

УДК 615.825:616.001

Аліна ЛИТВИНЧУК

аспірант кафедри біобезпеки і здоров'я людини, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», просп. Берестейський, 37, м. Київ, Україна, 03056 (lytyulina@gmail.com)

ORCID: 0009-0001-6369-317X

Юлія АНТОНОВА-РАФІ

кандидат технічних наук, доцент кафедри біобезпеки і здоров'я людини, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», просп. Берестейський, 37, м. Київ, Україна, 03056 (antonova-rafi@ukr.net)

ORCID: 0000-0002-9518-4492

DOI 10.32782/2522-9680-2023-3-56

Бібліографічний опис статті: Литвинчук А., Антонова-Рафі Ю. (2023). Порівняння методів обстеження військових у разі компресійного перелому хребта. *Фітотерапія. Часопис*, 3, 56–62, doi: 10.32782/2522-9680-2023-3-56

ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ ОБСТЕЖЕННЯ ВІЙСЬКОВИХ У РАЗІ КОМПРЕСІЙНОГО ПЕРЕЛОМУ ХРЕБТА

Актуальність. Разом із війною постало питання реабілітації наших військових. Також вона виявила необхідність розроблення швидких та ефективних методів обстеження військових і поставила фізичних терапевтів у ситуацію швидкої роботи. Тому що завдання, яке бажано виконувати два-три місяці, з військовими треба робити дуже швидко, і щоб це дало свої результати, причому гарні. Діагностика компресійного перелому у військових вимагає швидкого і точного виявлення пошкодження для забезпечення необхідної медичної допомоги. Оскільки в поточному конфлікті велика кількість постраждалих військових від вибухових травм, ми зосереджуємо увагу саме на компресійних переломах та методах обстеження військових для виявлення таких травм. Виявлення найефективнішого методу діагностики може включати в себе використання різних обладнань і технік. Однак який саме метод уважатиметься найефективнішим, може залежати від багатьох чинників, таких як доступні ресурси, обмеження на місці події та конкретні потреби пацієнта.

Мета дослідження – виявити найефективніший метод діагностики компресійного перелому у військових.

Матеріал і методи. Компресійні переломи хребта є серйозними ушкодженнями, які виникають при здавлюванні хребта і можуть мати важкі наслідки для військових осіб. Дослідження у цій сфері здійснюються з метою поліпшення діагностики, лікування та реабілітації пацієнтів. Дослідження здійснювалося на основі вже готових заключень та знімків військових на базі реабілітаційного центру «СПИНА+». Порівнювались якість, швидкість та інформативність.

Результати дослідження. За результатами теоретичного дослідження виявилось, що мультиспіральна комп'ютерна томографія (МСКТ) показала себе як найкращий метод обстеження, проте мінусами є вартість та нерозповсюдженість по Україні даного методу, тому нами запропоновано магнітно-резонансну томографію (МРТ) у цілому як достатній метод для ретельного обстеження і виявлення компресійних переломів у військових.

Висновок. Експериментально перевірено дані методи та запропоновано найкращий у сучасних умовах України.

Ключові слова: алгоритм реабілітаційного обстеження, компресійний перелом, рентген, комп'ютерна томографія, магнітно-резонансна томографія, мультиспіральна комп'ютерна томографія.

Alina LYTVYNCHUK

Postgraduate at the Department of Biosafety and Human Health, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Beresteiskyyi ave., 37, Kyiv, Ukraine, 03056 (lytyulina@gmail.com)

ORCID: 0009-0001-6369-317X

Yulia ANTONOVA-RAFI

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Biosafety and Human Health, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Beresteiskyyi ave., 37, Kyiv, Ukraine, 03056 (antonova-rafi@ukr.net)

ORCID: 0000-0002-9518-4492

DOI 10.32782/2522-9680-2023-3-56

To cite this article: Lytvynchuk A., Antonova-Rafi Yu. (2023). Porivniannia metodiv obstezhennia viiskovykh u razi kompresiihnoho perelomu khrebtu [Comparison of methods of examination of military for compression fracture of the spine]. *Fitoterapiia. Chasopys – Phytotherapy. Journal*, 3, 56–62, doi: 10.32782/2522-9680-2023-3-56

