

чаї й релігії. Складнощі, які виникали під час роботи з цією категорією обстежуваних, – це невідомість, що надалі буде відбуватися з людиною. Виявивши в військовослужбовця складний психічний стан або потребу в додатковій допомозі, ми не знаємо, що на нього чекає далі, коли він приїде додому (до райцентру або села), де психолога немає, чи виконає він надані йому рекомендації, чи звернеться до лікарні на додаткове обстеження та лікування?

Отже, з огляду на вищесказане, можна стверджувати, що гіпотеза, яку ми ставили на початку дослідження, підтверджується, а саме: що процес адаптації до мирного життя, перш за все, соціальний, що ПТСР ускладнює процес адаптації. Ефективна система психологічної реабілітації та реадптації військовослужбовців з ПТСР повинна бути спрямована на особистісний ріст військовослужбовців.

#### Література

1. Блейхер В. М. Психологическая диагностика интеллекта и личности / В. М. Блейхер, Л. Ф. Бурлачук. – Киев, 1978.

2. Близнюк А. И. Посттравматическое стрессовое расстройство (ПТСР) у комбатантов: клиника, диагностика, коррекция / А. И. Близнюк // Военная медицина: научно-практический рецензируемый журнал. – 2006. – № 1. – С. 31–40.

3. Исследование тревожности (Ч. Д. Спилбергер, адаптация Ю.Л. Ханин) / Диагностика эмоционально-нравственного развития. Ред. и сост. Дерманова И. Б. – СПб., 2002. – С. 124–126.

4. Романова Е. С. Графические методы в психологической диагностике / Е. С. Романова, О. Ф. Потемкина. – М.: Дидакт, 1992. – 256 с.

5. Решетников М. М. Психическая травма: Монография. – М.: ВЕИП, 2006. – 322 с.

6. Тарабрина Н. В. Практикум по психологии посттравматического стресса. – СПб: Питер, 2001. – 272 с. Источник: <http://psymania.info/medpsy/tarabrina/prakt.php>.

7. Уніфікований клінічний протокол первинної, вторинної (спеціалізованої) та третинної (високоспеціалізованої) медичної допомоги (УКПМД) «Реакція на важкий стрес та розлади адаптації. Посттравматичний стресовий розлад», затвердженого наказом Міністерства охорони здоров'я України від 23 лютого 2016 року № 121.



УДК 616.8-089

## СУЧАСНІ ПРИНЦИПИ ДІАГНОСТИКИ ТА ЛІКУВАННЯ ХВОРИХ ІЗ ТРАВМАТИЧНИМ УРАЖЕННЯМ ПЕРИФЕРИЧНИХ НЕРВІВ

О. М. Тарасенко О. А. Гайдук

ДУ «Український державний науково-дослідний інститут медико-соціальних проблем інвалідності Міністерства охорони здоров'я України»

**Резюме:** У статті представлені сучасні принципи епідеміології, класифікації, патоморфології та клініки травматичних пошкоджень периферичних нервів. Наведено огляд сучасних принципів діагностики та лікування травматичних пошкоджень периферичних нервів. Акцентована важливість проведення комплексного нейрохірургічного та нехірургічного відновного лікування виявленої патології в найоптимальніших умовах. Розглядаються перспективні напрямки експериментальних досліджень лікування травми нервів.

**Ключові слова:** периферичні нерви, травма, діагностика, лікування

**Summary:** The article presents modern principles of epidemiology, classification, pathomorphology and clinics of traumatic peripheral nerves. The review of modern principles of diagnostics and treatment of traumatic lesions of peripheral nerves is given. The importance of conducting complex neurosurgical and non-surgical restorative treatment of the revealed pathology in the most optimal conditions is emphasized. The perspective directions of experimental studies of nerve injury treatment are considered.

