

14. Cruz-Lemini M, Vazquez JC, Ullmo J, Llubra E. Low-molecular-weight heparin for prevention of preeclampsia and other placenta-mediated complications: a systematic review and meta-analysis. *Am J Obstet Gynecol.* 2022;226:1126-44. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2020.11.006>

15. Vatansever D, Vatansever P, Giray B, Ertekin AA, Bilsel S. Do N-Terminal Pro-C-Type Natriuretic Peptide Levels Relate to Severity of Preeclampsia? *International Journal of Hypertension.* 2020;2020:2693534. doi: <https://doi.org/10.1155/2020/2693534>

16. Westerberg AC, Langeland Degnes M-H, Andresen IJ, Paasche Roland MC, Michelsen TM. Angiogenic and vasoactive proteins in the maternal-fetal interface in healthy pregnancies and preeclampsia. *American Journal of Obstetrics and Gynecology.* 2024 Nov;231(5):550.e1-550.e22. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2024.03.012>

17. Prydannikova YE. Statistical Methods for Studying the Causality between Economic Growth and Material Welfare of Populations. *Scientific Bulletin of the National Academy of Statistics, Accounting and Audit.* 2017;3:16-25. doi: <https://doi.org/10.31767/nasoa.3.2017.02>

Стаття надійшла до редакції 22.10.2024;
затверджена до публікації 30.11.2024



УДК 616.832-001-036.22-092:355.01]-057.36-047.37

<https://doi.org/10.26641/2307-0404.2025.1.325361>

В.О. Артеменко,
М.М. Маціпура*,
С.О. Сазонова

НЕІНТЕРВЕНЦІЙНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕПІДЕМІОЛОГІЧНИХ, ПАТОФІЗІОЛОГІЧНИХ ТА КЛІНІЧНИХ АСПЕКТІВ ТРАВМ СПИННОГО МОЗКУ, ПОВ'ЯЗАНИХ ІЗ ВІЙНОЮ, СЕРЕД УЧАСНИКІВ БОЙОВИХ ДІЙ

Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова
вул. Пирогова, 56, Вінниця, 21018, Україна
National Pirogov Memorial Medical University
Pirogova str., 56, Vinnytsya, 21018, Ukraine
*e-mail: Dr.matsipura@gmail.com

Цитування: *Медичні перспективи.* 2025. Т. 30, № 1. С. 78-89

Cited: *Medicni perspektivi.* 2025;30(1):78-89

Ключові слова: *вогнепальні поранення, мінно-вибухові травми, бойова травма, спинний мозок, військовослужбовці*

Key words: *gunshot wounds, mine-blast trauma, battle trauma, spinal cord, military personnel*

Реферат. Неінтервенційне дослідження епідеміологічних, патофізіологічних та клінічних аспектів травм спинного мозку, пов'язаних із війною, серед учасників бойових дій. Артеменко В.О., Маціпура М.М., Сазонова С.О. Із початком активних бойових дій в Україні різко збільшилась кількість постраждалих з вогнепальними, мінно-вибуховими та скалковими ушкодженнями опорно-рухової системи як серед військовослужбовців, так і серед цивільного населення. Тому проблеми лікування і реабілітації постраждалих унаслідок бойових дій в останні роки набули особливої гостроти. Метою дослідження було на основі проаналізованої літератури та клінічних спостережень на базі медичних установ охарактеризувати бойові травми спинного мозку у військових. Первинний пошук літератури здійснювався через бази даних Medline, Excerpta Medica dataBASE та PsycINFO, опублікованих з 2014 р. до 2024 р. Після оцінювання статей за STROBE рецензенти абстрагували релевантні дані для аналізу й статистичного оброблення за допомогою програми Microsoft Excel Atte Stat 2010. У

загальному було проаналізовано 263 публікації, з яких 25 статей відповідали критеріям включення та виключення, і лише 7 статей сумарно створювали однорідну вибірку за віком, статтю, часом, що пройшов від моменту отримання травми. Для складання профілів відновлення за перший рік після отримання травми було взято дані з неврологічного статусу історій хвороб пацієнтів, включаючи шкалу незалежності спинного мозку. Для аналізу було випадковим способом відібрано 50 історій хвороб осіб з параплегічної когорти, і 50 – з тетраплегічної когорти. Обидві групи були однорідні. Загальна кількість історій хвороб становила $n=100$. Вогнепальні травми опорно-рухової системи супроводжуються великою кількістю ускладнень і незадовільними анатомічними та функціональними результатами лікування. Характерною для таких ушкоджень є травматична хвороба, яка розвивається у відповідь на бойову травму та має довгий і ускладнений перебіг, високі показники летальності й тяжкої інвалідності. Ушкодженням хребта й спинного мозку характерні висока летальність (19,1-52,9%) і стійка інвалідизація. Найпоширенішими механізмами травм спинного мозку (ТСМ) були вогнепальний (9,4-93,3%), вибуховий (2,7%-81,8%). ТСМ вогнепального генезу найчастіше уражали шийний (від 25 до 88% за різними дослідженнями) та грудний відділ спинного мозку (24-63%). ТСМ вибухового генезу частіше уражали нижні відділи хребта: поперековий – 21-72%, крижовий – 27-89%. Частка повних травм (18,2-90%) була більшою, ніж частка неповних ТСМ (10-81,8%). Рівень та тяжкість ТСМ мали значення в неврологічному відновленні: найменш сприятливий прогноз спостерігався серед пацієнтів з тетраплегією з повною ТСМ (тип А) та найбільш сприятливий прогноз – серед пацієнтів з параплегією з типом порушень D. Лише 30,2% пацієнтів ТСМ типу А перейшли на тип В (17,3%), тип С (5,8%) або тип D (7,2%) протягом року після отриманої травми, тоді як 76,7% пацієнтів з ТСМ типу В або С покращили свій ступінь згідно зі шкалою порушень, і лише 8,5% пацієнтів з типом D перейшли на тип Е. У контексті генезу бойових ТСМ найбільшу частку займають вибухові й мінно-вибухові травми, що найчастіше уражають крижовий і поперековий відділ хребта відповідно до механізму отримання травми, а також вогнепальні поранення, що частіше уражають шийний та грудний відділи, що визначає ранжування клініки в пацієнтів. Відмінності рівнів та тяжкості травми мають очевидні наслідки з точки зору неврологічного та функціонального відновлення в усьому спектрі з найменш сприятливим прогнозом серед пацієнтів з тетраплегією з повною травмою (тип А) та найбільш сприятливим прогнозом серед пацієнтів з параплегією із травмою типу D, згідно з міжнародним стандартом неврологічної класифікації травми спинного мозку.