COMPARISON OF METHODS OF EXAMINATION OF MILITARY FOR COMPRESSION FRACTURE OF THE SPINE

Introduction. The issue of our military personnel rehabilitation arose along with the war. It also identified the need to develop fast and effective methods of examination of the military and put physical therapists in a situation of fast work and immediate reaction. We need to understand that in nowadays reality the task, which should preferably be completed in 2-3 months, with the military, must be done very quickly, and the results should be very positive. Diagnosing a compression fracture in the military requires quick and accurate damage detection to provide the necessary medical care. Because of the large number of military personnel affected by blast injuries in the current conflict, we focus our attention specifically on compression fractures and methods of military examination for such injuries.

Identifying the most effective method of diagnosis may involve the use of various equipment and techniques. However, which method is considered the most effective may depend on many factors, such as: available resources, on-scene limitations, and the specific needs of the patient.

The aim of the article is to identify the most effective method of diagnosing a compression fracture in military personnel.

Materials and methods. Spinal compression fractures are serious injuries that occur when the spine is compressed and can have severe consequences for military personnel. Research in this area is carried out with the aim of improving diagnosis, treatment and rehabilitation of patients. The research was carried out based on ready-made conclusions and X-ray pictures of the military in the rehabilitation centre "Spine+". We have compared quality, speed and informativeness.

Results and discussion. According to the results of the theoretical research, it turned out that multispiral computer tomography (MSCT) proved to be the best method of examination, however, the disadvantages are the cost and the lack of distribution of this method in Ukraine, therefore we proposed magnetic resonance imaging (MRI) as a sufficient method for a thorough examination and detection of compression fractures in military personnel.

Conclusions. These methods have been tested experimentally. The best one has been proposed in Ukrainian reality as of now.

Key words: rehabilitation examination algorithm, compression fracture, X-ray, computer tomography, magnetic resonance imaging, multispiral computer tomography.

Вступ. Актуальність. Компресійні переломи хребта можуть виникати внаслідок побутових, спортивних травм, падінь, нещасних випадків або бойових травм (Moskalenko, Bulax, Puzanova, 2014; Muxin, 2015).

Компресійні переломи уражають багатьох людей у всьому світі. За оцінками, у США щороку відбувається 1,5 млн компресійних переломів хребців. Вони поширені серед людей похилого віку, оскільки 25% жінок у постменопаузі протягом життя страждають від компресійних переломів. Хоча ці переломи рідко вимагають госпіталізації, вони потенційно можуть спричинити значну інвалідність і захворюваність, часто викликаючи непрацездатний біль у спині протягом багатьох місяців (Eardley, Bonner, Gibb, Clasper, 2012; Vakulenko, Klapchuk, Vakulenko, 2019).

Нині в Україні зросла кількість військових, які ведуть активні бойові дії, але війна триває з 2014 р. Тому фізичні терапевти на практиці мають величезний обсяг роботи. На жаль, існує висока частота переломів поперекового відділу хребта, які частіше виникають унаслідок вибуху, ніж вогнепального поранення ($p < 0,05$). Дві третини переломів грудо-позвонокового відділу хребта, спричинених вибуховими пристроями, є нестабільними і мають переважно розривні переломи за конфігурацією. 60% хворих із переломами хребта мають політравми (Badiuk, 2007; Badiuk, Sereda, Mykyta, Kovyda, Zhupan, 2016; Dzyak, Sal'kov, Zorin, Titov, 2015; Loskutov, Kondrashov, Naumenko, Gulaj, 2003). Травми хребта,

спричинені вибуховими пристроями, призводять до великої кількості компресійних переломів, більшої, ніж інші способи пошкодження хребта, які ми спостерігаємо під час поранень у ході сучасної війни (Denysiuk, Dubrov, Cherniaiev, Sereda, Zaikin, 2022; Gaida, Badyuk, Sushko, 2018).