**Key words:** peripheral nerves, trauma, diagnostics, treatment

**Актуальність:** Останнім часом у літературі з'являється багато нових даних щодо питань сучасних та перспективних підходів до діагностики та лікування травматичного ураження периферичних нервів. Зростає обсяг знань про нервову фізіологію та регенерацію, але хірургічні можливості для реконструкції пошкоджених нервів та успішного відновлення їхніх функцій залишаються досить обмеженими. Принципово важливими залишаються питання строків та обсягу діагностичних та лікувально-відновних заходів при травмі периферичних нервів. Цікавим перспективним напрямком у вивченні регенерації нервової тканини є розробка та застосування експериментальних молекулярних та біоінженерних стратегій для подолання біологічних перешкод, що обмежують відновлення пацієнтів.

Травматичне пошкодження периферичних нервів нерідко зустрічається в мирний час (нешасні випадки, переломи кісток кінцівок, вибухи газу в будинках, автомобільні аварії тощо), супроводжує травми під час бойових дій (вибухові, уламкові, вогнепальні; сполучені та комбіновані травми кінцівок), може бути ятрогенним (пошкодження під час операції, при накладанні джгута). Травматичне ураження нервів у більш ніж 28–75 % [2] призводить до втрати працездатності та до інвалідності, у зв'язку з чим хворі повинні змінювати професію та спосіб свого життя [3].

**Мета:** відслідкувати за даними світової літератури сучасні тенденції та проблемні питання в означених напрямках.

За даними ретроспективного дослідження Noble et al., з 5777 пацієнтів з травмою у 2,8 % спостерігалася травма принаймні одного нерва, в основному, це були травми верхньої кінцівки (74,7 %). Найчастіше спостерігалася травма променевого нерва – 29 %; серед травм нижньої кінцівки найчастішою була травма маломілкового нерва – 19,5 %. В середньому, постраждалими були молоді чоловіки (83 %) працездатного віку (34,6 року), отримали травму в результаті автомобільної аварії (46 %). У 54 % випадків проводилось хірургічне втручання. За іншими спостереженнями (в США) під час обробки інформації страхової бази, серед 16 мільйонів застрахованих травм периферичної нервової системи діагностовані в 1,4 % випадків [4].

В Україні за 2012–2014 роки спостерігається зростання кількості хворих із травматичним ураженням периферичних нервів у загальній структурі нейрохірургічної захворюваності, при цьому відсоток співвідношення хворих з цією патологією відносно загальної кількості хворих зростає за цей період від 0,17 % до 0,22 % (дані МОЗ України). Відкриті ушкодження складають переважну більшість травм периферичних нервів (80–85 %), причому із них на різані та колоті рани (тобто ураження з досить чіткою локалізацією та відносно «обережною» травматизацією нервового стовбура) припадає приблизно 70–75 % [5]. Відкрита травма кінцівки супроводжується травмою судин, сухожилків, кісток та суглобів, що значно погіршує

діагностику ушкоджень периферичних нервів при первинному зверненні хворих у стаціонар, при ПХО рани на початку лікування. В подальшому не виявлені раніше пошкодження нервових стовбурів призводять до виражених порушень функції кінцівки та стають причиною тривалої втрати працездатності і стійкої інвалідності постраждалих [3, 19]. Часто травма нерва трапляється внаслідок переломів кісток, у місцях, де нерв проходить анатомічно близько до кістки (наприклад, променево-нейропатія при переломі плечової кістки) [7, 8].

Травми периферичних нервів може бути ізольованою чи поєднаною з травмою центральної нервової системи, яка сама по собі часто призводить до інвалідності, а також значно ускладнює діагностику наявної поєднаної травми периферичної нервової системи. З усіх пацієнтів з травмами периферичних нервів, близько 60 % мали травму головного мозку [4, 8]. А серед пацієнтів, котрі поступали на реабілітацію з приводу травми головного мозку, від 10 до 34 % мали поєднану травму периферичної нервової системи [8–12].

Розподіл інвалідності унаслідок травматичних уражень периферичних нервів по Україні в середньому такий: чоловіків було 73 %, жінок – 27 %; травми нервів верхніх кінцівок – 75 %, травми нижніх кінцівок – 25 %. Первинна інвалідність – група встановлена 611 постраждалим, з них 74 % – чоловіки, 26 % – жінки, при цьому травма нервів нижніх кінцівок у 64 % випадків, верхніх кінцівок – у 36 %. Повторно інвалідність установили 1299 постраждалим, чоловіки – 73 %, жінки – 27 %, з них у 60 % за травмою нижніх кінцівок, та у – 40 % з травмою верхніх кінцівок.