Abstract. Non-interventional study of the epidemiological and clinical aspects of war-related spinal cord injuries among military personnel. Artemenko V.O., Matsipura M.M., Sazonova S.O. *With the beginning of active hostilities in Ukraine the amount of victims with gunshot, mine-explosive and shrapnel injuries of the musculoskeletal system among military personnel increased sharply. Therefore, the problems of treatment and rehabilitation of victims of hostilities have become especially acute in the last year. The purpose of the study was to characterize combat spinal cord injuries in military personnel based on the analyzed literature and clinical observations based on medical institutions. Primary literature search was conducted using Medline, Excerpta Medica dataBASE, and PsycINFO databases published from 2014 to 2024. After STROBE screening of articles, reviewers abstracted relevant data for analysis and statistical processing using Microsoft Excel Atte Stat 2010. In total, 263 publications were analyzed, of which 25 articles met the inclusion and exclusion criteria, and only 7 articles altogether created a homogeneous sample in terms of age, gender, time since the injury was sustained. Data from the neurological status of the patients' medical histories, including the Spinal Cord Independence Scale, were used to construct recovery profiles for the first year after injury. For analysis, 50 case histories were randomly selected from the paraplegic cohort, and 50 from the tetraplegic cohort. Both groups were homogeneous according to all criteria. The total number of analyzed medical histories was $n=100$. To create recovery profiles, data on the neurological status of the patients, including the spinal cord independence scale, were taken. The gunshot traumas of the musculoskeletal system are accompanied by plenty of complications and unsatisfactory by the anatomic and functional results of treatment. Such injuries are characterized by a traumatic disease that develops in response to combat trauma and has a long and complicated course, high rates of mortality and severe disability. Damage to the spine and spinal cord is characterized by high mortality (19.1-52.9%) and permanent disability. The most common mechanisms of spinal cord injuries (SCI) were gunshot (from 9.4 to 93.3%), explosive (from 2.7% to 81.8%). Gunshot SCI most often affected the cervical (from 25 to 88% according to various studies) and thoracic part of spinal cord (24-63%). Blast SCI more often affected the lower parts of spine: lumbar – from 21 to 72%, sacral – from 27 to 89%. The share of complete injuries (18.2-90%) was greater than the share of incomplete SCI (10-81.8%). Level and severity of SCI matter in neurological recovery, with the least favorable prognosis among patients with tetraplegia with complete SCI (type A) and the most favorable prognosis – among patients with paraplegia with type D. Only 30.2% of patients with type A SCI progressed to type B (17.3%), type C (5.8%) or type D (7.2%) within a year after trauma, while 76.7% of patients with type B or type C SCI improved their clinical grade and only 8.5% patients with type D were switched to type E. In the context of the genesis of combat SCI, the largest share is occupied by explosive and mine-explosive injuries, which most often affect the sacral and lumbar spine according to the mechanism of injury, as well as gunshot wounds, which more often affect the cervical and thoracic regions, and determines the ranking of the clinical picture among patients. Differences in the level and severity of injury have obvious consequences in terms of neurological and functional recovery in the whole spectrum, with the least favorable prognosis among patients with tetraplegia with complete injury (type A) and the most favorable prognosis among patients with paraplegia with type D injury, according to the international standard for neurological classification of spinal cord injury.*

У результаті подій російсько-української війни значно зросла кількість пацієнтів з травмою хребта і спинного мозку. За даними літератури, на частку вогнепальних поранень ділянки хребта і спинного мозку припадає 0,28% і мінно-вибухових травм спинного мозку (ТСМ) – 1,71% відповідно від усіх поранень військових, рівень смертності для яких становить 58%. Відповідно до аналізу даних системних оглядів та проспективних клінічних досліджень, частка травм хребта і спинного мозку у структурі причин військової летальності становила 1,2% під час збройного конфлікту між Корейською народно-демократичною республікою та Корейською республікою, під час війни у В'єтнамі – 1,05%, Перській затоці – 1,0%, під час військового вторгнення на територію Панами Збройних сил США – 6,1%, під час війни в Афганістані – 11,6%, війни в Іраку – 8,93% [1, 2].

Залежно від конфлікту та типу даних, що оцінюються, оцінювання поширеності ТСМ серед військовослужбовців у зонах бойових дій можуть суттєво відрізнитися. Наприклад, дослідження показало, що ~11% військовослужбовців, поранених в Афганістані та Іраку, отримали ТСМ [3]. Інше дослідження, проведене в Іраку, показало, що мінно-вибухова та вогнепальна етіологія становить 64% випадків ТСМ – більше, ніж усі інші причини разом узяті [4]. Хоча зниження звітності в таких регіонах не дає повної картини, очікується, що такі ж висновки стосуватимуться й інших конфліктних регіонів. У країнах, охоплених війною, своєчасне коректне надання медичної допомоги при ТСМ може бути складним через низку факторів, включаючи погіршення систем охорони здоров'я через масові руйнування інфраструктури охорони здоров'я, відсутність або обмежений доступ до медичної допомоги, надзвичайно високе навантаження на пацієнтів, недостатню кількість медичних працівників, особливо хірургів, та погані реабілітаційні послуги. Ці висновки узгоджуються з нинішнім становищем України, з масовими травмами і смертністю та надзвичайно нестабільною системою охорони здоров'я [5]. У ході антитерористичної операції протягом 2014-2015 років частка травм хребта у структурі сучасної бойової хірургічної травми становила 1,1% [6]. Актуальність теми цього дослідження не викликає сумнівів, адже на сьогодні інвалідність, що пов'язана з ТСМ (14,0%), є однією з основних причин інвалідизації та летальних випадків військових, які отримали поранення [7].

Мета цього дослідження – на основі проаналізованої літератури та клінічних спостережень на

базі медичних установ охарактеризувати бойові травми спинного мозку у військових.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Як теоретичний фундамент було взято праці про загальні відомості щодо травм спинного мозку [8], поширеності травм спинного мозку серед військовослужбовців, поранених в Афганістані та Іраку [3], патофізіологічні механізми та феномен гліального рубця [9, 10, 11].

Дослідження виконано у два основні етапи: на першому етапі проведено аналіз тематично подібних статей з метою опису епідеміологічних, патофізіологічних та клінічних аспектів травм спинного мозку, пов'язаних з війною; на другому, клінічно орієнтованому, етапі було складено профілі відновлення пацієнтів за перший рік після отримання травми спинного мозку.

Дослідження проведено відповідно до основних біоетичних норм Гельсінської декларації «Етичні принципи медичних досліджень за участю людей», ухваленої Генеральною Асамблеєю Всесвітньої медичної асоціації, «Загальної декларації про біоетику та права людини (ЮНЕСКО)», Директиви ЄС № 609 від 24.11.1986 р. та наказу МОЗ України № 281 від 01.11.2000 р. Дослідження схвалено комітетом з біоетики при Вінницькому національному медичному університеті ім. М.І. Пирогова (протокол засідання № 7 від 17.09.2024 р.). Усіма обстеженими були підписані інформовані згоди на участь у дослідженні. Як основу для складання профілів відновлення за перший рік після отримання травми було взято відомості з історій хвороб пацієнтів на базі неврологічного, травматологічного та реабілітаційного відділень.

В основі дизайну дослідження було використано простий випадковий відбір, що забезпечило рандомізовану вибірку [3, 6, 7, 9, 10, 12, 13]. На першому етапі дослідження за допомогою групувань було упорядковано первинний статистичний матеріал і розподілено його на дві однорідні групи за ознакою – рівнем травми спинного мозку [3, 6, 7, 9, 10, 12, 13]. Під час групування результатів статистичного спостереження було виконано такі вимоги: мінімальна кількість одиниць спостереження не була меншою за 20; статистична сукупність була однотипною; групувальні ознаки точно й повно відображали внутрішні особливості досліджуваних явищ; було забезпечено принцип рівності об'єктивних чинників дослідження, насамперед природних та економічних умов.

Первинний пошук літератури здійснювався через бази даних Medline, Excerpta Medica dataBASE (EMBASE) та PsycINFO для виявлення наукових статей, присвячених епідеміології

пов'язаної з війською травмою спинного мозку серед учасників бойових дій, опублікованих з 2014 р. до 20 січня 2024 р.. Критерії пошуку включали такі тематичні розділи: «травма спинного мозку» або «травми спинного мозку», «травма» або «поранення і травми», а також «військові», «військовослужбовці», «війна», «ветерани», «учасники бойових дій» або «солдати». Пошук обмежувався лише роботами, які стосуються досліджень серед людей.