Під час удару на хребет тиск на тіло хребця збільшується, що може призвести до його здавлення або зниження висоти. Як наслідок, можуть виникнути ущільнення тіла хребця, зміщення його фрагментів, порушення цілісності м'яких тканин, які оточують хребет. Патогенез компресійних переломів хребта полягає у пошкодженні хребців та м'яких тканин, які оточують хребет, унаслідок впливу на них зовнішньої сили (Muzy'ka, Gry'n'kiv, Kucery'b, 2014; Kucery'b, Muzy'ka, 2019). Під час удару на хребет тиск на тіло хребця збільшується, що може привести до його здавлення або зниження висоти. Як наслідок, можуть виникнути ущільнення тіла хребця, зміщення його фрагментів, порушення цілісності м'яких тканин, які оточують хребет (Gry'n'kiv, Kucery'b, Kras', Mayev's'ka, Muzy'ka, 2019; Kruk, 2019).

Компресійні переломи хребта у військових є серйозними пошкодженнями, які виникають унаслідок стиснення хребта. Вони виникають, коли на хребет діє значна сила стиснення, наприклад за мінно-вибухової травми (Eardley, Bonner, Gibb, Clasper, 2012; Kry'lyuk, Gur'yev, Gudy'ma, 2017). Це призводить до пошкодження хребців і стиснення м'яких тканин, таких як м'язи, сухожилля та судини:

1. **Компресія хребців:** сила стиснення призводить до зменшення вертикальної висоти хребців. Це може спричинити зміщення хребців, їх зміну форми або навіть злам.

2. **Пошкодження м'яких тканин:** компресійні переломи супроводжуються пошкодженням м'яких тканин, таких як м'язи, сухожилля та судини, які оточують хребет. Це може призвести до кровотечі, струсу та розладів кровообігу.

3. **Неврологічні ускладнення:** компресійні переломи хребта можуть призводити до пошкодження спинного мозку або нервових корінців, які знаходяться у хребті. Це може призвести до розвитку паралічу, втрати чутливості та інших неврологічних дефіцитів.

4. **Запалення та остеопороз:** компресійні переломи хребта можуть спричинити запалення навколо ушкоджених хребців. Окрім того, унаслідок перелому може розвинутися остеопороз, зменшуючи міцність хребців (Badiuk, Sereda, Mykyta, Kovyda, Zhupan, 2016; Denysiuk, Dubrov, Cherniaiev, Sereda, Zaikin, 2022; Gaida, Badyuk, Sushko, 2018).

У разі компресійних переломів хребта у військових може також відбуватися розвиток патологічних процесів у мозку, таких як контузія, забій мозку або крововилив. Це може відбуватися через те, що тиск на хребет може призводити до пошкодження кровоносних судин, які живлять мозок, та викликати порушення кровообігу в цьому органі. У разі компресійного перелому хребта у військових необхідне негайне медичне втручання та проведення комплексного лікування, яке може включати хірургічну корекцію пошкоджень тіла хребця, а також реабілітацію для відновлення рухливості та функцій організму (Dzyak, Sal'kov, Zorin, Titov, 2015; Eardley, Bonner, Gibb, Claspe, 2012; Loskutov, Kondrashov, Naumenko, Gulaj, 2003). Біомеханіка теж може допомогти військовим, які потребують лікування через травму або пошкодження, повернутися до нормального життя, підвищуючи їхні можливості для відновлення рухливості та фізичної активності (Mu'sula, Vakulenko, Shved et al., 2005; Pashko, Popovych, Lotocz'ka et al., 2019).

Тому, урахувавши вищенаведений матеріал, ми вважаємо, що тема є актуальною та своєчасною.

Мета дослідження – виявити найефективніший метод діагностики компресійного перелому у військових.

Матеріали та методи дослідження. Алгоритм реабілітаційного обстеження при компресійному переломі хребта, як правило, включає комплексну оцінку для визначення ступеня ушкодження, визначення

відповідних методів лікування та керівництва процесом реабілітації (Gercy'k, Tu'ravs'ka, 2016; Gercy'k, Tu'ravs'ka, Borecz'ky'j, 2016; Svistel'ny'k, 2015).

Надаємо загальний огляд ключових елементів.

1. **Початкова оцінка.** Медичний фахівець оцінює вашу медичну історію, включаючи будь-які симптоми, останні травми або супутні захворювання, які можуть сприяти компресійним переломам. Він також проведе фізичний огляд для оцінки вашого діапазону рухів, м'язової сили та стабільності, рівня болю та неврологічні функції (Airaksinen, Brox, Cedraschietal, 2006; Spurrier, Gibb, Masouros, Clasper, 2016).

