CHAPTER 3

ОСОБЛИВОСТІ ЕНДОКРИННОГО СТАТУСУ УЧАСНИКІВ БОЙОВИХ ДІЙ ЗАЛЕЖНО ВІД ОБ'ЄМУ РАНОВОГО УШКОДЖЕННЯ

Місюра К. В., Негодуйко В. В., Селюкова Н. Ю.
DOI https://doi.org/10.30525/978-9934-26-727-7-3

ВСТУП

Повномасштабна військова агресія росії проти України, що розпочалася 24 лютого 2022 року, спричинила різке збільшення кількості людей, які зазнали фізичних і психологічних травм унаслідок ведення бойових дій, а також ракетних, мінометних та бомбових ударів[1], [2]. Осіб, які зазнали впливу екстремальних психотравмівних чинників, часто супроводжують гострий стресовий розлад та посттравматичний стресовий розлад. Ці порушення психічного здоров'я виникають як реакція на шокові та травмувальні події, зокрема безпосередню участь у боях, отримання бойової травми, терористичні акти, сексуальне насильство тощо[3]. Зазнаний психотравмівний досвід спочатку провокує психоемоційні зрушення, які згодом істотно впливають на соматичний стан людини та можуть маніфестувати навіть через тривалий час після травматизації[4]. Водночас наявність ранових поверхонь на тілі сама по собі є потужним чинником гострого стресу, адже травматичні ураження запускають стресову відповідь через низку патофізіологічних механізмів.

Динаміка загоєння бойових ушкоджень та безпосередній перебіг ранового процесу визначаються низкою чинників, серед яких вагому

[1] Slezackova A., Malatincova T., Millova K., Svetlak M., Krafft A. M. The moderating effect of perceived hope in the relationship between anxiety and posttraumatic growth during the Russian-Ukrainian war. *Frontiers in Psychology.* 2024. Vol. 15. Art. 1440021. DOI: https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1440021

[2] Kalaitzaki A. E., Tamiolaki A. Russia-Ukraine War: Jeopardizing the mental health gains already been obtained globally. *Asian Journal of Psychiatry.* 2022. Vol. 78. Art. 103285. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ajp.2022.103285

[3] Du J., Diao H., Zhou X. et al. Post-traumatic stress disorder: a psychiatric disorder requiring urgent attention. Medical Review. 2022. Vol. 2, issue 3. P. 219–243. DOI: https://doi.org/10.1515/mr-2022-0012

[4] Er F., Duyan V. Thought content, thought function, acceptance and adaptation over time: Experiences of Turkish veterans and their spouses whose cognitive functions are affected by PTSD. *Military Psychology*. 2025. Vol. 37, issue 6. P. 581–591. DOI: https://doi.org/10.1080/08995605.2024.2417578

роль відіграє ендокринний профіль постраждалого[5]. Варто підкреслити, що впродовж усього періоду воєнних дій в Україні оцінка впливу гормонального стану на репаративні процеси при бойових травмах практично не здійснювалася. Неоднозначність результатів зарубіжних публікацій підтверджує нагальну потребу проведення відповідного дослідження серед українських військовослужбовців із бойовими травмами.

Формування клінічної картини вогнепальних поранень істотно залежить від калібру та морфологічних властивостей снаряда, що спричинив ушкодження[6]. Водночас на характер перебігу травматичної хвороби суттєво впливають такі чинники, як анатомічна локалізація та множинність ушкоджень, супутнє ураження судинно-нервових пучків, внутрішніх органів і важливих анатомічних структур, а також соматичний і гормональний стан постраждалого та фаза ранового процесу[7].

Травматичну хворобу розглядають як сукупність патологічних процесів, що розвиваються в організмі постраждалого від моменту отримання травми до повного одужання або летального наслідку. Починаючи з 70-х років XX століття, у науковій літературі сформувалося уявлення про її стадійний перебіг. Відповідно до однієї з класифікацій виділяють гострий період, який включає стадії шоку, нестійкої адаптації та стійкої адаптації, після чого настає період клінічного одужання, а завершальним етапом є період реабілітації.

Метою дослідження було встановити взаємозв'язок між обсягом ранового ушкодження та динамікою концентрацій окремих гормонів у сироватці крові чоловіків-комбатантів на різних стадіях травматичної хвороби. Актуальність такого аналізу зумовлена тим, що гормональні зміни є невід'ємною складовою системної відповіді організму на травму, впливають на перебіг ранового процесу, ефективність репаративної регенерації тканин і можуть розглядатися як потенційні прогностичні маркери перебігу травматичної хвороби.

---

[5] Лурін І., Селюкова Н., Коренєва Ю., Бойко М., Місюра К., Негодуйко В. Зміни в ендокринній системі чоловіків з посттравматичним стресовим розладом, внаслідок бойових операцій. *Проблеми ендокринної патології.* 2023. Т. 80, № 4. С. 66–76. DOI: https://doi.org/10.21856/j-PEP.2023.4.08

[6] Негодуйко В. В. Діагностика та видалення сторонніх тіл м'яких тканин вогнепального походження (експериментально-клінічне дослідження) : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.01.03. Харків, 2019. 44 с.

[7] Обрані лекції з військово-польової хірургії / за ред. В. В. Бойко, В. М. Лісовий, В. В. Макаров та ін. Харків : НТМТ, 2018. 212 с.

1. Матеріали та методи

Організація та проведення дослідження повністю відповідали етичним і нормативно-правовим стандартам, регламентованим Статутом Української асоціації з біоетики, правилами Належної клінічної практики (GCP, 1992), Належної лабораторної практики (GLP, 2002), а також положеннями Гельсінської декларації та Конвенції Ради Європи про права людини і біомедицину. Дизайн дослідження погоджено Комісією з питань етики та біоетики Клініки невідкладної медичної допомоги Військово-медичного клінічного центру Північного регіону (м. Харків, Україна). Усі залучені до дослідження особи надали добровільну інформовану згоду на участь.

У дослідження було включено 120 чоловіків-військовослужбовців, яких відповідно до обсягу ранового ушкодження розподілили на чотири групи по 30 осіб у кожній[8], [9]. До першої групи увійшли пацієнти з пораненнями легкого ступеня (малий обсяг ушкодження), до другої – із пораненнями середнього ступеня (середній обсяг ушкодження), до третьої – з пораненнями тяжкого ступеня (великий обсяг ушкодження). Контрольну, четверту, групу становили неушкоджені військовослужбовці.

Для оцінки динаміки досліджуваних показників була використана періодизація, що ґрунтувалася на домінуючих патофізіологічних процесах, які розвиваються в організмі після травматичного ушкодження. Відповідно до неї виділяли три часові етапи: 1–3 доба – гострий стресовий (шоковий) період, що відповідає катаболічній фазі ранового процесу; 4–5 доба – період імунотоксикозу та нестійкої адаптації, який характеризується переходом до анаболічної фази; 14-та доба – етап розвитку дистрофічних і склеротичних змін, що відповідає періоду стійкої адаптації травматичної хвороби та супроводжується активізацією процесів регенерації й загоєння рани.