Усі знайдені реферати, а за необхідності й повні тексти статей, були перевірені для визначення тих, які відповідали меті огляду — аналізу захворюваності та епідеміологічних характеристик ТСМ, пов'язаних з бойовими діями. До систематичного огляду були включені всі оригінальні дослідження, що описували частоту виникнення травм, демографічні характеристики та інші особливості травм, спричинених воєнними конфліктами. Звіти про окремі клінічні випадки, дослідження на тваринах, тези конференцій та редакційні статті були виключені.

Усі заголовки та анотації, отримані в результаті пошуку, були незалежно перевірені двома рецензентами (М.М. Маціпура, С.О. Сазонова). Статті, які вважалися релевантними, включалися на основі аналізу заголовків та рефератів. У разі розбіжностей між рецензентами остаточне рішення ухвалювалось за принципом консенсусу після обговорення. Якщо ті самі автори публікували декілька робіт на основі одного набору даних, перевага надавалася публікації, що містила найбільш релевантну інформацію, тоді як інші статті виключалися.

У результаті було відібрано 7 статей [3, 6, 7, 9, 10, 12, 13]. Усі статті оцінювалися двома рецензентами (М.М. Маціпура, С.О. Сазонова) за допомогою контрольного списку відповідно до STROBE (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology), а в подальшому методом зведення і групування були розподілені залежно від ураженого відділу спинного мозку, а також залежно від кількості уражених кінцівок на пара- та тетраплегічну групи. STROBE – інструмент, що широко використовується для оцінки якості спостережних досліджень і рекомендований такими журналами, як *Lancet*, *British Medical Journal* і *Neurology*.

Елементи STROBE оцінювалися за шкалою 0-1: 1 бал зараховувався за кожен пункт, який був виконаний повністю. Якщо пункт складався з декількох підпунктів (наприклад, пункти 12, 13, 14 та 16), 1 бал нараховувався за виконання більшості підпунктів у межах конкретного пункту. Максимальний можливий бал 22 – вказував на відповідність критеріям високоякісної публікації.

Ці пункти стосуються назви та анотації статті (пункт 1), вступу (пункти 2 і 3), методів (пункти 4-12), результатів (пункти 13-17), розділів обговорення (пункти 18-21) та іншої інформації (пункт 22 про фінансування). Вісімнадцять елементів є спільними для всіх дизайнів дослідження, тоді як чотири (пункти 6, 12, 14 і 15) є специфічними для дизайну з різними версіями для всього або частини елемента. Насамперед пріоритетне значення надавалось пунктам 3-8, 11-16, 18. У разі розбіжностей щодо оцінки публікації між рецензентами питання вирішувалося шляхом консенсусу. Після оцінки статей за STROBE рецензенти абстрагували релевантні дані для аналізу.

На другому етапі дослідження, для створення профілів відновлення брались дані з неврологічного статусу пацієнтів, включаючи шкалу незалежності спинного мозку. Шкала незалежності спинного мозку оцінювалась за 100-бальною шкалою (самообслуговування: 0-20; управління диханням та сфінктерами: 0-40; оцінка моторики верхніх та нижніх кінцівок: 0-40) [14]. Таким чином, для аналізу було відібрано у випадковий спосіб 100 історій хвороб, типологічно згрупованих у дві вибірки: параплегічна когорта n=50, тетраплегічна когорта n=50. Надалі пацієнти кожної когорти були об'єднані в однорідні групи за класом травми спинного мозку методом структурного групування [14].

Статистичне оброблення результатів проводили за допомогою ліцензійної програми Microsoft Excel Atte Stat 2010 (ліцензійний № 9C2DK-NWTVB-JMPW8-BKT28-8FRBF) [15].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Під час проведення першого етапу дослідження первинний аналіз літератури ідентифікував 263 публікації, з яких 25 статей відповідали критеріям включення та виключення (рис. 1). Дослідження були розподілені за тематичними напрямками: 5 статей з повідомленнями про демографічні показники, рівень, ступінь тяжкості ТСМ, механізм травми та/або супутні тілесні ушкодження; 6 статей повідомляли про епізоди ТСМ, асоційовані з бойовою травмою; і 4 статті повідомляли про частоту ТСМ серед інших тілесних ушкоджень, пов'язаних з війською. Виключивши повідомлення про епізодичні випадки й виокремивши ті, що сумарно створювали однорідну вибірку за віком, статтю, часом, що пройшов від моменту отримання травми, було остаточно включено 7 статей [3, 6, 7, 9, 10, 12, 13].

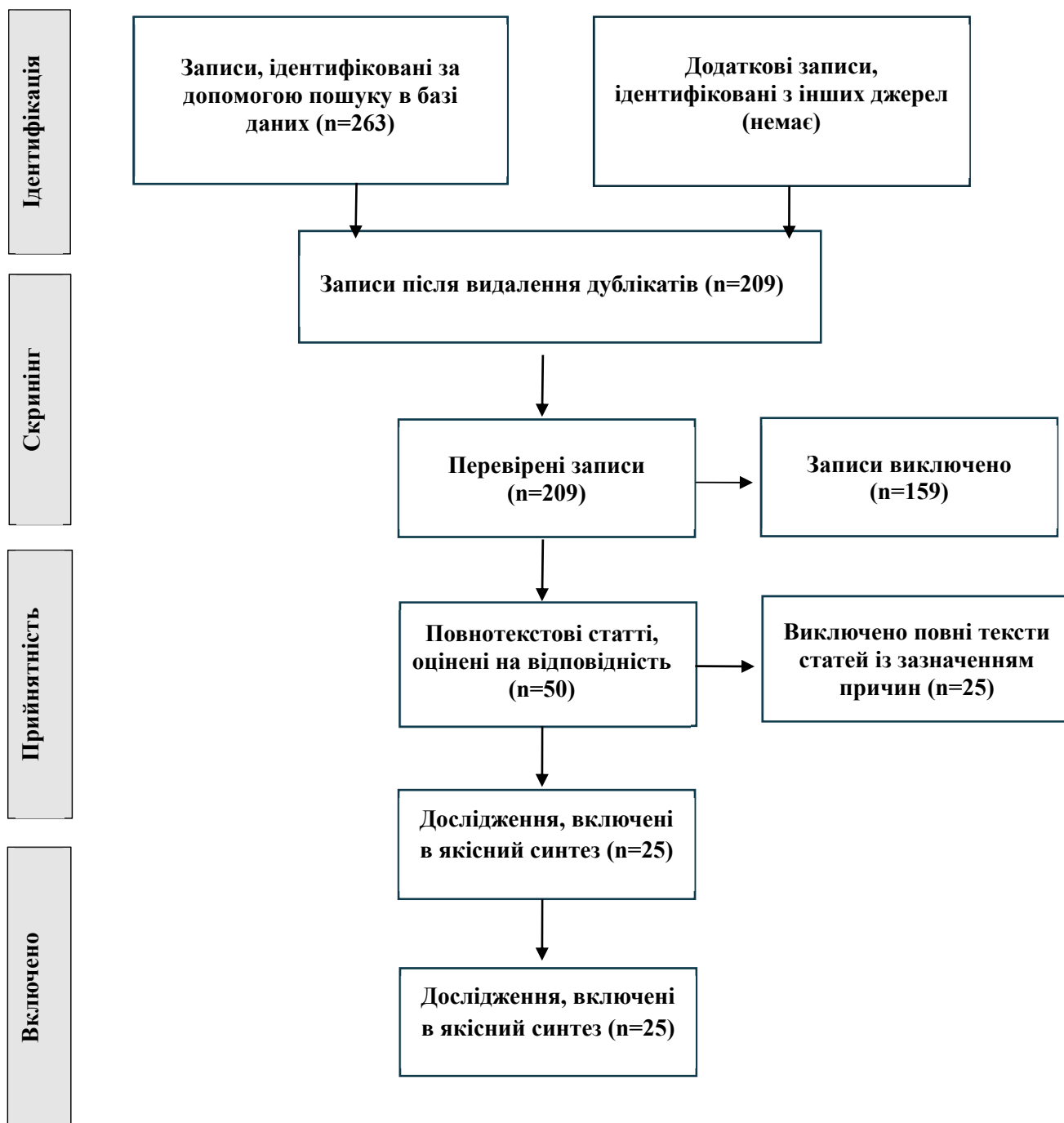
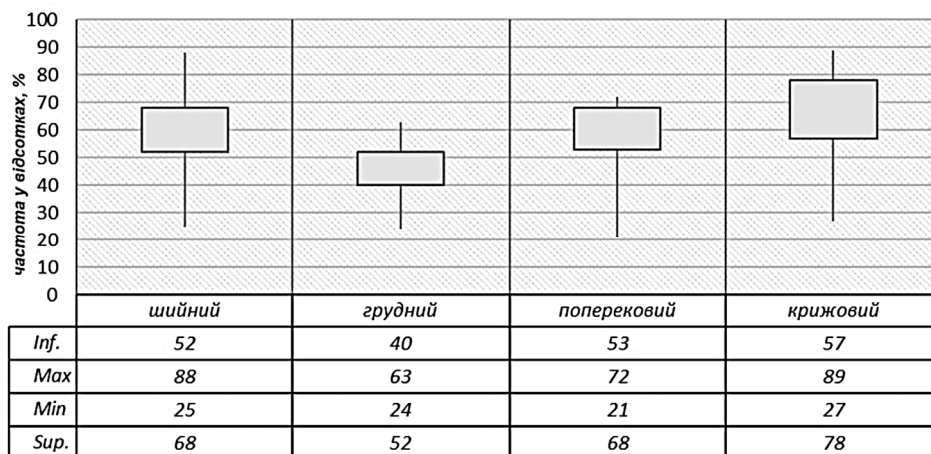