2. **Обстеження з використанням зображень** (Vakulenko, Klapchuk, Vakulenko, 2019; Moskalenko, Bulax, Puzanova, 2014; Muxin, 2015). Для підтвердження діагнозу компресійного перелому та визначення його важкості можуть призначитися обстеження з використанням зображень:

– рентген – зазвичай використовується як початковий метод візуалізації для оцінки підозрюваних переломів хребта. Вони можуть надати цінну інформацію про вирівнювання, стабільність і структурну цілісність хребта. При компресійних переломах цей метод є достатньо інформативним, але він не покаже травмованість м'яких тканин. Рентген показав себе як найпопулярніший метод (рис. 1);

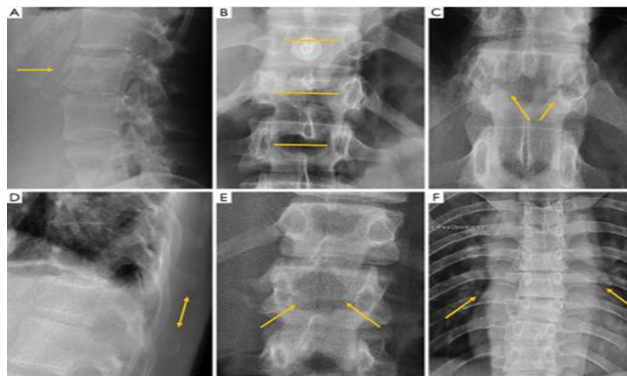


Рис. 1. Рентгенівський знімок компресійного перелому хребта

– комп'ютерна томографія (КТ) – можна замовити для отримання більш детальних зображень хребта. Цей метод візуалізації дає зображення поперечного перерізу та може допомогти визначити ступінь і місце перелому, а також оцінити стабільність хребта;

– магнітно-резонансна томографія (МРТ) – використовує магнітні поля та радіохвилі для створення детальних зображень м'яких тканин, включаючи спинний мозок і нервові корінці. МРТ особливо корисна для виявлення компресії спинного мозку,

пошкоджень нервів або пов'язаних із ними пошкоджень м'яких тканин. Сканування кісток: у деяких випадках військові медичні працівники можуть рекомендувати сканування кісток, щоб виявити додаткові переломи або оцінити загальний стан кісток. Сканування кісток передбачає уведення невеликої кількості радіоактивного матеріалу у кровоток, який накопичується у місцях посиленого обміну або загоєння кісткової тканини (рис. 2);



Рис. 2. Знімок МРТ компресійного перелому хребта

– електроміографія (ЕМГ) і дослідження нервової провідності (NCS). Ці тести можуть бути використані для оцінки функції нерву та визначення наявності будь-якого пошкодження або зіткнення нерву, пов'язаного з компресійним переломом. Інші спеціалізовані тести: залежно від тяжкості та складності компресійного перелому можуть бути розглянуті додаткові тести, такі як дискографія (для оцінки аномалій міжхребцевих дисків) або мієлографія (для оцінки спинного мозку та нервових корінців);

– багатоспіральна комп'ютерна томографія (БСКТ) – найбільш сучасна методика проведення візуального обстеження структурних змін внутрішніх тканин, органів і функціональних систем організму. Відноситься до інструментальної діагностики (рис. 3).



Рис. 3. Знімок хребта БСКТ

Різниця між МРТ та БСКТ полягає у застосуванні різних фізичних явищ. МРТ ґрунтується на власти-

востях магнітного поля та не несе променевого навантаження на організм. БСКТ – на застосуванні рентгеновського випромінювання із застосуванням контрастної речовини. Багатоспіральна діагностика відрізняється меншою тривалістю процедури.

Але всі перелічені методи допомагають візуалізувати перелом, визначити ступінь пошкодження хребта та виявити будь-яке супутнє стиснення спинного мозку або нервових коренів.

