України різних військово-облікових спеціальностей віком від 24 до 50 років ($M = 36,27$; $SD = 6,58$) з тривалістю проходження військової служби від 11 місяців до 33 років ($M = 6,25$; $SD = 7,53$). Всі обстежувані є учасниками бойових дій, включаючи тривале перебування в зоні бойових дій під час повномасштабного вторгнення. Враховуючи специфіку діяльності, вибірка була розподілена нерівномірно за статтю – 73 чоловіки (89,03%) та 9 жінок (10,97%) [8]. Психометричним інструментом оцінки вигорання було обрано опитувальник Burnout Assessment Tool (БАТ, версія пов'язана з роботою) для діагностики вигорання за наявністю чотирьох основних базових симптомів – виснаження, відчуження, когнітивних та емоційних порушень та двох вторинних –

психологічних та психосоматичних скарг. У цьому дослідженні було використано повну україномовну адаптацію ВАТ, яка містить 33 основних питання, де ступінь прояву певних характеристик оцінюється респондентом за 5-бальною шкалою Лайкерта з градацією від «ніколи» до «завжди» [8]. Методика «Діагностика професійного вигорання» (Maslach Burnout Inventory) [9], яка вважається «золотим стандартом» була використана для перевірки трикомпонентної концепції, відповідно до базових субшкал з вимірюванням психоемоційного виснаження, деперсоналізації та редукції особистих досягнень. Відповідно до критеріїв операційної валідності, репрезентативності та еквівалентності обстежуваних осіб, нами були сформовані дві незалежні групи по 12 осіб: контрольна та дослідна. Групи сформовані з однаковим розподілом осіб за військовим званням, віком, терміном перебування на військовій службі, що попередньо було встановлено на констатуючому етапі експерименту. Критерієм відбору до груп був рівень сформованості професійного вигорання не лише за опитувальниками, але й при опитуванні важливим було підтвердження відчуття виснаження власних ресурсів, втоми, зміни поведінки та певного погіршення фізичного здоров'я.

Біохімічні дослідження. Згідно з поставленою задачею, в слині обстежуваних військовослужбовців визначали концентрацію таких сполук: АТФ, АДФ, АМФ, аденозину, ксантину, гіпоксантину та сечової кислоти. Кількісне та якісне визначення компонентів аденілової системи, проводили методом тонкошарової хроматографії. Забір зразків слини для біохімічного аналізу здійснювали натще у пластикові пробірки з кришками, після чого слину заморожували при -18°C . Для екстракції компонентів аденілової системи до 1,8 мл 0,8N розчину хлорної кислоти (HClO_4) додавали 0,2 мл слини. І слину, і HClO_4 попередньо охолоджували до температури 0°C . Отримані перхлоратні екстракти центрифугували впродовж 15 хв на центрифугу ОРп-3

U42 при 1500 об/хв і нейтралізували K_2CO_3 до рН 7,0. Після центрифугування в зазначених вище умовах супернатант збирали і певні аліквоти наносили на хроматографічні пластини. Розділення та кількісне визначення аденілових нуклеотидів на пластинах «Силуфол» UV-254 проводили за методом Майдана та співавт. [10]. Прямую денситометрію пластин у відбитому світлі здійснювали на високошвидкісному сканері денситометра CS-920 «Shimadzu» (Японія) у напрямку руху розчинника за довжини хвилі 260 нм. Вміст досліджуваних сполук у хроматографічних плямах визначали за калібрувальними кривими площі плям за кількістю нанесених хроматографічно чистих препаратів АТФ, АДФ, АМФ, аденозину, ксантину, гіпоксантину та сечової кислоти.