Середній вік учасників дослідження з бойовими пораненнями становив 34,2 ± 4,3 року, а середня маса тіла – 78,0 ± 3,5 кг. У сироватці крові визначали концентрації соматотропного гормону (СТГ), тестостерону, адренокортикотропного гормону (АКТГ), альдостерону, тиреотропного гормону (ТТГ), вільного трийодтироніну (Т3в), вільного тироксину (Т4в) та дегідроепіандростерон-сульфату (ДГЕА-С). Зразки крові відбирали в ранкові години. Контрольні показники були отримані одноразово від клінічно здорових неушкоджених військовослужбовців, зіставних за

[8] Медична допомога учасникам бойових дій : навч. посіб. / за ред. О. М. Хвисюка, В. Г. Марченка, Б. В. Михайлова. Харків : ДІСА Плюс, 2019. 576 с.

[9] Вогнепальні поранення м’яких тканин (досвід Антитерористичної операції / Операції об’єднаних сил) / під заг. ред. В. І. Цимбалюка. Харків : Колегіум, 2020. 400 с.

віком і масою тіла. Визначення концентрацій досліджуваних гормонів здійснювали методом імуноферментного аналізу з використанням комерційних тест-наборів ТОВ «ХЕМА» (м. Київ, Україна) відповідно до рекомендацій виробника.

Статистичний аналіз отриманих результатів виконували із застосуванням програмного забезпечення Statistica 10 (StatSoft Inc., США). Обробку даних здійснювали з використанням непараметричних методів статистики. Для опису вибірки розраховували середнє арифметичне значення та стандартне відхилення, а для оцінки міжгрупових відмінностей застосовували критерій Манна–Уїтні–Вілкоксона. Статистично значущими вважали відмінності за рівня значущості $p < 0,05$.

2. Результати дослідження

Першою універсальною відповіддю ендокринної системи на травматичне ушкодження є активація більшості її регуляторних ланок. Така нейроендокринна відповідь спрямована на підтримання життєво важливих функцій організму шляхом мобілізації енергетичних ресурсів, зокрема глюкози та амінокислот, а також посилення затримки натрію і води. Уже в ранній період після травми в крові спостерігається підвищення концентрацій АКТГ і кортизолу, причому вираженість цих змін безпосередньо залежить від тяжкості ушкодження. Центральну роль у формуванні стресової відповіді відіграє гіпоталамус, який забезпечує координацію ендокринної, вегетативної та поведінкової регуляції, необхідної для адаптації організму. Кортикотропін-рилізинг-гормон, що секретується нейронами гіпоталамуса, стимулює вивільнення АКТГ передньою часткою гіпофіза, який, своєю чергою, активує синтез і секрецію кортизолу корою надниркових залоз – одного з ключових гормонів стресової відповіді [2].

На першому етапі дослідження було проаналізовано концентрацію АКТГ у сироватці крові пацієнтів залежно від обсягу ранового ушкодження (рис. 1). Отримані результати продемонстрували статистично значуще підвищення рівня АКТГ упродовж 1–3-ї доби після травми в учасників із пораненнями середнього та тяжкого ступеня порівняно з контролем ($p < 0,001$). Виявлене зростання концентрації цього гормону, ймовірно, відображає активацію гіпоталамо-гіпофізарно-надниркової осі у відповідь на травматичне ушкодження та може сприяти обмеженню запальної реакції, стимуляції репаративних процесів і забезпеченню адаптації організму до вираженого стресового впливу.

Аналіз динаміки рівнів АКТГ відносно контролю виявив наступні зміни: у 1–3-ю добу при легкому ступені поранення показник був нижчим

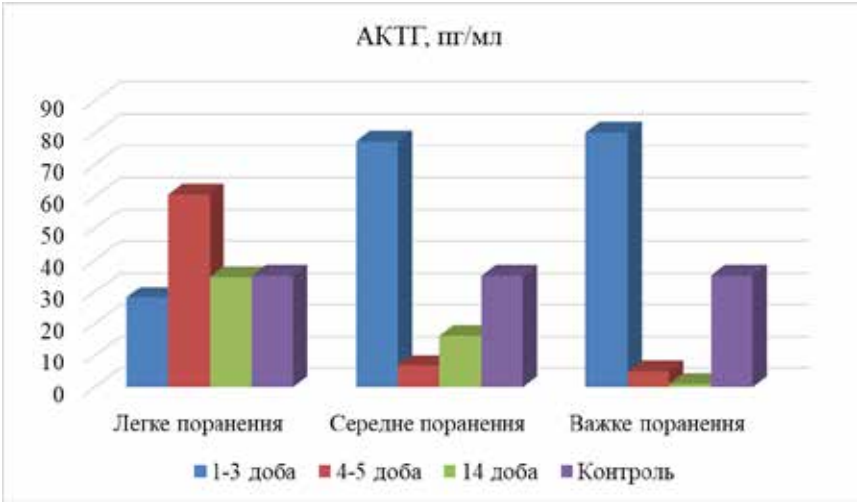


Рис. 1. Рівень адренокортикотропного гормону при пораненні різного ступеня тяжкості у чоловіків комбатантів

за контроль на 19,9%, тоді як при середньому та важкому ступенях спостерігалося його стрімке зростання на 119,6% та 127,7% відповідно ($p < 0,05$). На 4–5-у добу при легкому ступені зафіксовано підвищення рівня гормону на 71,9% вище за контроль, натомість при середньому та важкому ступенях відбувалося його глибоке пригнічення – на 80,7% та 86,1% нижче за контрольний рівень відповідно ($p < 0,05$). На 14-у добу після поранення при легкому ступені показник фактично нормалізувався (склав 98,6% від контролю), у той час як при середньому ступені залишався зниженим на 53,9%, а при важкому – впав до критичних 2,8% від норми ($p < 0,05$).

Зниження рівня АКТГ на 4–5-у добу при пораненнях середнього та важкого ступенів відображає перебудову нейроендокринного реагування та перехід організму від фази гострого стресу до адаптації й репарації. Натомість глибокий дефіцит гормону на 14-у добу у пацієнтів із середньою (у 2,2 раза нижче за контроль, $p < 0,05$) та особливо важкою травмою (майже в 36 разів нижче, $p < 0,05$) зумовлений тривалою дією стресового чинника. Це свідчить про розвиток стадії виснаження адаптаційного синдрому з вичерпанням гормональних резервів гіпофізарно-наднирникової системи, що створює ризик системних функціональних розладів.