3. **Оцінка болю.** Медичний працівник/реабілітолог оцінює рівень болю пацієнта за допомогою стандартизованих шкал болю. Ця оцінка допомагає визначити ступінь болю та його вплив на щоденні активності, які керують стратегіями управління болем під час реабілітації (Gry'n`kiv, Kucery`b, Kras`, Mayevs`ka, Muzy`ka, 2019; Vakulenko, Klapchuk, Vakulenko, 2019).

4. **Функціональна оцінка.** Проводиться комплексна оцінка функціональних можливостей пацієнта для оцінки його рухливості за шкалою Activities of Daily Living (ADL)– оцінка повсякденної життєвої активності та якості життя. Ця оцінка включає оцінку здатності пацієнта сидіти, стояти, ходити, сходити зі сходів, схилитися та виконувати інші функціональні завдання (Pashko, Popovych, Lotocz`ka et al., 2019; Kruk, 2019).

5. **Неврологічна оцінка** (Gry'n`kiv, Kucery`b, Kras`, Mayevs`ka, Muzy`ka, 2019; Svistel`ny`k, 2015). Оскільки компресійні переломи іноді можуть призводити до неврологічних симптомів, проводиться ретельне неврологічне обстеження для оцінки чутливості, сили, рефлексів та координації. Ця оцінка допомагає виявити будь-які ознаки стиснення нервів або ушкодження спинного мозку.

6. **Планування лікування** (Airaksinen, Brox, Cedraschi et al., 2006; Pashko, Popovych, Lotocz`ka et al., 2019; Kruk, 2019). На основі результатів обстежень розробляється персоналізований план лікування. Цей план може включати стратегії управління болем, ліки, корсети, фізичну терапію та модифікації активності. Метою лікування є полегшення болю, сприяння загоєнню, відновлення функції та запобігання ускладненням.

7. **Реабілітаційні втручання** (Gercy`k, Ty`ravs`ka, Borecz`ky`j, 2016; Muxin, 2015; My`sula, Vakulenko, Shved et al., 2005). Конкретні втручання, які використовувалися під час реабілітації, можуть варіюватися залежно від важкості компресійного перелому та індивідуальних чинників пацієнта. Методи лікування можуть включати:

– *управління болем.* Для управління болем можуть бути призначені фармакологічні втручання, такі як

анальгетики, нестероїдні протизапальні препарати (НПЗП) або опіоїди. Додатково можуть використовуватися немедикаментозні підходи, такі як теплова або холодова терапія, транскраніальна електростимуляція нервів (ТЕСН) або акупунктура;

– *корсети*. У деяких випадках може рекомендуватися носіння корсета або ортезу хребта для забезпечення стабільності, зменшення болю та підтримки процесу загоєння. Тип і тривалість корсету залежатимуть від місцезнаходження і важкості перелому;

– *фізична терапія*. Реабілітаційні вправи спрямовані на поліпшення сили, гнучкості, постави та загальної функції. Фізioterapevти можуть проводити пацієнта через низку вправ, включаючи м'яку розтяжку, вправи для зміцнення м'язів та техніки стабілізації корути. Вони також можуть використовувати методи, такі як ультразвук або електрична стимуляція, для полегшення болю і загоєння тканин;

– *модифікація активності*. Пацієнтам може рекомендуватися змінити свої активності, щоб уникнути погіршення перелому. Це може включати тимчасове обмеження деяких рухів, уникання підняття важкого вантажу або високоінтенсивних активностей та правильну механіку тіла під час повсякденних завдань.

8. Перевірка та контроль прогресу (Airaksinen, Brox, Cedraschi et al., 2006; Gry'n'kiv, Kucery'b, Kras', Mayevs'ka, Muzy'ka, 2019; Pashko, Kruk, 2019; Svistel'ny'k, 2015). Регулярно призначаються контрольні візити для моніторингу прогресу пацієнта, коригування плану лікування за потреби та забезпечення оптимального відновлення. Можуть проводитися повторні обстеження з використанням зображень для оцінки загоєння перелому. Окрім того, постійна оцінка рівня болю, функціональних можливостей та неврологічного статусу допомагає відстежувати поліпшення та керувати подальшими втручаннями.