За даними світової літератури, існує кілька версій класифікації травматичних уражень периферичних нервів. Розповсюдженою є класифікація Seddon в 1947 році, де описується три категорії пошкодження нерва, з урахуванням демієлінізації, ступеня пошкодження аксонів та сполучної тканини нерва (neurapraxia, axonotmesis and neurotmesis) [13, 36]. Найлегша форма пошкодження називається нейропраксією, що являє собою фокусну демієлінізацію без пошкодження аксонів або сполучної тканини.

Нейропраксія зазвичай виникає внаслідок стискання або тракційного пошкодження нерва, і призводить до зменшення швидкості проведення нервового імпульсу. Наступний рівень називається аксонотмезис, який містить безпосереднє пошкодження аксонів, крім фокальної демієлінізації при збереженні безперервності сполучної тканини нерва. Найважча форма травми називається нейротмезис, яка являє собою повний розрив аксона та сполучної тканини, тобто повний розрив нерва. Ця класифікація виявилась неповною та не відображала всіх варіантів пошкодження сполучної тканини нерва, тому у 1951 році була доповнена Sunderland [15].

За новою класифікаційною схемою, I і V ступені відповідали нейропраксії та нейротмезису за Seddon. Проте II–IV клас – це всі форми аксоно-

тмезиса в залежності від ступеня пошкодження сполучної тканини. У II ступені пошкодження аксонів спостерігається без ушкоджень, присутніх

у сполучній тканині. Клас III містить у собі пошкодження ендоневрія, а IV ступінь – пошкодження периневрія (таб. 1, рис. 1).

Таблиця 1

Класифікація пошкоджень нервів за Seddon та Sunderland, доповнена MacKinnon & Dellon

Seddon	Sunderland	Injury/Пошкодження
Neurapraxia Невропраксія	Grade I	Focal segmental demyelination Вогнещева сегментарна демієлінізація
Axonotmesis Аксонотмезис	Grade II	Axon damaged with intact endoneurium Пошкодження аксону з інтактним ендоневрієм
Axonotmesis	Grade III	Axon and endoneurium damaged with intact perineurium Пошкодження аксону та ендоневрію з інтактним периневрієм
Axonotmesis	Grade IV	Axon, endoneurium, and perineurium damaged with intact epineurium Пошкодження аксону, ендоневрія та периневрія з інтактним епіневрієм
Neurotmesis Невромезис	Grade V	Complete nerve transection. Повний розрив нерву
	Grade VI (MacKinnon & Dellon)	Mixed levels of injury along the nerve Змішані рівні пошкодження уздовж нерва