Аналіз динаміки рівня альдостерону в сироватці крові пораненних залежно від ступеня тяжкості ранового ушкодження та періоду

спостереження виявив суттєві патофізіологічні відмінності між групами (рис. 2).

У першу–третю добу спостереження рівень альдостерону в групах легкого (96,05±13,40 пг/мл) та середнього ступеня (95,50±23,77 пг/мл) зростав на 21,5% та 20,8% відповідно порівняно з контрольною групою (79,03±6,32 пг/мл). На 4–5-у добу спостерігалося незначне зниження показника – до 113,2% від норми при легкому ушкодженні та до 113,3% при середньому. На 14-у добу рівень гормону незначно підвищувався – до 124,6% та 127,6% відповідно. Усі вказані коливання в групах легкого та середнього ступеня не мали статистично вірогідної різниці з контролем ($p>0,05$).

Діаметрально протилежна картина спостерігалася в групі з важким ступенем поранення. Вже у 1–3-ю добу рівень альдостерону становив 158,30±8,02 пг/мл, що на 100,3% (у 2,0 раза, $p<0,05$) перевищувало показники контрольної групи та на 64,8% перевищувало значення групи з легким ушкодженням. На 4–5-у добу спостерігалося дальше вірогідне зростання концентрації гормону до 200,20±29,94 пг/мл, що перевищувало контроль на 153,3% (у 2,5 раза, $p<0,05$) і перевищувало показник легкого ступеня на 123,7%. На 14-у добу відзначено пікове зростання альдостерону – 307,80±39,31 пг/мл, що становило 389,5% від контрольного рівня (збільшення на 289,5%, тобто у 3,9 раза, $p<0,05$) та було на 212,6% вище порівняно з групою легкого поранення.

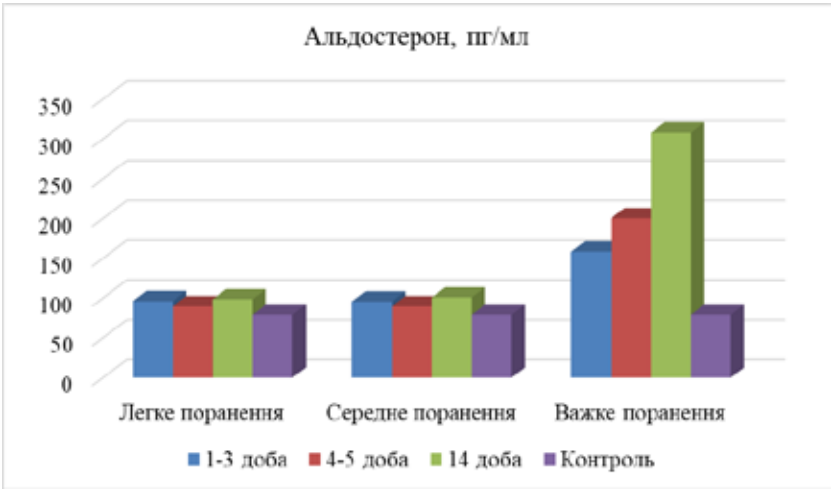


Рис. 2. Рівень альдостерону при пораненні різного ступеня тяжкості у чоловіків комбатантів

Патофізіологічна інтерпретація отриманих даних пояснюється тим, що альдостерон є основним мінералокортикоїдом, який відіграє ключову роль у підтримці водно-електролітного гомеостазу, системного артеріального тиску та об'єму циркулюючої крові [10]. У перші дні після важкої бойової травми виражена крововтрата, шоковий стан та активізація соматосенсорних больових шляхів призводять до вираженого зниження ниркової перфузії. Це стимулює юкстагломерулярний апарат нирок та активує ренін-ангіотензин-альдостеронову систему, де ангіотензин II разом із стресовим підйомом АКТГ безпосередньо стимулює секрецію альдостерону[11].

На 4–5-у добу у пацієнтів із важким пораненням до гіповолемічного чинника приєднується фактор масивного тканинного розпаду та загрози гіперкаліємії, оскільки калій є безпосереднім потужним стимулятором кори надниркових залоз. Підвищення альдостерону на 153,3% спрямоване на збереження натрію і води та посилення екскреції калію для запобігання фатальним порушенням серцевого ритму[12].

Прогресуюче зростання альдостерону на 14-у добу майже в 4 рази від норми свідчить про формування стійкого вторинного гіперальдостеронізму. Це є наслідком тривалого системного запального процесу (SIRS), катаболічної фази ранової хвороби та мікроциркуляторних розладів. Тривала гіперальдостеронемія в цей період втрачає свій адаптивний характер і може спричиняти патологічне затримання рідини, набряки, гіпокаліємію та прозапальні зміни в судинах. Водночас при легких і середніх пораненнях компенсаторні ресурси організму залишаються достатніми для утримання водно-сольового гомеостазу без тривалої гіперактивації ренін-ангіотензин-альдостеронової системи[13].

Аналіз динаміки тиреоїдного статусу в чоловіків залежно від тяжкості поранення виявив суттєві зміни рівня ТТГ, Т3в та Т4в. У 1–3-ю добу після травми рівень ТТГ при легкому ступені поранення зростав на 25,0% відносно контролю (2,75±0,20 мкМО/мл проти 2,20±0,20 мкМО/мл контролю), тоді як при середньому та важкому ступенях спостерігалося

---

[10] Chrousos G. P. Stress and disorders of the stress system. *Nature Reviews Endocrinology.* 2009. Vol. 5, no. 7. P. 374–381. DOI: https://doi.org/10.1038/nrendo.2009.106

[11] Boonen E., Van den Berghe G. Endocrine responses to critical illness: novel insights and therapeutic implications. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism.* 2014. Vol. 99, no. 5. P. 1569–1582. DOI: https://doi.org/10.1210/jc.2013-4115

[12] Pierce A., Pittet J. F. Inflammatory response to trauma: implications for coagulation and resuscitation. *Current Opinion in Anaesthesiology.* 2014. Vol. 27, no. 2. P. 246–252. DOI: https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000000047

[13] Krepska A., Hastings J., Roodenburg O. The metabolic and endocrine response to trauma. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine.* 2023. Vol. 24, no. 7. P. 416–420. DOI: https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2023.04.012

його вірогідне підвищення на 122,7% (до 4,90±0,66 мкМО/мл, p<0,05) та на 129,5% (до 5,05±0,52 мкМО/мл, p<0,05) відповідно, що також суттєво перевищувало значення легкого ступеня.

На 4–5-у добу ця тенденція зберігалася: при легкому пораненні ТТГ був вищим за контроль на 34,1% (2,95±0,79 мкМО/мл), а при середньому та важкому ступенях перевищував контрольні значення на 125,0% (4,95±0,47 мкМО/мл, p<0,05) та на 136,4% (5,20±0,33 мкМО/мл, p<0,05) відповідно.