Варто зауважити, що алгоритм реабілітаційного обстеження при компресійному переломі хребта повинен бути адаптований до індивідуальних потреб пацієнта та може включати додаткові або альтернативні етапи залежно від конкретного випадку. Тому важливо проконсультуватися з кваліфікованим медичним фахівцем для отримання точної діагностики та персоналізованого плану лікування.

Результати дослідження та їх обговорення. Компресійний перелом трапляється у 80% військових, але не завжди він виявляється вчасно. Збереження життя і здоров'я військовослужбовців, які беруть участь у повномасштабній війні, є головним завданням керівництва нашої країни. Однак сьогодні відсутня єдина програма комплексної реабілітації.

У системі медичної служби Збройних сил України під реабілітацією розуміють сукупність медичних, військово-професійних, соціально-економічних і педагогічних заходів, спрямованих на відновлення здоров'я, боєздатності (працездатності), порушених або втрачених військовослужбовцем у зв'язку з хворобою або травмою.

Половина успіху швидкої та успішної реабілітації полягає у правильному визначенні діагнозу, який ставиться на основі досліджень. Тому варто порівняти ефективність різних інноваційних та стандартних методів дослідження і вибрати дійсно ефективний при компресійних переломах хребта.

Отже, ми розібрали три основні методи діагностики компресійних переломів у військових. Нижче наведена табл. 1, де у відсотках зазначено якість оцінювання.

Таблиця 1

Порівняльна таблиця методів обстеження

Критерії діагностики	Рентген	MPT	БСКТ
Виявлення перелому	99%	65%	99%
Виявлення причини перелому	1%	70%	75%
Стан суглобу	15%	99%	99%
Стан зв'язок	0%	97%	98%
Спинно-мозковий канал	0%	99%	91%
Новоутворення	60%	93%	95%
Деформація	80%	92%	93%
Супутні захворювання	15%	92%	95%
Запалення	3%	90%	91%
Середнє значення	30,3%	71,2%	89,5%

Як бачимо з даних, наведених у таблиці, компресійний перелом виявляється всіма зазначеними методами, проте інформативніше виявилось БСКТ. Ця інформація потрібна для більш ретельного лікування та реабілітації.

Інноваційний метод діагностики перелому хребта, такий як комп'ютерна томографія або магнітно-резонансна томографія, має деякі переваги порівняно з традиційними методами, такими як рентгенівське обстеження (рентгенографія).

Ось декілька порівняльних характеристик:

1. *Роздільна здатність*: інноваційні методи, такі як СТ або MRI, забезпечують високороздільне зображення структури хребта та околиць. Вони можуть детально візуалізувати переломи, зсуви хребців та ушкодження спинного мозку. Порівняно із цим рентгенівська рентгенографія може бути менш чутливою та не забезпечувати таку саму роздільну здатність.

2. *Тривимірна візуалізація*: інноваційні методи надають можливість отримати тривимірну модель хребта, що дає змогу докладно дослідити розташування

та ступінь пошкодження. Таке тривимірне зображення може бути корисним для планування лікування та оперативних утручань. У традиційних методах, таких як рентгенографія, можлива лише двовимірна візуалізація, що обмежує можливості аналізу.

3. *Діагностика ушкодження спинного мозку*: інноваційні методи, особливо MRI, дають змогу докладно оцінити ушкодження спинного мозку, такі як стиснення або перетискання. Вони можуть виявити наявність ушкодження, які можуть бути незрозумілими або невидимими на рентгенографії. Традиційні методи можуть бути менш чутливими до таких ушкоджень.

Висновки. Будь-яка травма завжди є неприсмною. Особливо це стосується тих травм, які мають наслідки та тягнуть за собою довгий процес реабілітації. Переломи є однією з тих самих травм у військових, які будуть про себе нагадувати та потребують тривалого лікування і реабілітації. Метою реабілітації є ефективно та раннє повернення хворих і людей з обмеженими можливостями до побутових та трудових процесів у суспільство, відновлення можливості реалізації особистих потреб людини. Реабілітація – це відновлення здоров'я, функціонального стану і працездатності, порушених хворобами, травмами або фізичними, хімічними і соціальними чинниками.

Оскільки проблема реабілітації військових зараз найактуальніша в нашій країні, дана тема важлива для поглибленого вивчення. У цій роботі було проведено дослідження з приводу методів дослідження. І воно показало, що всі описані методи виявляють

перелом, проте не всі покажуть розширену детальну інформацію про внутрішній стан пацієнта.