Рис. 1. Блок-схема *PRISMA* (Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses, переважні елементи звітності для систематичних оглядів і метааналізів), що описує етапи пошуку літератури та відбір статей, включених до цього системного огляду

Загалом військовослужбовці з травмами хребта, пов'язаними з війною, зазвичай були чоловіками з переважно ушкодженим грудним або поперековим відділом, повною (American Spinal Injury Association [ASIA] Impairment Scale A) TCM унаслідок вогнепального пострілу чи вибуху та часто пов'язаною з іншими тілесними ушкодженнями [12]. Найпоширенішими меха-

нізмами травм були вибухові компоненти (від 9,4% до 93,3%), вогнепальні ушкодження (від 2,7% до 81,8%). TCM вогнепального генезу найчастіше уражали шийний відділ (25% до 88%), потім грудний рівень (24% до 63%), у той час як TCM вибухового генезу найчастіше уражали нижні відділи хребта (поперековий – 21-72%, крижовий – 27-89%), (рис. 2).



де: Max та Min – максимальна та мінімальна частота поширеності травми певного відділу спинного мозку в загальній структурі ТСМ бойового генезу, що зафіксована за період 2014-2024 рр., у контексті генеральної сукупності випадків; Sup. та Inf. – відповідно, верхня та нижня межі статистично значущої вибірки, що презентована великим об'ємом випадків ТСМ за відносно менший період часу (2022-2024 рр.).

Рис. 2. Частота поширеності травм спинного мозку залежно від ураженого відділу

Взаємозв'язок між топографічною ділянкою та причинним фактором травми логічно обґрунтований у відомих роботах [7,13]. Частка повних травм (18,2% до 90%) була більшою, ніж частка неповних ТСМ (10% до 81,8%). ТСМ, пов'язані із вибуховим чинником, призводять до каскаду подій, які починаються з первинного вибуху і включають струс мозку, спричинений вибуховою хвилею, баротравму, пов'язану з ішемією, та інфаркт, спричинений гострою газовою емболією (рис. 3). Вторинні вибухові uszkodження призводять до тупих та проникаючих ушкоджень

хребта залежно від близькості до первинного місця вибуху, проміжних структур та ін. Третинні ушкодження відбуваються під час вибуху високої енергії, який штовхає людину крізь простір та в інші об'єкти. Хребет може бути пошкоджений різними способами внаслідок швидкого прискорення, раптового уповільнення та удару тіла об інші об'єкти. Четвертинна вибухова травма спричинена іншими обставинами, такими як руйнування або зміщення конструкцій і важких предметів на людину, вплив токсичних газів і розчинів, які виділяються, а також вплив вогню [12].

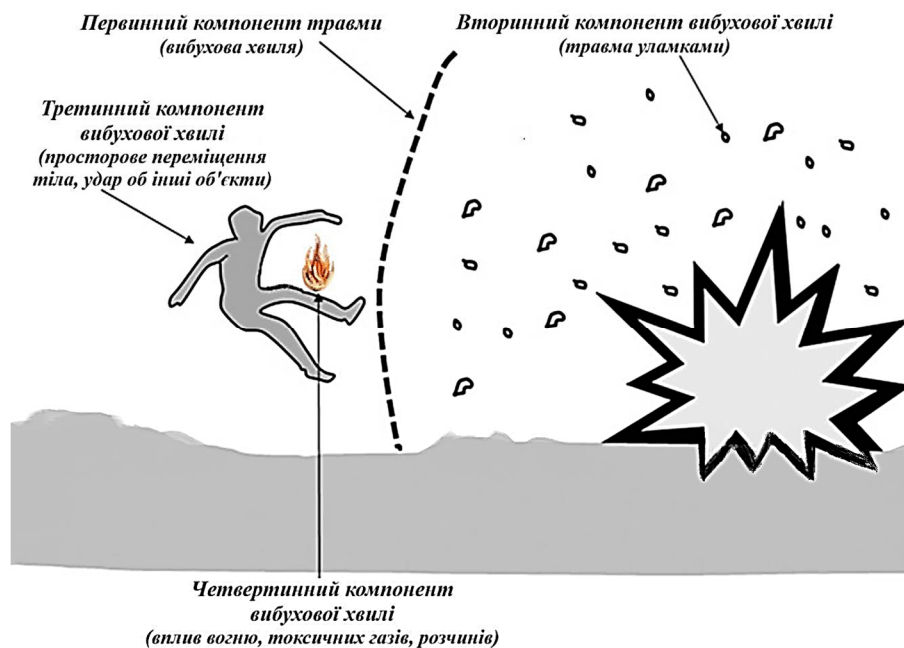


Рис. 3. Схематичне зображення механізму травми, спричиненої вибуховою хвилею, відповідно до її компонентів

Надважливо охарактеризувати поняття вторинної травми спинного мозку в контексті клініко-діагностичних особливостей ТСМ. Вторинна травма починається протягом декількох хвилин після початкового первинного ушкодження та триває протягом тривалого періоду (тижні, місяці), викликаючи прогресуюче пошкодження тканин спинного мозку, які оточують місце ураження [9]. Концепція вторинної ТСМ була вперше представлена Алленом у 1911 році: він припустив, що наявність деяких біохімічних

факторів у некротичному геморагічному ураженні викликає подальше пошкодження спинного мозку [8]. Вивчаючи ТСМ, науковець зауважив, що видалення посттравматичної гематомієлії покращує неврологічні результати. Термін «вторинне ушкодження» все ще використовується в неврологічній клініці й позначає низку клітинних, молекулярних і біохімічних явищ, що продовжують автодеструкцію тканин спинного мозку, перешкоджаючи неврологічному відновленню після ТСМ (рис. 4) [10].