На 14-у добу рівень ТТГ у групі легкого поранення становив 127,3% від контролю (2,80±0,32 мкМО/мл), у групі середнього – 163,6% (3,60±0,76 мкМО/мл), а у групі важкого поранення знижувався до 159,1% від контрольного рівня (3,50±0,36 мкМО/мл, p<0,05), демонструючи вірогідне зменшення порівняно з 1–3-ю та 4–5-ю добами й залишаючись вищим за показники легкого ступеня.

Концентрація Т3в у всіх групах протягом усього періоду спостереження перевищувала контрольний рівень (3,1±0,43 пг/мл) без вірогідних міжгрупових відмінностей. Зокрема, на 1–3-ю добу підвищення становило 32,3% при легкому (4,10±0,17 пг/мл), 61,6% при середньому (5,01±0,36 пг/мл) та 61,0% при важкому ступені (4,99±0,97 пг/мл). На 4–5-у добу показники Т3в перевищували контроль на 66,1% при легкому (5,15±0,99 пг/мл), на 46,8% при середньому (4,55±0,45 пг/мл) та на 50,6% при важкому пораненні (4,67±0,65 пг/мл). На 14-у добу рівень Т3в становив 134,5% від контролю при легкому пораненні (4,17±0,63 пг/мл), досягав максимального приросту на 82,3% при середньому (5,65±0,70 пг/мл) та перевищував норму на 46,8% при важкому (4,55±0,78 пг/мл).

Рівень Т4в при легкому та середньому пораненнях зазнавав помірного зростання відносно контролю (16,4±1,22 пмоль/л): на 1–3-ю добу – на 5,5% (17,30±2,33 пмоль/л) та 18,3% (19,40±3,56 пмоль/л); на 4–5-у добу – на 10,7% (18,15±1,12 пмоль/л) та 8,8% (17,85±2,33 пмоль/л); на 14-у добу – на 7,0% (17,55±1,98 пмоль/л) та 15,2% (18,90±4,00 пмоль/л) відповідно. Водночас при важкому пораненні спостерігалося статистично вірогідне підвищення Т4в у гострому періоді: на 1–3-ю добу – на 55,5% від контролю (до 25,50±2,65 пмоль/л, p<0,05), а на 4–5-у добу – на 58,2% (до 25,95±2,30 пмоль/л, p<0,05), що вірогідно перевищувало значення групи з легким ушкодженням. До 14-ї доби рівень Т_4в при важкому пораненні знижувався до 120,4% від контрольної норми (19,75±3,98 пмоль/л) та нівелював вірогідну відмінність від інших груп.

Аналіз динаміки рівня СТГ у чоловіків-комбатантів залежно від тяжкості поранення виявив виражені фазові зміни та суттєву залежність ефекту від обсягу ранового ушкодження (рис. 3).

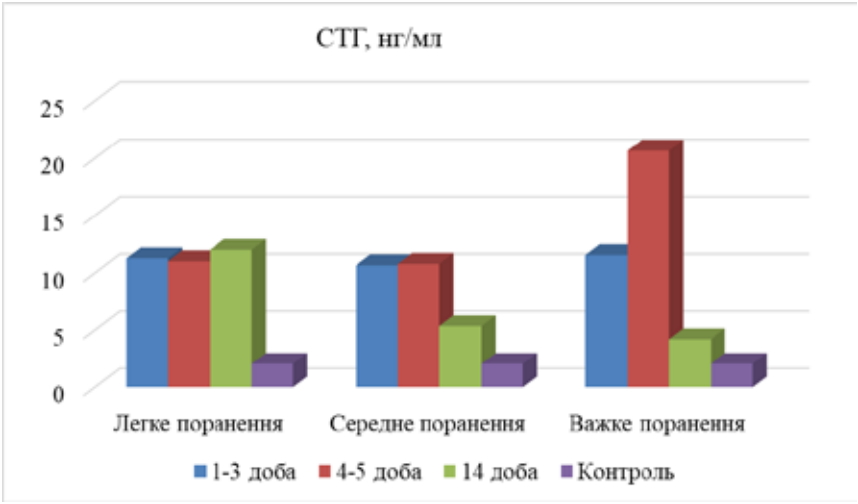


Рис. 3. Рівень соматотропного гормону при пораненні різного ступеня тяжкості у чоловіків комбатантів

На 1–3-ю добу після травми у всіх досліджуваних групах спостерігався високий рівень СТГ, який статистично вірогідно перевищував контрольні значення: у групі легкого поранення – у 5,5 раза (на 449,8%, $p<0,05$), у групі середнього поранення – у 5,2 раза (на 420,0%, $p<0,05$), а в групі важкого поранення – у 5,6 раза (на 463,4%, $p<0,05$). При цьому для груп середнього та важкого ступеня ці показники вірогідно перевищували відповідні рівні на 14-у добу, а для важкого поранення – також були вірогідно нижчими порівняно з 4–5-ю добою. На 4–5-у добу спостереження рівень СТГ при легкому та середньому пораненнях залишався на стабільно високому рівні, перевищуючи контроль на 437,6% ($p<0,05$) та на 426,3% ($p<0,05$) відповідно. Натомість у групі з важким пораненням зафіксовано пікове зростання концентрації гормону – у 10,1 раза (на 908,3%, $p<0,05$) перевищувало контрольний рівень і було вірогідно вищим порівняно з групою легкого поранення (на 87,6%), а також порівняно з показниками цієї ж групи на 1–3-ю та 14-у доби.

На 14-у добу відзначено різноспрямовану динаміку показника залежно від тяжкості травми: при легкому пораненні концентрація СТГ продовжувала залишатися підвищеною та досягла (на 485,9% вище контролю, $p<0,05$). У той же час у групах середнього та важкого поранення відбувалося стрімке та вірогідне зниження рівня гормону порівняно

з попередніми термінами (4–5-а доба) та групою легкого поранення. Зокрема, при середньому ступені рівень СТГ зменшився (перевищення контролю на 161,0%, що у 2,2 раза нижче за показники легкого ступеня), а при важкому – знизився (перевищення контролю на 104,9%, що у 2,9 раза нижче за значення легкого поранення та у 4,9 раза нижче за власний піковий рівень на 4–5-у добу).

Відомо, що стресова відповідь організму суттєво впливає на функціональний стан чоловічої репродуктивної системи та регуляцію статевої функції. З огляду на це наступним етапом дослідження стало визначення концентрації тестостерону в чоловіків-комбатантів залежно від обсягу ранового ушкодження. Отримані результати узгоджуються з даними наукової літератури, згідно з якими тяжкі травматичні ушкодження супроводжуються пригніченням функції статевих залоз і зменшенням синтезу тестостерону. Зниження концентрації цього гормону, який є одним із ключових регуляторів анаболічних процесів, ймовірно, відображає адаптаційну реакцію організму, спрямовану на перерозподіл енергетичних ресурсів в умовах тяжкої травми.