Інноваційні методи дослідження можуть допомогти поліпшити діагностику, лікування та реабілітацію таких травм. Рентгенографія та комп'ютерна томографія залишаються основними методами діагностики компресійних переломів хребта. Однак розвиток нових технологій, таких як магнітно-резонансна томографія і променева термографія, дає змогу отримати більш деталізовані зображення ушкодженого хребта, що сприятиме точнішій діагностиці та плануванню лікування. Використання віртуальної реальності (VR) та доповненої реальності (AR) може бути використано для створення імітаційних моделей хребта та переломів, що дасть змогу лікарям отримати більш глибоке розуміння ушкодження та розробити оптимальну стратегію лікування. Окрім того, ці технології можуть слугувати засобом тренування медичного персоналу для оптимального маніпулювання з ушкодженим хребтом. Робототехніка також може бути використана для розроблення автономних або напіваавтономних систем для виконання хірургічних процедур на хребті. Це може допомогти уникнути похибок, пов'язаних із людським чинником, та забезпечити більшу точність і безпеку в операційній залі.

Нові методи дослідження можуть допомогти виявляти ранні ознаки ушкодження, що дає змогу почати лікування на ранній стадії та покращити прогноз результатів лікування. Використання інноваційних методів дослідження може допомогти зменшити час відновлення та поліпшити якість життя військових.

ЛІТЕРАТУРА

- Airaksinen, O., Brox, J.I., Cedraschi, C., Hildebrandt, J., Klüber-Moffett, J., Kovacs, F... Zanolini, G. (2006). Chapter 4 European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. *Eur Spine J*, 15, 192–300. URL: <https://doi.org/10.1007/s00586-006-1072-1>.
- Badiuk, M.I. (Red.). (2007). *Vijskovo-medychna pidgotovka*. Ky' yiv : MP Lesya. (Ukr)
- Badiuk, M.I., Sereda, I.K., Mykyta, O.O., Kovyda, D.V., Zhupan, B.B. (2016). Optymizatsiia medychnoi dopomohy i viiskovykh pidrozdilakh i chastynakh taktychnoho rivnia Zbroinykh Syl Ukrainy u suchasnykh umovakh. *Zdorovia natsii*, 4/1(41), 13–18. (Ukr)
- Denysiuk, M.V., Dubrov, S.O., Cherniaiev, S.V., Sereda, S.O., Zaikin, Y.M. (2022). Structure of traumatic injuries and experience in the treatment of the wounded patients, as a result of hostilities in the first days of russia's attack on Ukraine. *PAIN, ANAESTHESIA & INTENSIVE CARE*, 1(98), 7–12. URL: [https://doi.org/10.25284/2519-2078.1\(98\).2022.256092](https://doi.org/10.25284/2519-2078.1(98).2022.256092). (Ukr)
- Dzyak, L.A., Sal'kov, M.M., Zorin, M.O., Titov, G.I. (2015). Aktual'ni py'tannya organizatsiyi nadannya medychnoyi dopomogy, diagnostyky ta likuvannya bojovoyi xrebetnoyi ta xrebetno-spy'nnomozkovoyi travmy. *Ukrayins'kyj nejroxirurgichnyj zhurnal*, 1, 30–34. (Ukr)
- Eardley, W.G.P., Bonner, T.J., Gibb, I.E., Clasper, J.C. (2012). Spinal fractures in current military deployments. *J R Army Med Corps*, 158(2), 101–105. URL: <https://doi.org/10.1136/jramc-158-02-06>.
- Gaida, I.M., Badyuk, M.I., Sushko Yu.I. (2018). Peculiarities of structure and current of modern combat trauma among servicemen of the Armed Forces of Ukraine. *Pathologia*, 15 (1), 73–76. URL: <https://doi.org/10.14739/2310-1237.2018.1.129329>. (Ukr)
- Gercy'k, A., Ty'ravs'ka, O. (2016). Paciyent yak pidys'tema fizy'chnoyi rehabilitatsiyi pry' porushennyax diyal'nosti oporno-ruxovogo aparatu. *Sporty'vna nauka Ukrainy*, 3(73), 32–41. (Ukr)
- Gercy'k, A., Ty'ravs'ka, O., Borecz'ky'j, Yu. (2016). Informacijnyj opy's sy'stemy' fizy'chnoyi rehabilitatsiyi pry' porushennyax diyal'nosti oporno-ruxovogo aparatu. *Fizy'chna akty'vnist', zdorov'ya i sport*, 2(24), 54–62. (Ukr)
- Gry'n'kiv, M., Kucery'b, T., Kras', S., Mayevs'ka, S., Muzy'ka, F. (2019). *Medyko-biologichni osnovy' fizy'chnoyi terapiyi, ergoterapiyi («Normal'na anatomiya» ta «Normal'na fiziologiya») : navch. posib*. L'viv : LDUFK. (Ukr)
- Kruk, B.R. (2019). *Reabilitacijna kartka obstezhennya osib zurazhennyamxrebtatasy'nnogo mozku : dodatok dolekciy*. L'viv. (Ukr)