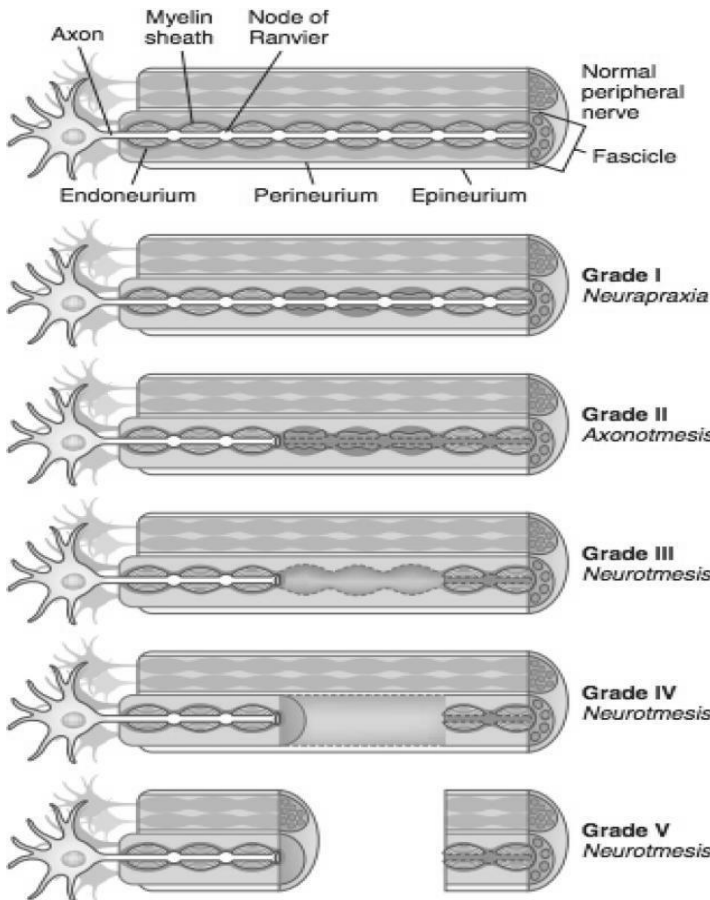


Рис. 1 Класифікація пошкоджень нервів за Seddon та Sunderland

Пізніше свої корективи до цієї класифікації за Seddon та Sunderland внесли автори MacKinnon & Dellon (табл.1), вони виділили VI клас, в якому описали комбінацію ознак III–V ступенів у пошкодженому нерві, хоча його застосування не було широко прийнято. Такий вид травми нерва вимагає вмілої електродіагностики, збору анамнеза для його відокремлення від чистого ураження аксону [16].

Спроби спростити цю схему, класифікуючи ураження нервів на недегенеративні чи дегенеративні, були запропоновані Томасом і Холроффом у 1993 році, проте клінічне значення цього спрощення залишається сумнівним [17].

У 1990 році Dianna Quan, m.d. and Shawn J. Bird, m. d. пропонують використовувати класифікацію (табл. 2), що відображає характер, ступінь травми, а також добре корелює з електрофізіологією. Такий підхід дає змогу точно прогнозувати режим, терміни і ступінь відновлення нерва [21].

У клінічній практиці оцінити тяжкість ушкодження нерва за класифікаціями, що наведені вище, дуже важко, за винятком першого типу, при якому може спостерігатися часткова тимчасова втрата функцій [14].

Класифікації, що представлені в світовій практиці, досить точно описують патологічну анатомію нервової травми, але практично неможливо точно визначити підтип травми нерва на основі передопераційних клінічних та електроміографічних даних. Підтип, як правило, можна виділити лише при гістологічному обстеженні матеріалу від пошкодженого нерва [36].

Патофізіологічна класифікація пошкодження нервів та прогноз відновлення функцій

Тип ураження Type of injury	Режим відновлення Mode of recovery	Час відновлення Time to recovery
Блок проведення Conduction block (neurapraxia)	Ремієлінізація фокального сегмента Remyelination of focal segment involved	2–12 тижнів
Обмежене пошкодження аксону Limited axonal loss	Коллатеральний спраутінг з живих моторних аксонів Collateral sprouting from surviving motor axons	2–6 місяців
Середнє пошкодження аксону Intermediate axonal loss	Коллатеральний спраутінг та аксіальна регенерація з боку пошкодження Collateral sprouting and axonal regeneration from site of injury	2–6 місяців
Сильне пошкодження аксону Severe axonal loss	Аксональна регенерація Axonal regeneration	2–18 місяців
Повний розрив нерва Complete nerve discontinuity	Немає відновлення без нервового графта No recovery without nerve grafting	2–18 місяців

Експериментально встановлено, що патоморфологічні зміни виявляються як у травматичній зоні, так і в ділянках, розташованих вище і нижче рівня травми нерва. В зоні травми відбуваються надриви і розриви нервових пучків і їх оболонок, що веде до крововиливів і загибелі нервових і сполучних елементів з подальшим їх розсмоктуванням. На місці загиблих елементів і крововиливів з'являється сполучна тканина, з якої потім утворюються інтраневральні рубці. Останні бувають значних розмірів, якщо травма ускладнюється інфекцією. Інтраневральні рубці викликають ірритацію нервових елементів, порушують мікроциркуляцію в нерві, тим самим спричиняють розвиток у ньому інтраневральної гіпертензії та набряку, що клінічно проявляються болем. Нижче місця травми (периферичних набряків) виявляється реакція валлеровського переродження з розпадом нервових волокон. Вище травматичної зони – в центральному відрізку нерва, його вузлах і відповідних сегментах спинного мозку – відбуваються ретроградні патоморфологічні зміни [24].