Усі наведені показники тестостерону у чоловіків-комбатантів розраховані у відсотках відносно контрольної групи, рівень якої становить 19,01 нмоль/л (100%) (рис. 4).

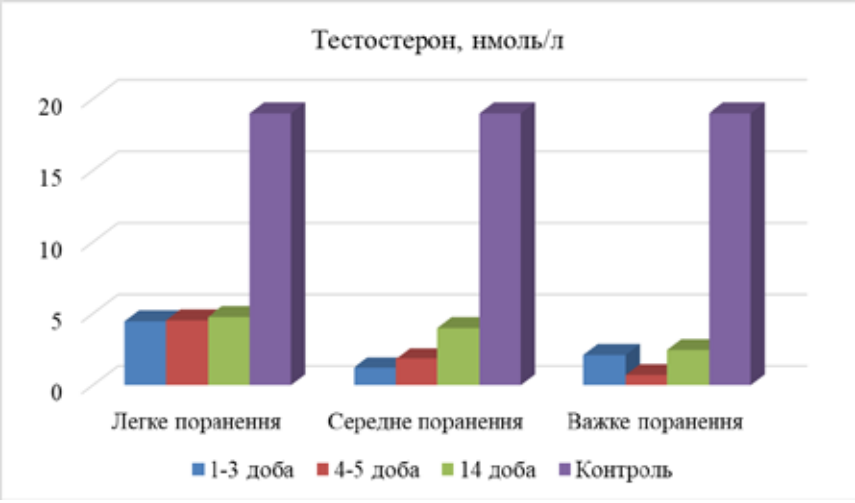


Рис. 4. Рівень тестостерону при пораненні різного ступеня тяжкості у чоловіків комбатантів

На 1–3-ю добу після отримання поранення рівень тестостерону при легкому ступені тяжкості становить 23,5% від контрольного показника, при середньому знижується до 6,3%, а при важкому – до 11,3%. На 4–5-у добу при легкому пораненні рівень гормону залишається майже на тому ж рівні й складає 23,8% від норми, при середньому ступені трохи зростає до 9,7%, тоді як при важкому досягає мінімального значення – 3,7% від контролю. До 14-ї доби в усіх групах простежується динаміка до підвищення показників: при легкому ступені рівень тестостерону сягає 25,1% від норми, при середньому суттєво відновлюється до 21,0%, а при важкому пораненні зростає до 13,1% від контрольного значення.

Виявлені зміни можуть бути пов'язані з тим, що всі учасники дослідження отримали поранення в умовах бойових дій, перебуваючи під впливом тривалого хронічного стресу. Хронічна активація гіпоталамо-гіпофізарно-надниркової осі, яка супроводжується персистуючою гіперкортизолемією, ймовірно, є одним із механізмів пригнічення секреції тестостерону.

Наступним етапом дослідження було визначення концентрації ДГЕА-С – основного андрогену кори надниркових залоз, який є попередником тестостерону та реалізує свою біологічну дію після периферичного метаболічного перетворення. Аналіз отриманих

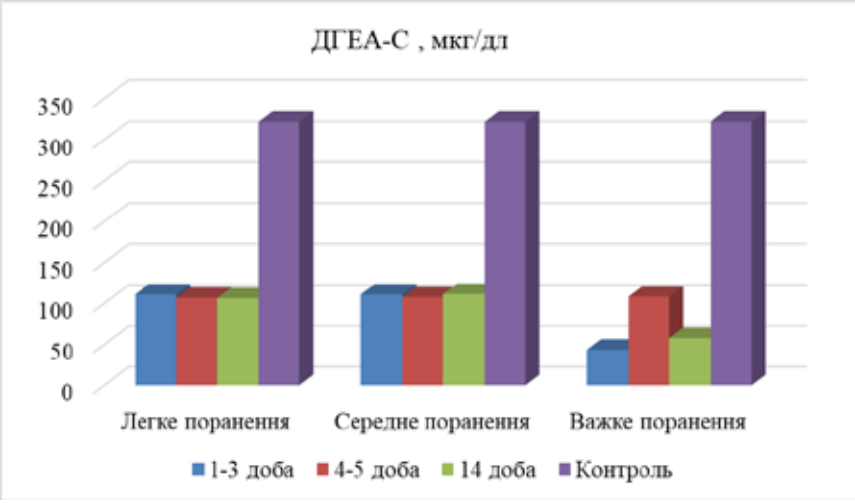


Рис. 5. Рівень ДГЕА-С при пораненні різного ступеня тяжкості у чоловіків комбатантів

результатів засвідчив, що у пацієнтів із тяжкими пораненнями протягом усього періоду спостереження відзначалося стійке зниження концентрації ДГЕА-С (рис. 5), що може свідчити про пригнічення андрогенної функції надниркових залоз і формування зниженого андрогенного статусу.

Усі наведені показники ДГЕА-С у чоловіків-комбатантів розраховані у відсотках відносно контрольної групи, рівень якої становить 322,03 мкг/дл (100%). На 1–3-ю добу після поранення рівень ДГЕА-С при легкому та середньому ступенях тяжкості становить відповідно 34,5% та 34,4% від контрольного показника, тоді як при важкому пораненні він глибоко знижується до 13,6% від норми. На 4–5-у добу показники в усіх трьох групах вирівнюються та залишаються суттєво зниженими відносно контролю, складаючи 33,2% при легкому, 33,4% при середньому та 33,6% при важкому ступені тяжкості. На 14-у добу рівень гормону при легкому та середньому пораненнях утримується на аналогічному рівні й становить відповідно 33,0% та 34,6% від норми, тоді як при важкому пораненні після тимчасового зростання знову знижується до 18,0% від контрольного значення.

Баланс між кортизолом і ДГЕА-С є одним із важливих показників функціонального стану стрес-реалізуючих систем організму. Підвищення співвідношення кортизол/ДГЕА-С асоціюється з розвитком депресивних розладів, порушенням імунної відповіді та зниженням адаптаційних можливостей організму. Вважається, що співвідношення кортизолу до ДГЕА-С в межах 5:1–6:1 відповідає фізіологічній адаптації до стресу, тоді як його відхилення свідчить про розвиток дезадаптаційних процесів. У зв'язку з цим розрахунок показника кортизол/ДГЕА-С після визначення концентрації обох гормонів може бути доцільним для оцінки вираженості адаптаційних реакцій у чоловіків із бойовими пораненнями.