Статистична обробка результатів. Усі розрахунки проводили з використанням програм Exel («Microsoft», США), SPSS та Statistica 8 («Stat Soft Inc.», США). Наведені результати представлено у вигляді середнього арифметичного (M) та стандартної похибки середнього арифметичного ($\pm\text{SD}$) для певної вибірки (n). Аналіз описових статистик окремих тверджень шкал, внутрішньої надійності тверджень здійснювали за критеріями альфа Кронбаха та омеги МакДональдса. Вибірки на їх належність до нормально розподілених перевіряли за допомогою критеріїв Колмогорова-Смирнова та Шапіро-Уїлка. Отримані значення порівнювали з використанням параметричного критерію t Стюдента для непарних вимірів. Розходження вважались достовірними при $P < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналізуючи надійність шкал інструментарію було виявлено, що опитувальники мають задовільні психометричні властивості, зокрема: в опитувальнику ВАТ загальний показник альфа Кронбаха становить 0,870 (омеги МакДональда – 0,961), в опитувальнику МВІ 0,863 (0,888) відповідно. Когнітивні та емоційні

порушення, а також психологічні та психосоматичні скарги мали незначні відмінності між жінками та чоловіками за основними критеріями, з помітними розбіжностями лише в показниках виснаження та відчуження. Чоловіки демонстрували дещо вищі середні значення: виснаження – $19,3 \pm 5,64$ та відчуження – $9,62 \pm 3,39$, ніж у жінок – $18,3 \pm 4,47$ та $7,67 \pm 2,06$ відповідно в цих категоріях, що може свідчити про дещо вищий рівень емоційного та когнітивного навантаження саме у військовослужбовців-чоловіків. Показники деперсоналізації майже не відрізнялись, а редукція була вищою у чоловіків ($24,6 \pm 12,0$ порівняно з жінками $21,9 \pm 13,5$), що може свідчити про використання її як захисного механізму для дистанціювання від власних почуттів для ефективного виконання службових обов'язків. Кореляційний аналіз за Пірсоном виявив велику кількість щільних прямих статистично значущих взаємозв'язків між компонентами вигорання та загальними показниками за опитувальниками ВАТ та МВІ (виснаження ($r = 0,727$; $P < 0,01$), деперсоналізація ($r = 0,719$; $P < 0,01$), психологічні скарги ($r = 0,716$; $P < 0,01$), емоційні порушення ($r = 0,767$; $P < 0,01$) тощо). Для визначення головних предикторів розвитку цього феномену у військовослужбовців застосовували лінійний регресійний аналіз. Результуючими змінними виступили такі виміри вигорання, як емоційне виснаження, деперсоналізація, редукція власних досягнень, когнітивні порушення, емоційні порушення. Отримані результати узгоджуються з даними інших вітчизняних науковців щодо поширеності синдрому [11] та його психологічних аспектів [12].

Зважаючи на важливість вивчення не лише суб'єктивних, а й об'єктивних показників емоційного вигорання, наступним кроком стало дослідження біохімічних змін, зокрема, у аденіловій системі. Для цього було здійснено аналіз слини респондентів, оскільки показники АТФ, АДФ, АМФ тощо є індикативними для оцінки стресового навантаження та змін метаболізму, пов'язаних

із тривалим емоційним виснаженням.

У військовослужбовців з емоційним вигоранням зменшувався вміст у слині АТФ на 28,6% ($P < 0,01$) порівняно з обстежуваними контрольної групи (таблиця). Такі результати можуть свідчити про зниження інтенсивності процесів фосфорилування в мітохондріях військових з вигоранням та одночасно більш інтенсивним використанням цього метаболіта в інших енергозатратних процесах життєдіяльності. Це підтверджується встановленим нами значним зростанням вмісту АДФ у слині обстежуваних дослідної групи (39,9%; $P < 0,01$) порівняно з контролем, котре є результатом інтенсифікації процесів розщеплення АТФ. Водночас АДФ вкрай необхідний для процесів фосфорилування в мітохондріях з утворенням АТФ при використанні енергії окиснення органічних молекул вуглеводного та ліпідного обміну. За цих умов відбувається збільшення і вмісту АМФ на 52,4% ($P < 0,01$), який потрібний для ресинтезу АДФ. Водночас в слині військовослужбовців з емоційним вигоранням зростає й вміст метаболітів розщеплення основних компонентів аденілової системи: аденозину та ксантину на 19,3% ($P < 0,05$) і гіпоксантину та сечової кислоти на 14,1% ($P < 0,05$) порівняно з контролем. Це також свідчить про зменшення їхнього залучення до ресинтезу ключових високоенергетичних метаболітів, що, на нашу думку, відбувається завдяки відзначеному нами загальному зниженню ефективності фосфорилування в мітохондріях.