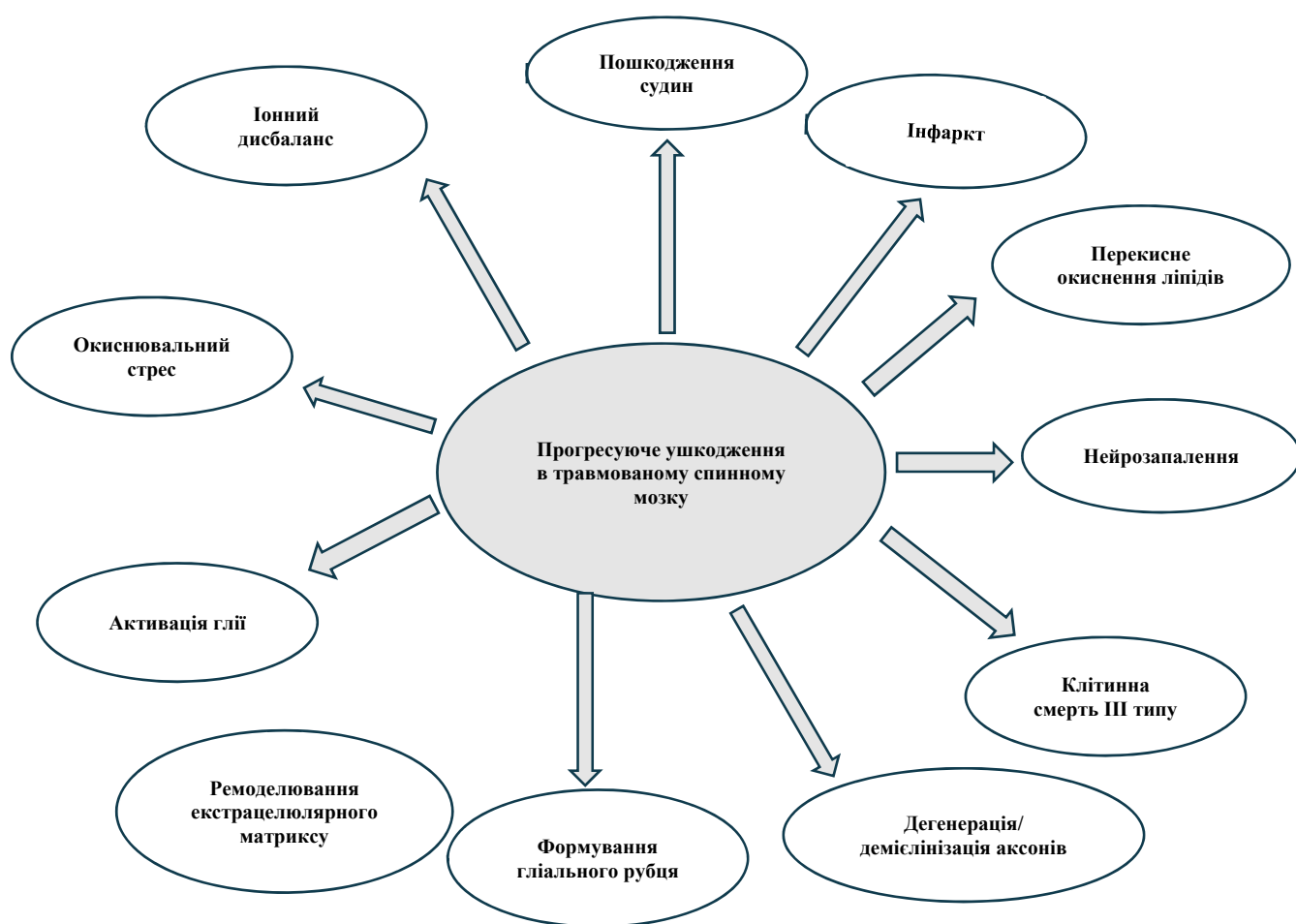


Рис. 4. Кластерна схема процесів вторинного ушкодження після ТСМ

Продемонстрована схема зображує ключові патофізіологічні події, які відбуваються після первинної травми та призводять до прогресуючої дегенерації тканин. Судинні порушення та ішемія відбуваються відразу після первинного пошкодження, що ініціює активацію глії, нейрозапалення та окиснювальний стрес. Ці гострі зміни призводять до загибелі клітин, пошкодження аксонів, ремоделювання матриксу та утворення гліального рубця. Передбачається, що оточення рубцем ділянок некрозу пригнічує

прогресування ушкодження в тканинах спинного мозку, але при цьому одночасно стає структурним бар'єром зі щільних клітинних елементів на шляху потенційних регенеративних процесів [11]. Вторинна травма має гостру, підгостру та хронічну фази. Гостра фаза починається одразу після травматизації тканин і включає пошкодження судин, іонний дисбаланс, накопичення нейромедіаторів (ексайтотоксичність), утворення вільних радикалів, збільшення рівня іонів кальцію, перекисне окиснення ліпідів, запалення,

набряк і некроз [9, 10]. У міру прогресування ушкодження починається підгостра фаза травматизації, яка включає апоптоз, демієлінізацію вцілілих аксонів, валлерівську дегенерацію, відмирання аксонів, ремоделювання матриці та розвиток гліального рубця навколо місця ушкодження (рис. 5). Подальші зміни відбуваються в хронічній фазі пошкодження, включаючи утворення кістозної порожнини, прогресуюче

відмирання аксонів і дозрівання гліального рубця [10]. Гостро астроцитарний гліальний рубець обмежує поширення нейрозапалення від місця ураження до здорової тканини [11]. Однак утворення зрілого довготривалого гліального рубця та активація матричних протеогліканів хондроїтинсульфату пригнічує регенерацію/проростання аксонів і диференціацію клітин у підгострій та хронічній фазах.