3. Обговорення

Типовою відповіддю ендокринної системи на травматичний вплив є мобілізація більшості її ланок та функціональних комплексів, що у підсумку позначається на стані різноманітних клітинних і міжклітинних структур. Вивчення фундаментальних залежностей між масштабом ранового ураження та динамікою гормонів стресу в системному кровотоку військовослужбовців на різних стадіях ранової хвороби має вагоме значення для з'ясування того, як саме стресовий чинник позначається на регенеративних процесах і загальному гомеостазі. Стресовий гормональний каскад супроводжується низкою фізіологічних зрушень, зокрема стимуляцією синтезу АКТГ, кортизолу та альдостерону. При цьому зростання рівня АКТГ та кортизолу в сироватці крові здатне маніфестувати вже в перші хвилини після отримання пошкодження.

Визначення патогенетичного зв'язку між цими показниками дасть змогу розробити ефективніші підходи до терапії та відновлення постраждалих із рановими дефектами, першочергово тих, хто перебуває під впливом екстремальних факторів, таких як бойові дії. У підсумку такі вишукування створюють підґрунтя для оптимізації лікувальних протоколів при ранових ураженнях у бійців на тлі гострого стресорного впливу [2].

У сучасній науковій періодиці прицільно розглядається проблематика трансформації концентрації тиреоїдних гормонів та їх основного регулятора – ТТГ – у разі розвитку інвалідизувальних патологічних станів і травматичних уражень різного походження та локалізації[14], [15]. Узагальнення літературних джерел свідчить про те, що гострі стани, спричинені дією зовнішнього травмівного чинника, у перші 5–7 діб (іноді тривалістю до 10 днів) переважно супроводжуються підвищенням рівня ТТГ. Динаміка Т4в у цей часовий проміжок може мати як висхідний, так і спадний характер, тоді як вміст Т3в за умов важких системних розладів здебільшого демонструє зниження або залишається без суттєвих змін[16]. Зростання концентрації Т4 слугує сприятливою прогностичною ознакою та певною мірою відображає збереженість адаптаційного потенціалу організму у відповідь на виниклі умови. Тривалість періоду, упродовж якого фіксується пригнічення цих показників, може подовжуватися, причому ця часова затримка є прямо пропорційною тяжкості отриманого пошкодження[17]. Водночас наявні дані про можливість стрімкого падіння рівнів ТТГ безпосередньо після важкої травми чи гострої патології, однак подібні зрушення притаманні насамперед випадкам із швидким летальним наслідком[18].

---

[14] Schultebraucks K., Sijbrandij M., Galatzer-Levy I. et al. Forecasting individual risk for long-term Posttraumatic Stress Disorder in emergency medical settings using biomedical data: A machine learning multicenter cohort study. *Neurobiology of Stress*. 2021. Vol. 14. Art. 100297. URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7843920/ (date of access: 12.08.2026).

[15] Місюра К., Лурін І., Селюкова Н., Бойко М., Тиха І., Негодуйко В., Калашник С. Зміни гормонального статусу щитовидної залози у поранених залежно від об'єму ранового пошкодження. *Проблеми ендокринної патології.* 2024. Т. 81, № 1. С. 35–40. DOI: https://doi.org/10.21856/j-PEP.2024.1.05

[16] Vidart J., Jaskulski P., Kunzler A. L., Marschner R. A., Ferreira de Azeredo da Silva A., Wajner S. M. Non-thyroidal illness syndrome predicts outcome in adult critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *Endocrine Connections.* 2022. Vol. 11, no. 2. Art. e210504. DOI: https://doi.org/10.1530/EC-21-0504

[17] Ding Ch., Liu J., Liu K. et al. Relationship between Prognosis with Dynamic Changes of Thyroid Hormone and Cortisol Hormone in Patients with Severe Craniocerebral Injury. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2022. Vol. 2022. Art. 1883107. DOI: https://doi.org/10.1155/2022/1883107

[18] Raise-Abdullahi P., Meamar M., Vafaei A. A. et al. Hypothalamus and Post-Traumatic Stress Disorder: A Review. *Brain Sciences.* 2023. Vol. 13, no. 7. Art. 1010. DOI: https://doi.org/10.3390/brainsci13071010

Крім того, варто підкреслити стимулювальну дію тиреоїдних гормонів на репаративні процеси при травматичних ушкодженнях м'яких тканин у людини. Під їхнім регуляторним впливом активізуються розвиток і функціональна спроможність клітин мезенхімального походження, що значною мірою зумовлює інтенсифікацію репаративної регенерації. Збільшення рівня основного обміну в організмі шляхом тиреоїдизації формує сприятливе підґрунтя для трофічної взаємодії між елементами сполучної тканини та новоутвореним епітеліальним пластом. Збільшуючи інтенсивність окиснювальних процесів, гормони щитоподібної залози стимулюють проліферацію та диференціювання різноманітних клітинних пулів[19].

Що стосується умовної стабільності показників Т3 на тлі одночасного підвищення Т4 у бійців із важкими пораненнями, залучених до дослідження, то ймовірний механізм цього явища полягає у пригніченні периферичної конверсії Т4 у Т3. Розвитку цього процесу сприяють системні метаболічні розлади, притаманні різним патологічним станам у тканинах організму (зокрема ацидоз, тканинна гіпоксія, оксидативний стрес тощо)[20].

Таким чином, узагальнення даних сучасної наукової літератури та результатів власних спостережень підтверджує наявність кореляційної залежності між функціональним станом тиреоїдної системи та обсягом ранового ураження. Це засвідчує, що окреслена проблематика залишається не до кінця з'ясованою, зберігає високу актуальність і потребує подальших поглиблених досліджень.

Стосовно оцінки рівня СТГ при посттравматичному стресовому розладі, то як у нашому дослідженні, так і в працях інших науковців зафіксовано тенденцію до його підвищення, що може виступати наслідком комплексної взаємодії між нейромедіаторними системами та нейроендокринними механізмами у поранених чоловіків[21].

Таким чином, є підстави стверджувати, що СТГ відіграє критично важливу роль у регуляції різноманітних фізіологічних процесів, зокрема під час формування стресової відповіді. Зростання концентрації СТГ у відповідь на гострий або хронічний стресорний вплив (яким у даному

---

[19] Рябуха О. І. Деякі аспекти впливу щитоподібної залози на стан організму в умовах норми та патології. *Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії.* 2018. Т. 18, № 3. С. 250–255.

[20] Mele C., Pagano L., Franciotta D., Caputo M., Nardone A., Aimaretti G., Marzullo P., Pingue V. Thyroid function in the subacute phase of traumatic brain injury: a potential predictor of post-traumatic neurological and functional outcomes. *Journal of Endocrinological Investigation.* 2022. Vol. 45, no. 2. P. 379–389. DOI: https://doi.org/10.1007/s40618-021-01656-8

[21] Donato J. Jr., Wasinski F., Furigo I. C., Metzger M., Frazão R. Central regulation of metabolism by growth hormone. Cells. 2021. Vol. 10, no. 1. Art. 129. DOI: https://doi.org/10.3390/cells10010129

випадку виступають бойові поранення), а також консолідація пам'яті страху формують специфічний патогенетичний механізм, за допомогою якого тривалий стрес здатен детермінувати розвиток посттравматичного стресового розладу.