Травма нерва проявляється периферичним парезом чи паралічем м'яза, втрачаються рефлексії м'яза. В подальшому виникає атрофія м'язів, що нерв їх іннервує. Виникають контрактури та фіксовані деформації. З моменту травми також зникає поверхнева чутливість та реакція на біль (анестезія, гіпестезія, парестезія), на дотик та температурну різницю. Може спостерігатися втрата глибокої чутливості, включаючи почуття положення, почуття руху та стереогноз. Також травма нерва супроводжується вазомоторними порушеннями, трофічними змінами шкіри та нігтів у зоні іннерва-

ції (шкіра стає блідою, прохолодною на дотик, сухою (ангідроз), нігті ламкими. [8].

**Діагностика.** На даному етапі розвитку медичних знань, проведення повної точної діагностики та прогнозування виходів при травмі периферичних нервів, особливо в ранній період травми неможливе [34]. Складність діагностики обумовлена тим, що функція нерва порушена однаково як у разі повного анатомічного розриву, так і в разі повного функціонального блоку (часткове поранення, здавлення гематомою, контузія нерва) [2].

Первинний огляд пацієнта з травмою нерва проводять лікар ЗПСМ, травматолог, нейрохірург. При виявленні клінічних ознак травми нерва (порушення рухів, порушення чутливості, наявність рани в проекції нерва), пацієнта консультує невропатолог або/та нейрохірург. У практиці проміжки часу між консультаціями спеціалістів складають інколи декілька днів/тижнів/місяців [37].

Клінічні тести для оцінки топіки пошкодження, функціонального стану нерва, повинні поєднуватись з результатами додаткових методів дослідження: електродіагностики, електроміографії, ультразвукового дослідження, рентгенографії, СКТ та МРТ – методів, які дають достатньо повну картину діагнозу.

Поширеним та ефективним методом діагностики є електродіагностика. Нейродіагностика (НДС), електроміографія (ЕМГ) та викликані потенціали (ВП) – це аспекти електродіагностики [27]. Електроміографія (ЕМГ) передбачає введення спеціальної голки в м'яз, щоб записати різні стадії електричної активності м'яза, включаючи стадію спокою, мінімального скорочення та максимальної активності. В нормі м'яз у спокої не

показує електричної активності. При первинному пошкодженні нерва (аксонотмезис або нейротмезис) з подальшим валлерівським переродженням нерва реєструються фібриляції та позитивні гострі хвилі виснаження в спокої. Фібриляції та позитивні різкі хвилі є патогномонічними для травми нерва [8, 36]. Пошкодження ж м'язової тканини може викликати спонтанну деполяризацію окремих м'язових волокон [27]. Таким чином, ЕМГ-тести виявляють патологічну електричну активність при моторній нейропатії, допомагають відокремити ураження нерва від ураження м'яза [1].

Останнім часом електродіагностика у своєму традиційному варіанті поступово замінюється на стимуляційну електроміографію. Стимуляційна електроміографія (далі СЕМГ) являє собою комбінацію електричного збудження нерва з одночасною фіксацією виникаючих при цьому коливань м'язового потенціалу. За допомогою СЕМГ визначають швидкість проведення імпульсів, вивчають перехід імпульсів у зоні міоневральних синапсів, а також досліджують функціональний стан рефлекторної дуги та інше. Тест на нервову провідність (Nerve conduction velocity – NCV) вимірює ступінь пошкодження великих нервових волокон, диференціює симптоми дегенерації мієлінової оболонки, або ураження аксона. Під час цього дослідження електричний зонд стимулює нервові волокна, яке реагує генеруванням власного електричного імпульсу. Електрод, розміщений далі вздовж нервового шляху, вимірює швидкість передачі імпульсу вздовж аксона. Повільна швидкість передачі та блокування імпульсів, як правило, вказують на пошкодження мієлінової оболонки, тоді як зменшення сили імпульсів при нормальних швидкостях є ознакою аксональної дегенерації [1, 22, 23, 35]. Залежно від тяжкості демієлінізації показники електроміографічних методів будуть варіювати від асинхронної провідності до блока провідності, що спричинює слабкість м'язів [4].