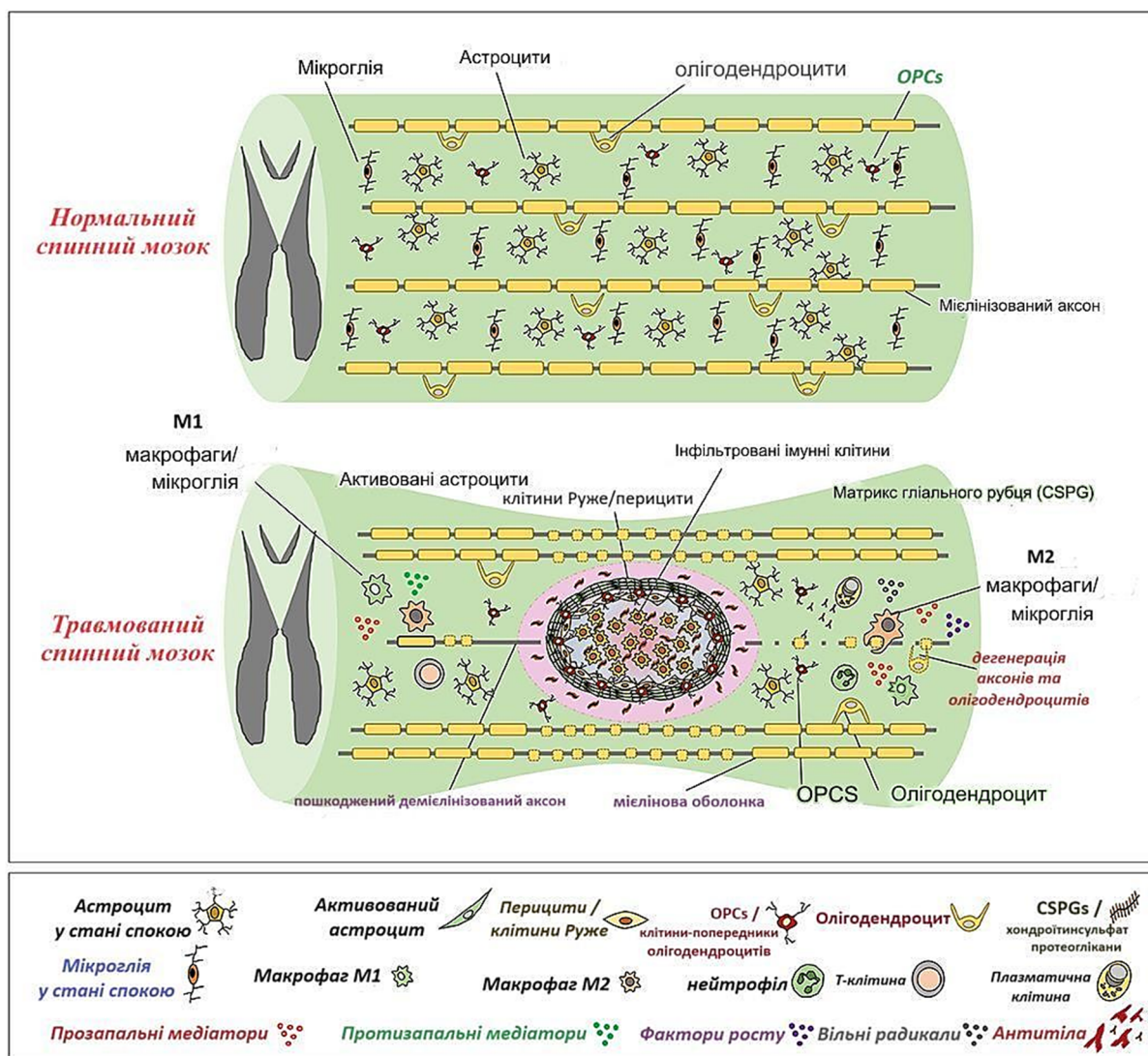


Рис. 5. Схематичне зображення патофізіології травматичного ушкодження спинного мозку

Таким чином, основною функцією гліального рубця є захист тканин спинного мозку від подальшого пошкодження шляхом ізоляції ураженої ділянки, що перешкоджає поширенню запалення та вторинного некрозу. Однак ця ж структура створює фізичний і біохімічний бар'єр для регенерації аксонів, що значно ускладнює функціональне відновлення й подальшу реабілітацію пацієнтів, що отримали травму спинного мозку.

Результати наших досліджень свідчать, що вибухові та мінно-вибухові травми найчастіше уражають крижовий і поперековий відділ хребта, вогнепальні поранення частіше уражають шийний та грудний відділи. Наведений розподіл травм спинного мозку в подальшому визначає ранжування клініки в пацієнтів. Дослідження робіт щодо патофізіологічних особливостей травматичного ушкодження спинного мозку дає

чітке уявлення про феномен гліального рубця, який визначає складність і тривалість подальшого функціонального відновлення.

На другому етапі дослідження для створення профілів відновлення використовувалися дані неврологічного статусу пацієнтів на базі неврологічного, травматологічного та реабілітаційного відділень. Шкала незалежності спинного мозку оцінювалась за 100-бальною шкалою (самообслуговування: 0-20; управління диханням та сфінктерами: 0-40; оцінка моторики верхніх та нижніх кінцівок: 0-40) [14]. Для аналізу було відібрано у випадковий спосіб 100 історій хвороб, типологічно згрупованих у дві вибірки: параплегічна когорта n=50, тетраплегічна когорта n=50. Надалі пацієнти кожної когорти були об'єднані в однорідні групи за класом травми спинного мозку методом структурного групування, широко застосовуваним у подібних дослідженнях [14].

Для ранжування пацієнтів застосовувався міжнародний стандарт неврологічної класифікації травм спинного мозку – American Spinal Injury Association (ASIA). Згідно зі шкалою порушень

ASIA – AIS (ASIA Impairment Scale), виділяють п'ять класів травм спинного мозку: А – повна травма спинного мозку (відсутня чутлива та моторна функція нижче травмованої ділянки); В – неповне сенсорне та повне моторне ураження на рівні S4-5 (жодна моторна функція не збережена більше ніж на три рівні нижче моторного рівня з обох сторін тіла); С – неповне моторне ураження і менше половини ключових м'язів, що функціонують нижче одного неврологічного рівня ураження (НРУ) і мають м'язову силу ≥ 3 (моторна функція збережена в найбільш каудальних крижових сегментах для довільного анального скорочення або пацієнт відповідає критеріям сенсорного неповного пошкодження і має деяке збереження моторної функції більше ніж на три рівні нижче іпсилатерального моторного рівня з обох сторін тіла (включаючи функції ключових або неключових м'язів, що визначають статус неповного ураження)); D – неповне моторне ураження (половина або більше ключових м'язів, що функціонують нижче одного НРУ, мають м'язову силу ≥ 3); E – норма.

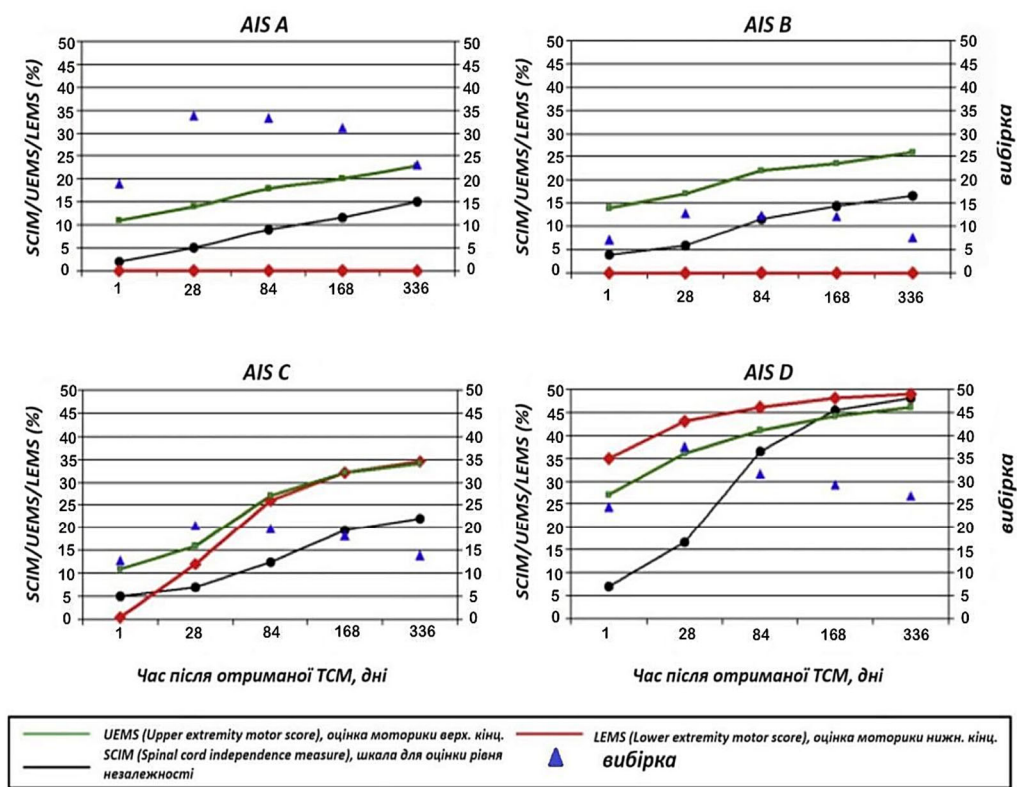


Рис. 6. Профілі відновлення за перший рік, представлені нормалізованою медіаною UEMS (upper extremity motor score, оцінка моторики верхньої кінцівки), LEMS (lower extremity motor score, оцінка моторики нижньої кінцівки) і SCIM (spinal cord independence measure, шкала для оцінювання рівня незалежності) тетраплегічної когорти з початковим неврологічним рівнем C1-C8, згруповані за AIS-класом. Кількість пацієнтів подано у вигляді трикутників з відповідною ординатою в правій частині кожного графіка