Стосовно репродуктивної системи, відомо, що концентрація андрогенів зазнає динамічних змін під впливом як фізичного, так і психоемоційного стресорного навантаження. Але із цим наявні дослідження, які демонструють зростання вмісту тестостерону безпосередньо під час впливу потенційно стресогенних чинників [22]. Гіпоталамо-гіпофізарно-гонадна вісь разом із статевими гормонами здатна модулювати стрес-асоційовані реакції у пацієнтів із посттравматичним стресовим розладом. Стресорний вплив спроможний порушувати процеси синтезу та секреції гонадотропних гормонів, тоді як функціональний стан гіпоталамо-гіпофізарно-гонадної осі бере участь у формуванні структурно-функціональних особливостей головного мозку. Припускають, що тестостерон реалізує анксіолітичний та антидепресивний ефекти шляхом опосередкованої взаємодії з андрогеновими рецепторами та рецепторами кортикотропін-рилізинг гормону. Загалом тісна взаємодія гіпоталамо-гіпофізарно-надниркової та гіпоталамо-гіпофізарно-гонадної осей, а також їхній зв'язок зі статевими стероїдними гормонами свідчать про необхідність подальших наукових досліджень, спрямованих на глибше з'ясування патогенетичних механізмів розвитку посттравматичного стресового розладу та створення більш ефективних таргетних підходів до його терапії.

Таким чином, чоловіки, які брали участь у бойових діях, особливо ті, хто зазнав поранень, потребують системного моніторингу андрогенного статусу у віддаленому періоді з метою збереження репродуктивного здоров'я як окремого індивіда, так і нації в цілому.

ВИСНОВКИ

Отже, незалежно від ступеня тяжкості травматичного ушкодження, в організмі людини розвивається комплексна метаболічна відповідь, спрямована на забезпечення функціонування життєво важливих органів і систем для підтримання життєздатності постраждалого. Цей процес супроводжується перебудовою всіх основних видів обміну речовин. На ранніх етапах травматичної хвороби переважають механізми термінової адаптації, що характеризуються активацією катаболічних процесів, тоді

[22] Choi S. Y. Synaptic and circuit development of the primary sensory cortex. *Experimental & Molecular Medicine.* 2018. Vol. 50, no. 4. Art. 29. P. 1–9. DOI: https://doi.org/10.1038/s12276-018-0029-x

як у подальшому відбувається поступове відновлення гомеостатичної рівноваги та посилення анаболічних механізмів.

Проведене дослідження засвідчило наявність прямого зв'язку між вираженістю гормональної стресової відповіді, тяжкістю травматичного ушкодження та тривалістю післятравматичного періоду у чоловіків-комбатантів. Подальші наукові дослідження доцільно спрямувати на розширення вибірки обстежених пацієнтів, а також на більш детальний аналіз локалізації травм, особливостей ендокринологічного анамнезу, неврологічного та психічного стану, показників гемодинаміки й функціонування системи гомеостазу, що дозволить поглибити розуміння механізмів гормональної адаптації до бойової травми.

АНОТАЦІЯ

Актуальність. Повномасштабне військове вторгнення російської федерації в Україну, що триває з 24 лютого 2022 року, спричинило стрімке збільшення кількості осіб із бойовими тілесними ушкодженнями та психоемоційними розладами. Пережита бойова травма ініціює розвиток психологічних порушень, які з часом супроводжуються суттєвими змінами соматичного стану. Однією з ключових ланок адаптаційної відповіді організму на тяжке ушкодження є активація ендокринної системи, що може визначати подальший перебіг репаративних процесів. Водночас особливості гормональної відповіді при бойових пораненнях та її взаємозв'язок із процесами загоєння ран в Україні залишаються недостатньо вивченими. У зв'язку з цим метою дослідження стало встановлення взаємозв'язку між обсягом травматичного ушкодження та змінами концентрацій окремих гормонів сироватки крові на різних стадіях травматичної хвороби у чоловіків-комбатантів.

Матеріали та методи. Дослідження охопило 120 військовослужбовців чоловічої статі, яких залежно від обсягу травматичного ушкодження розподілили на чотири рівні за чисельністю групи. До першої групи включили пацієнтів із легкими пораненнями, до другої – із пораненнями середнього ступеня тяжкості, до третьої – із тяжкими ушкодженнями, тоді як четверту групу становили практично здорові військовослужбовці без поранень. Оцінку показників проводили відповідно до періодів перебігу травматичної хвороби: на 1–3-тю, 4–5-ту та 14-ту добу після травми. Середній вік учасників становив 34,2±4,3 року, середня маса тіла – 78±3,5 кг. У сироватці крові визначали концентрації соматотропного гормону, тестостерону, адренокортикотропного гормону, альдостерону, тиреотропного гормону, вільного трийодтироніну, вільного тироксину та дегідроепіандростерону-сульфату.

Результати. Отримані дані підтвердили, що відповіддю ендокринної системи на бойову травму є комплексна активація її регуляторних механізмів. Аналіз гормонального профілю продемонстрував закономірні зміни концентрацій досліджуваних гормонів залежно від величини ранового дефекту та стадії перебігу травматичної хвороби. Вираженість гормональних змін зростала зі збільшенням тяжкості ушкодження та змінювалася відповідно до післятравматичного періоду.

Висновки. Незалежно від ступеня тяжкості бойового поранення в організмі формується системна метаболічна адаптаційна відповідь, спрямована на підтримання життєво важливих функцій та забезпечення виживання постраждалого. Цей процес супроводжується перебудовою всіх основних видів обміну речовин. Для гострої фази травматичної хвороби характерне домінування катаболічних механізмів адаптації, тоді як у подальшому відбувається поступове відновлення гомеостатичної рівноваги та посилення анаболічних процесів. Виявлено, що інтенсивність гормональної стресової відповіді прямо пов'язана як із тяжкістю травматичного ушкодження, так і з тривалістю післятравматичного періоду у чоловіків-комбатантів. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розширення вибірки пацієнтів, а також на врахування локалізації поранень, особливостей ендокринологічного анамнезу, неврологічного та психічного статусу, показників гемодинаміки й функціонального стану системи гомеостазу, що сприятиме більш глибокому розумінню механізмів ендокринної адаптації при бойовій травмі.