Отримані нами результати узгоджуються з даними інших дослідників. Так, за даними Brand і співавт. [13] мітохондріальна активність при синдромі вигорання пригнічується, про що свідчить зниження вмісту АТФ у крові та істотне пригнічення мітохондріального дихання. Аналогічну інформацію надають Томас і Ньютон [14], вказуючи, що порівняно зі здоровими особами із групи контролю в осіб із синдромом хронічної втоми розвинулась мітохондріальна дисфункція.

Вміст компонентів аденілової системи (мг%) у військовослужбовців з емоційним вигоранням (M ± SD, n = 12)

Показники	Контроль	Емоційне вигорання
АТФ	8,91 ± 0,59	6,36 ± 0,44**
АДФ	1,77 ± 0,21	2,37 ± 0,31**
АМФ	0,84 ± 0,11	1,28 ± 0,26**
Аденозин та ксантин	1,50 ± 0,39	1,79 ± 0,41*
Гіпоксантин та сечова кислота	1,77 ± 0,27	2,02 ± 0,21*

*P < 0,05; **P < 0,01 щодо контролю.

Перспективи подальших досліджень полягають у поглибленому вивченні змін енергетичного обміну у військовослужбовців, які мають різні рівні та прояви вигорання, у тому числі й через визначення концентрації компонентів аденілової системи в слині, з акцентом на пошук можливостей для корекції цих змін. Особливу увагу варто приділити розробці терапевтичних підходів, спрямованих на відновлення мітохондріальної функції. Це може сприяти підвищенню загальної витривалості, покращенню психоемоційного стану та зменшенню наслідків стресу у військовослужбовців, що є особливо актуальним в умовах сьогодення.

ВИСНОВКИ

Використовуючи стандартний опитувальник ВАТ, а також опитування військовослужбовців Збройних Сил України у частини з них було виявлене професійне емоційне вигорання за наявністю чотирьох основних базових симптомів – виснаження, відчуження, когнітивних та емоційних порушень та двох вторинних – психологічних та психосоматичних скарг. Важливим для діагностики вигорання у військових було підтвердження ними відчуття виснаження власних ресурсів, втоми, зміни поведінки та певного погіршення фізичного здоров'я. Когнітивні та емоційні порушення, а також психологічні та психосоматичні скарги мали незначні відмінності між жінками та чоловіками за основними критеріями, з помітними розбіжностями лише в показниках виснаження та відчуження. У військовослуж-

бовців з емоційним вигоранням істотно знижувався рівень енергетичного обміну, про що свідчить зменшення вмісту АТФ в їхньому організмі завдяки пригніченню ефективності процесів фосфорилування. Підвищений вміст АДФ вказує на інтенсифікацію процесу розщеплення АТФ та зниження його вмісту. За цих умов збільшувався вміст АМФ, який потрібний для ресинтезу АДФ. Водночас зростала концентрація метаболітів розщеплення основних компонентів аденілової системи: аденозину, ксантину, гіпоксантину та сечової кислоти, що свідчить про зменшення їхнього залучення до ресинтезу ключових високоенергетичних метаболітів.

The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of co-authors of the article.

P.I. Yanchuk, O.M. Mykolaychuk, S.P. Veselsky, I.V. Pampukha, V.M. Loza

ENERGY METABOLISM STATUS IN MILITARY SERVICEMEN WITH EMOTIONAL BURNOUT

*Taras Shevchenko National University of Kyiv;
e-mail: yanchuk49@ukr.net*

Emotional burnout induces hidden or overt disorders in the field of mental health. The article presents the results of a study of the relationship between the level of emotional burnout and the state of energy metabolism, according to biochemical indicators of the adenylyl system, in servicemen of the Armed Forces of Ukraine. The study was carried out in two stages:

first, a diagnosis of professional burnout was carried out, and then a control and experimental group of subjects was formed to analyze biochemical changes in their body. Using the standard Burnout Assessment Tool questionnaire, as well as interviewing servicemen, some of them were diagnosed with professional emotional burnout due to the presence of four basic symptoms: exhaustion, alienation, cognitive and emotional disorders, and two secondary symptoms: psychological and psychosomatic complaints. Important for the diagnosis of burnout in the military was their confirmation of the feeling of depletion of their own resources, fatigue, changes in behavior and a certain deterioration in physical health. Cognitive and emotional impairments, as well as psychological and psychosomatic complaints, showed little difference between women and men on the main criteria, with notable differences only in the indicators of exhaustion and alienation. Saliva sampling allowed the assessment of the concentration of adenosine triphosphate (ATP), adenosine diphosphate (ADP), adenosine monophosphate (AMP), and other components of the adenylate system. A relationship was found between the components of burnout (exhaustion, depersonalization, cognitive and emotional disorders) and the level of metabolic changes in the adenylate system. In military personnel with emotional burnout, there was a significant decrease in the level of energy metabolism, as evidenced by a decrease in the content of ATP in their body due to a decrease in the efficiency of phosphorylation processes. The increased content of ADP in them indicates an intensification of the process of ATP breakdown and a decrease in its level. Under these conditions, there was an increase in the content of AMP, which is necessary for ADP resynthesis. At the same time, the concentration of metabolites of the breakdown of the main components of the adenylate system: adenosine, xanthine, hypoxanthine and uric acid increased, which indicates a decrease in their involvement in the process of resynthesis of key high-energy metabolites.

Key words: emotional burnout; depletion; cognitive and emotional disorders; saliva; adenylate system; ATP; ADP; AMP.

REFERENCES

1. Maslach C, Leiter MP. Understanding the burnout experience: recent research and its implications for psychiatry. *World Psychiatr.* 2016; 15:103-11. DOI: 10.1002/wps.2031112.
2. Bianchi R, Schonfeld IS. Burnout is associated with a depressive cognitive style. *Person Individ Differ.* 2016; 100:1-5.
3. Freudenberg HJ. Burn-out: The high cost of high achievement. Garden City: Anchor Press. 1980.
4. Hosseini SM, Hesam S, Hosseini SA. Burnout among Military Personnel: A systematic Review. *Iran J Psychiatr.* 2023; 18(2):213-36. doi:10.18502/ijps.v18i2.12371
5. Khairulin O. Professional burnout of military personnel as a subject of psychological analysis. *Psychol Activ Special Condit.* 2014; 2:98-123.
6. World Health Organization. Burnout an “occupational phenomenon”: International Classification of Diseases. Geneva. 2019.
7. Yanchuk P, Makarchuk M, Mukolaichuk O. Functioning of the body’s physiological systems with professional burnout syndrome. *Fiziol Zh.* 2025; 71(1):91-101. [Ukrainian].
8. Schaufeli WB, De Witte H, Desart S. Burnout assessment tool (BAT) – test manual. Belgium: Internal report. 2019.
9. Maslach C, Jackson SE. The measurement of experienced burnout. *J Organizat Behav.* 1981; 2(2): 99-113. <https://doi.org/10.1002/job.4030020205>
10. Shtanova LYa, Yanchuk PI, Veselsky SP, Tsybalyuk OV, Vovkun TV, Moskvina VS, Shablykina OV, Kravchenko AA, Baban VN, Khilya VP. Corrective effects of benzodiazepine derivative – diazepinone on purine and lipid metabolism in the liver of rats with Parkinson’s disease. *Fiziol Zh.* 2021;67(4):64-75. [Ukrainian].
11. Verzhenska Kh, Kykhtyuk O. Psychological aspects of emotional burnout of servicemen of the Armed Forces of Ukraine. *Sci J Psychol Travelogs.* 2023. Issue 3 <https://www.inforum.in.ua/conferences/21/61/463>
12. Derenko V, Dmytriv V, Pasichnyak L. Psychological aspects of professional burnout of military personnel. *Educat Horizon.* 2023; 57(2). <https://doi.org/10.15330/obrii.57.2.2.55-58>.
13. Brand S, Ebner K, Mikoteit T, et al. Influence of regular physical activity on mitochondrial activity and symptoms of burnout-an interventional pilot study. *J Clin Med.* 2020, Mar; 9(3):667. doi: 10.3390/jcm9030667
14. Tomas C, Newton J. Metabolic abnormalities in chronic fatigue syndrome/myalgic encephalomyelitis: A mini-review. *Biochem Soc Trans.* 2018;46:547-53. doi: 10.1042/BST20170503.

Матеріал надійшов
до редакції 11.03.2025