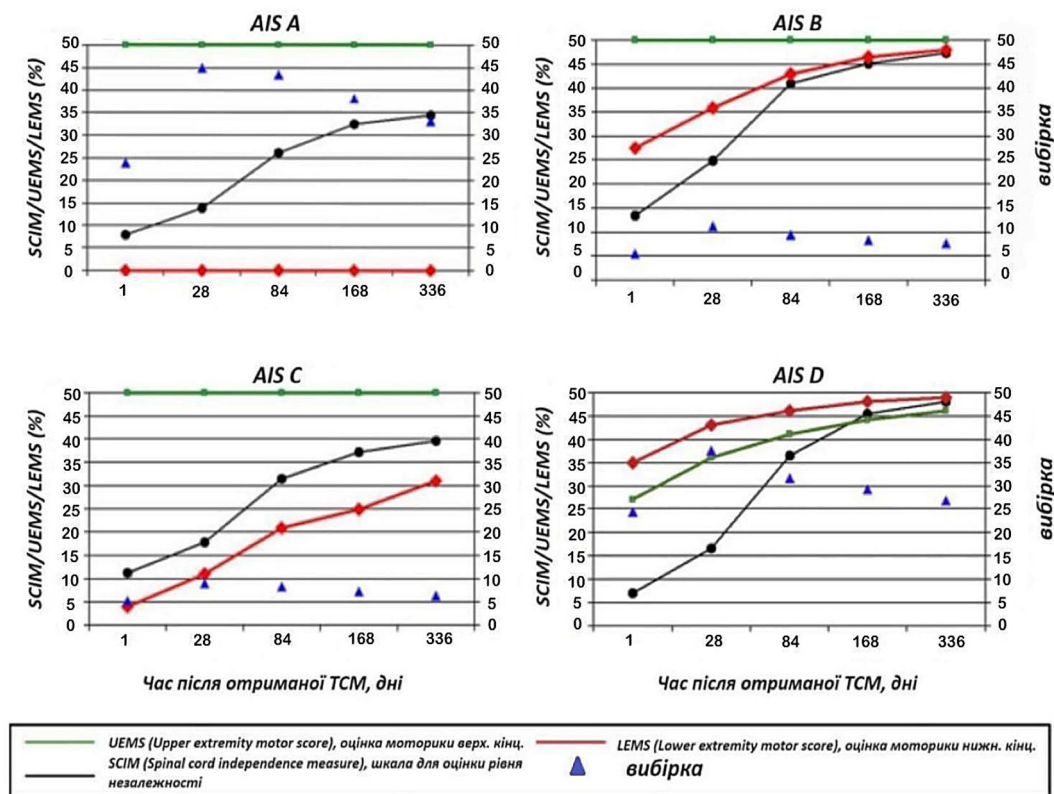


Рис. 7. Профілі відновлення за перший рік, представлені нормалізованою медіаною UEMS, LEMS і SCIM паралегічної когорти з неврологічним рівнем T1–T12, згруповані за початковим AIS-класом

Таким чином, аналіз клінічних досліджень показав, що лише 30,2% когорти із травмою спинного мозку AIS A перейшли на AIS B (17,3%), AIS C (5,8%) або AIS D (7,2%) протягом першого року після отримання травми, тоді як 76,7% пацієнтів з AIS B або AIS C мали сприятливу реабілітацію з неврологічним покращенням ступеня тяжкості ТСМ (хоча 7% мали значне неврологічне погіршення), і лише 8,5% пацієнтів з AIS D перейшли на AIS E (рис. 6, 7). У хронічній стадії ТСМ (>12 місяців після травми) неврологічне відновлення було дуже обмежене, і наявні порушення залишалися перманентно в більшості випадків, що збігається з результатами відомих робіт [14].

Узагальнення та аналіз отриманих результатів і їх зіставлення з аналогічними даними інших науковців дозволяють надати повну характеристику травм спинного мозку, а також виокремити провідні фактори, від яких залежить неврологічне відновлення після отриманої травми.

Важливо зауважити, що чим більший час від моменту отримання травми до проведеного оперативного втручання, тим гірша неврологічна реабілітація. Відомо, що бойові високоенергетичні ураження спричиняють тяжкі множинні поранення опорно-рухового апарату, м'яких

тканин та внутрішніх органів, що супроводжуються масивною кровотечею, а також розвитком шоківих станів, і потребують невідкладної медичної допомоги [13]. У структурі пошкоджень при бойових травмах більшість поранених потребує від 2 до 6 оперативних втручань [13]. У той же час гліальний рубець та вторинна травма, що прогресують у цей момент, значно обмежують природне відновлення спинного мозку, тому сучасна реабілітація повинна включати комплексні підходи до нейропротекції та стимуляції нейропластичності [9, 11]. Тому повнота та точність діагностичних та лікувальних заходів є надважливими. За наявності ознак контузійного ушкодження спинного мозку магнітно-резонансна томографія є обов'язковим діагностичним методом навіть за відсутності чи наявності мінімальних, біомеханічно незначущих змін кісткових структур, які супроводжуються неврологічною симптоматикою [12]. У разі неможливості виконання обстеження через наявність сторонніх металевих тіл як альтернативу слід розглянути спіральну комп'ютерну томографію (мієлографію).

Згідно з клінічними спостереженнями, а також аналізом фундаментальних робіт, широка

ламінектомія з фасетектомією є оптимальною хірургічною тактикою [12]. Це оперативне втручання дає змогу виконати адекватну ревізію епідурального та субдурального простору й за рахунок виявлення та видалення чинників компресії створити найкращі умови для регресу неврологічної симптоматики [12].

Також одним з важливих показників функціонального відновлення є визначення того, чи була травма неповною чи повною. Із плином часу в пацієнтів з ТСМ спостерігалось деяке спонтанне відновлення рухових і сенсорних функцій. Переважно функціональне відновлення відбувається протягом перших 3 місяців і в більшості випадків досягає плато через 9 місяців після травми [10]. Однак додаткове відновлення може відбутися протягом 12-18 місяців після травми [10].

Таким чином, довгострокові результати ТСМ тісно пов'язані не тільки з рівнем травми, тяжкістю первинної травми, а й із прогресуванням вторинної травми, коректною тактикою лікування та якістю реабілітаційних заходів.

Необхідно зазначити, що відновлення функції руки та кисті оцінюється як найважливіший маркер реабілітації для осіб з тетраплегією, тоді як відновлення ерекtilьної функції має найвищий пріоритет для когорти з параплегією [14]. Поліпшення функції сечового міхура та кишечника має однакове значення для обох категорій.

Якість життя для будь-якого пацієнта є складним і суб'єктивним питанням. Однак її правильна оцінка набуває особливого значення для пацієнтів із травмою спинного мозку, оскільки на сьогодні не існує постійного лікування для відновлення паралізованих функцій. Окрім моторного дефіциту, пацієнти стикаються із серйозними порушеннями роботи сечового міхура, кишечника, серцево-судинної, дихальної, чутливої та ерекtilьної функцій, які вони прагнуть відновити.