Література

1. Slezackova A., Malatincova T., Millova K., Svetlak M., Krafft A. M. The moderating effect of perceived hope in the relationship between anxiety and posttraumatic growth during the Russian-Ukrainian war. *Frontiers in Psychology*. 2024. Vol. 15. Art. 1440021. DOI: https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1440021

2. Kalaitzaki A. E., Tamiolaki A. Russia-Ukraine War: Jeopardizing the mental health gains already been obtained globally. *Asian Journal of Psychiatry*. 2022. Vol. 78. Art. 103285. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ajp.2022.103285

3. Du J., Diao H., Zhou X. et al. Post-traumatic stress disorder: a psychiatric disorder requiring urgent attention. *Medical Review*. 2022. Vol. 2, issue 3. P. 219–243. DOI: https://doi.org/10.1515/mr-2022-0012.

4. Er F., Duyan V. Thought content, thought function, acceptance and adaptation over time: Experiences of Turkish veterans and their spouses whose cognitive functions are affected by PTSD. *Military Psychology*. 2025. Vol. 37, issue 6. P. 581–591. DOI: https://doi.org/10.1080/08995605.2024.2417578

5. Лурін І., Селюкова Н., Коренєва Ю., Бойко М., Місюра К., Негодуйко В. Зміни в ендокринній системі чоловіків з посттравматичним стресовим розладом, внаслідок бойових операцій. *Проблеми ендокринної патології*. 2023. Т. 80, № 4. С. 66–76. DOI: https://doi.org/10.21856/j-PEP.2023.4.08

6. Негодуйко В. В. Діагностика та видалення сторонніх тіл м'яких тканин вогнепального походження (експериментально-клінічне дослідження) : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.01.03. Харків, 2019. 44 с.

7. Обрані лекції з військово-польової хірургії / за ред. В. В. Бойко, В. М. Лісовий, В. В. Макаров та ін. Харків : НТМТ, 2018. 212 с.

8. Медична допомога учасникам бойових дій : навч. посіб. / за ред. О. М. Хвисюка, В. Г. Марченка, Б. В. Михайлова. Харків : ДІСА Плюс, 2019. 576 с.

9. Вогнепальні поранення м'яких тканин (досвід Антитерористичної операції / Операції об'єднаних сил) / під заг. ред. В. І. Цимбалюка. Харків : Колегіум, 2020. 400 с.

10. Chrousos G. P. Stress and disorders of the stress system. *Nature Reviews Endocrinology*. 2009. Vol. 5, no. 7. P. 374–381. DOI: https://doi.org/10.1038/nrendo.2009.106

11. Boonen E., Van den Berghe G. Endocrine responses to critical illness: novel insights and therapeutic implications. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2014. Vol. 99, no. 5. P. 1569–1582. DOI: https://doi.org/10.1210/jc.2013-4115

12. Pierce A., Pittet J. F. Inflammatory response to trauma: implications for coagulation and resuscitation. *Current Opinion in Anaesthesiology*. 2014. Vol. 27, no. 2. P. 246–252. DOI: https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000000047

13. Krepska A., Hastings J., Roodenburg O. The metabolic and endocrine response to trauma. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*. 2023. Vol. 24, no. 7. P. 416–420. DOI: https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2023.04.012

14. Schultebraucks K., Sijbrandij M., Galatzer-Levy I. et al. Forecasting individual risk for long-term Posttraumatic Stress Disorder in emergency medical settings using biomedical data: A machine learning multicenter cohort study. *Neurobiology of Stress*. 2021. Vol. 14. Art. 100297. URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7843920/ (date of access: 12.08.2026).

15. Місюра К., Лурін І., Селюкова Н., Бойко М., Тиха І., Негодуйко В., Калашник С. Зміни гормонального статусу щитовидної залози у поранених залежно від об'єму ранового пошкодження. *Проблеми ендокринної патології*. 2024. Т. 81, № 1. С. 35–40. DOI: https://doi.org/10.21856/j-PEP.2024.1.05

16. Vidart J., Jaskulski P., Kunzler A. L., Marschner R. A., Ferreira de Azeredo da Silva A., Wajner S. M. Non-thyroidal illness syndrome predicts outcome in adult critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *Endocrine Connections*. 2022. Vol. 11, no. 2. Art. e210504. DOI: https://doi.org/10.1530/EC-21-0504

17. Ding Ch., Liu J., Liu K. et al. Relationship between Prognosis with Dynamic Changes of Thyroid Hormone and Cortisol Hormone in Patients with Severe Craniocerebral Injury. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2022. Vol. 2022. Art. 1883107. DOI: https://doi.org/10.1155/2022/1883107

18. Raise-Abdullahi P., Meamar M., Vafaei A. A. et al. Hypothalamus and Post-Traumatic Stress Disorder: A Review. *Brain Sciences*. 2023. Vol. 13, no. 7. Art. 1010. DOI: https://doi.org/10.3390/brainsci13071010

19. Рябуха О. І. Деякі аспекти впливу щитоподібної залози на стан організму в умовах норми та патології. *Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії*. 2018. Т. 18, № 3. С. 250–255.

20. Mele C., Pagano L., Franciotta D., Caputo M., Nardone A., Aimaretti G., Marzullo P., Pingue V. Thyroid function in the subacute phase of traumatic brain injury: a potential predictor of post-traumatic neurological and functional outcomes. *Journal of Endocrinological Investigation*. 2022. Vol. 45, no. 2. P. 379–389. DOI: https://doi.org/10.1007/s40618-021-01656-8

21. Donato J. Jr., Wasinski F., Furigo I. C., Metzger M., Frazão R. Central regulation of metabolism by growth hormone. *Cells*. 2021. Vol. 10, no. 1. Art. 129. DOI: https://doi.org/10.3390/cells10010129

22. Choi S. Y. Synaptic and circuit development of the primary sensory cortex. *Experimental & Molecular Medicine*. 2018. Vol. 50, no. 4. Art. 29. P. 1–9. DOI: https://doi.org/10.1038/s12276-018-0029-x

Information about authors:
Misiura Kateryna Vasylivna,
http://orcid.org/0000-0002-0258-9109
Doctor of Medical Sciences, Professor,
Director,
State Institution «V. Danilevsky Institute of Endocrine Pathology Problems of the National Academy of Medical Science of Ukraine»
10, Alchevskikh Str., Kharkiv, Ukraine

Nehoduiko Volodymyr Volodymyrovych,
http://orcid.org/0000-0003-4540-5207
Doctor of Medical Sciences, Professor,
Head of Hospital for emergency aid,
Military Medical Clinical Center of the Northern Region of Armed Forces
Command of the Armed Forces of Ukraine
5, Kultury Str., Kharkiv, Ukraine

Seliukova Nataliia Yuriivna,
http://orcid.org/0000-0001-9657-6888
Doctor of Biological Sciences,
Assistant Professor,
National University of Pharmacy
53, Hryhorii Skovoroda Str., Kharkiv, Ukraine;
Scientific Researcher,
State Institution «V. Danilevsky Institute of Endocrine Pathology Problems
of the National Academy of Medical Science of Ukraine»
10, Alchevskikh Str., Kharkiv, Ukraine