- Kry'lyuk, V.O., Gur'yev, C.O., Gudy'ma, A.A. (2017). *Ekstrena medy'chna dopomoga travmovany'm na dogospital'nomu etapi: navchal'ny'j posibny'k*. Ky'yiv. (Ukr)
- Kucery'b, T., Muzy'ka, F. (2019). *Anatomiya lyudy'ny' z osnovamy' morfologiyi : navch. posib*. L'viv : LDUFK. (Ukr)
- Loskutov, O.E., Kondrashov, A.M., Naumenko, L.Yu., Gulaj, A.M. (2003). *Posibny'k do prakty'chny'x zanyat' z vijs'kovo-pol'ovoyi xirurgiyi*. Ternopil' : Ukrmedkny'ga. (Ukr)
- Moskalenko, V.F., Bulax, I.Ye., Puzanova, O.G. (2014). *Metodologiya dokazovoyi medy'cy'ny' : pidruchny'k*. K. : Medy'cy'na. (Ukr)
- Muxin, V.M. (2015). *Fizy'chna rehabilitaciya v travmatologiyi : monografiya*. L'viv : LDUFK. (Ukr)
- Muzy'ka, F.V., Gry'n'kiv, M.Ya., Kucery'b, T.M. (2014). *Anatomiya lyudy'ny' : navch. posib*. L'viv : LDUFK. (Ukr)
- My'sula, I.R., Vakulenko, L.O., Shved, M.I., Levy'cz'ka, L.V., Loboda, V.F., Vakulenko, D.V., Pry'lucz'ka, G.V. (2005). *Medy'chna ta social'na rehabilitaciya: Navchal'ny'j posibny'k*. Ternopil' : TDMU. (Ukr)
- Pashko, K.O., Popovy'ch, D.V., Lotocz'ka O.V. ta in. (2019). *Gigiyena u fizy'chnij rehabilitaciyi: pidruchny'k dlya st-iv ZVO*. Ternopil' : Ukrmedkny'ga. (Ukr)
- Spurrier, E., Gibb, I., Masouros, S., Clasper, J. (2016). Identifying Spinal Injury Patterns in Underbody Blast to Develop Mechanistic Hypotheses. *Spine (Phila Pa 1976)*, 41(5), 268–75. URL: <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000001213>.
- Svistel'ny'k, I. (2015). *Likuval'na fizy'chna kul'tura*. L'viv. (Ukr)
- Vakulenko, L.O., Klapchuk, V.V., Vakulenko, D.V. (2019). *Osnovy' rehabilitaciyi, fizy'chnoyi terapiyi, ergoterapiyi: pidruchny'k*. Ukrmedkny'ga. (Ukr)

Стаття надійшла до редакції 15.05.2023
Стаття прийнята до друку 21.07.2023

Конфлікт інтересів: відсутній.

Внесок авторів:

Литвинчук А. – дизайн дослідження, корегування статті, збір та аналіз літератури, анотації, висновки, резюме;

Антонова-Рафі Ю. В. – ідея, концепція і дизайн дослідження, участь у написанні і редагуванні статті.

Електронна адреса для листування з авторами:

alkarams16@gmail.com