Втрата функції верхньої кінцівки значно обмежує автономність пацієнтів з тетраплегією, роблячи їх повністю залежними від сторонньої допомоги. Це підтверджується дослідженнями, згідно з якими відновлення функції руки та кисті є найважливішим пріоритетом для осіб з тетраплегією [14], що також узгоджується з результатами нашого дослідження. Відновлення здатності до самостійного пересування було визначено як основний пріоритет серед пацієнтів з параплегією та другий за значущістю серед па-

цієнтів з тетраплегією після відновлення функції верхніх кінцівок.

Дослідження демонструє переваги пацієнтів із ТСМ щодо важливості відновлення функцій для покращення їх функціонального стану. Крім того, те, що може бути пріоритетним для одного пацієнта, може мати іншу цінність для іншого пацієнта, навіть якщо вони мають подібний ступінь травми. Таким чином, зауважимо, що кожен пацієнт із травмою спинного мозку індивідуальний.

ВИСНОВКИ

1. У контексті генезу бойових травм спинного мозку найбільшу частку займають вибухові, мінно-вибухові травми, а також вогнепальні поранення.

2. Вибухові та мінно-вибухові травми найчастіше уражають крижовий і поперековий відділ хребта відповідно до механізму отримання травми.

3. Вогнепальні поранення частіше уражають шийний та грудний відділи, і в подальшому визначають ранжування клініки в пацієнтів.

4. Відмінності в рівні та тяжкості травми мають очевидні наслідки з точки зору неврологічного та функціонального відновлення в усьому спектрі з найменш сприятливим прогнозом серед пацієнтів з тетраплегією з повною травмою (тип А) та найбільш сприятливим прогнозом серед пацієнтів з параплегією з травмою типу D, згідно з міжнародним стандартом неврологічної класифікації травми спинного мозку.

5. Важливо зазначити, що позитивна динаміка в післяопераційному періоді і значний регрес неврологічного дефіциту корелює з рядом чинників (обставини евакуації пацієнта, час з моменту отримання травми до госпіталізації, злагоджена й кваліфікована робота на всіх етапах лікування пацієнта), що дає змогу значно поліпшити результат лікування.

Внесок авторів:

Артеменко В.О. – концептуалізація, методологія, дослідження, написання – початковий проєкт, формальний аналіз;

Маціпура М.М. – методологія, ресурси, курація даних, написання – рецензування та редагування, адміністрування проєкту, знаходження фінансової підтримки;

Сазонова С.О. – перевірка, візуалізація, рецензування та редагування.

Фінансування. Дослідження не має зовнішніх джерел фінансування.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

REFERENCES

1. Furlan JC, Gulasingam S, Craven BC. Epidemiology of War-Related Spinal Cord Injury Among Combatants: A Systematic Review. *Global Spine Journal*. 2019;9(5):545-58. doi: <https://doi.org/10.1177/2192568218776914>
2. Fathe MA, Farhat F, Karim SK, Moalla W. Spinal Cord Injuries in Iraq: A Teleassessment Survey of the Survivors from 2017 to 2018 Islamic State of Iraq and Syria War. *Telemedicine Journal and E-health*. 2024;30(7):2059-71. doi: <https://doi.org/10.1089/tmj.2024.0037>
3. Schoenfeld AJ, Dunn JC, Belmont PJ. Pelvic, spinal and extremity wounds among combat-specific personnel serving in Iraq and Afghanistan (2003-2011): A new paradigm in military musculoskeletal medicine. *Injury*. 2013;44(12):1866-70. doi: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2013.08.001>
4. Rahimi-Movaghar V, Sayyah MK, Akbari H, Khorramirouz R, Rasouli MR, Moradi-Lakeh M, et al. Epidemiology of traumatic spinal cord injury in developing countries: a systematic review. *Neuroepidemiology*. 2013;41(2):65-85. doi: <https://doi.org/10.1159/000350710>
5. Adebuseye FT, Wireko AA, Wellington J, Debrah AF, Tenkorang PO, AbdulRahman T, et al. Management gaps of traumatic spinal cord injuries in war-torn low and middle-income nations: why has this massive problem garnered little attention? Editorial. *International Journal of Surgery*. 2023;109(3):239-41. doi: <https://doi.org/10.1097/JS9.0000000000000218>
6. Khomenko IP, Korol SO, Khalik SV, Shapovalov VY, Yenin RV, Gerasimenko OS, et al. Clinical and epidemiological analysis of the structure of combat surgical trauma during the anti-terrorist operation/operation of the United Forces in the east of Ukraine. *UJMM*. 2020;2(2):5-13. doi: [https://doi.org/10.46847/ujmm.2021.2\(2\)-005](https://doi.org/10.46847/ujmm.2021.2(2)-005)
7. Shvets AV, Horishna OV, Deputat YM, Rychka OV, Zhaldak AY, Kikh AY. Prognostic assessment of the need for medical rehabilitation among military officers of the Armed Forces of Ukraine based on the structure of their combat trauma. *Ukrainian Journal of Military Medicine*. 2022;3(3):110-7. doi: [https://doi.org/10.46847/ujmm.2022.3\(3\)106-110](https://doi.org/10.46847/ujmm.2022.3(3)106-110)
8. Reginald AA. Surgery of experimental lesion of spinal cord equivalent to crush injury of fracture dislocation of spinal column: a preliminary report. *JAMA*. 1911;57(11):878-80. doi: <https://doi.org/10.1001/jama.1911.04260090100008>
9. Alizadeh A, Dyck SM, Karimi-Abdolrezaee S. Traumatic Spinal Cord Injury: An Overview of Pathophysiology, Models and Acute Injury Mechanisms. *Front Neurol*. 2019;10(282):1-25. doi: <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00282>
10. Fehlings MA, Boakye M, Rossignol S, Ditunno JF, Anthony S. *Burns Essentials of Spinal Cord Injury Basic Research to Clinical Practice*. Acta Neurochirurgica. 2013;155(5):949-50. doi: <https://doi.org/10.1007/s00701-013-1654-8>
11. Shafqat A, Albalkhi I, Magableh HM, Saleh T, Alkattan K, Yaqinuddin A. Tackling the glial scar in spinal cord regeneration: new discoveries and future directions. *Frontiers in Cellular Neuroscience*. 2023;17(2):1-24. doi: <https://doi.org/10.3389/fncel.2023.1180825>
12. Nekhlopochny OS, Verbov VV, Tsymbaliuk IV, Cheshuk IV, Vorodi MV. Contusion Spine Injury in the Thoracolumbar Junction Region. *Terra orthopaedica*. 2023;2(117):32-9. doi: <https://doi.org/10.37647/2786-7595-2023-117-2-32-39>
13. Denysiuk MV, Dubrov CO, Chernyaev SV, Sereda SO, Zaikin YM. The structure of traumatic injuries and the experience of treating the wounded as a result of hostilities in the first days of Russia's attack on Ukraine. *Pain, anaesthesia and intensive care*. 2022;1(98):7-12. doi: [https://doi.org/10.25284/2519-2078.1\(98\).2022.256092](https://doi.org/10.25284/2519-2078.1(98).2022.256092)
14. Agarwal P, Mishra AN, Sudesh W, Prachir M, Dhananjaya S. Priorities of desired functional recovery in Indian spinal cord injury patients. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*. 2020;11(5):896-9. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2019.08.001>
15. Mishra P, Pandey CM, Singh U, Keshri A, Sabarretnam M. Selection of appropriate statistical methods for data analysis. *Annals of Cardiac Anaesthesia*. 2019;22(3):297-301. doi: https://doi.org/10.4103/aca.ACA_248_18

Стаття надійшла до редакції 07.11.2024;
затверджена до публікації 07.02.2025