Ретельно сплановане електродіагностичне дослідження має вирішальне значення для точної локалізації, вивчення патофізіології та визначення прогнозу можливості спонтанного відновлення. Інтраопераційні електродіагностичні дослідження можуть забезпечити додаткову інформацію, яка сприяє плануванню хірургічного відновлення нерва [8, 22, 23]. Після освітлення кінців нерва, внутрішньоствольна топографія зрізів не співпадає, оскільки положення та розміри на різних рівнях нерва різняться, тому доцільно використовувати інтраопераційну електродіагностику [2, 27].

Ще одним важливим додатковим методом діагностики виступає ультрасонографічне дослідження нерва. Цей метод дає змогу виявляти точну локалізацію та характер пошкодження, що важливо для прийняття рішення щодо лікування фокальної нейропатії з незвичними результатами електродіагностики [1, 8, 22]. Концепція використання ультрасонографічного методу дослідження стану периферичних нервів йде від Solbiati et al, в роботі яких була доведена ефективність цього методу для оцінки стану «зворотнього» гортанно-

го нерва, зокрема, у випадках параліча, спричиненого інвазивною патологією щитоподібної та парашитоподібної залоз [26]. Сфокусоване ультрасонографічне зображення нервів, ураження яких підозрюється, використовується для ідентифікації змін у структурі нерва, надає візуалізацію порушення його цілостності. Це дає змогу обрати найефективніші стратегії ведення хворих, що призводить до покращення результатів лікування [25]. Висновок про порушення анатомічної цілостності нерва можна зробити на основі візуалізації дистального та проксимального кінців нерва з чітким діастазом між ними. В перші дні після травми сегменти нерва не візуалізуються і висновок про порушення цілостності нерва можна зробити через 1–12 місяців (візуалізація невром, дистального кінця нерва) [38].

З метою діагностики пошкоджень кістково-суглобового апарата проводиться рентгенографія кісток та суглобів. Діагностична картина при рентгенографії є неповною та потребує більш детальної візуалізації ушкоджень. Допомагає в цьому проведення спіральної томографії та магнітно-резонансного дослідження ушкодженої ділянки. За допомогою КТ можливо розрізнити м'язові тканини та об'ємні ураження, такі як пухлини, а також уточнити деталі травми кісток. МРТ виявився ефективним у візуалізації анатомічних деталей м'язових тканин. За допомогою 1,5Т та 3Т зображень можна детально оцінити анатомію та патологію периферичного нерва. Зображення добре співвідносяться з клінічними, електрофізіологічними та хірургічними даними. Внутрішньовенні контрастні речовини звичайно не потрібні. МРТ дає змогу виявити наявність внутрішньоствольної чи термінальної невроми [9]. При правильному застосуванні МР нейрографія здатна забезпечувати якісну інформацію про стиснення нервів, запалення нервів, нервові травми, системні нейропатії, пухлини нервів та відновлення нервів від патологічних станів. МРТ зображень може виявити денервацію на точній анатомічній основі, документувати прогресування різних станів, що викликають міопатію та міозит; і навіть дають уявлення про патологічні закономірності активації м'язів [29].

### Лікування

Лікування травми нерва треба починати в ранні строки після травми. Вибір тактики лікування залежить від характеру травми (відкрита чи закрита; інфікована чи чиста рана) та ступеня пошкодження нерва, що визначається за допомогою діагностичних методів. Для вибору тактики лікування доцільно звернутися до раніше наведеної класифікації за Seddon та Sunderland з модифікацією Dianna Quan and Shawn J. Bird. При першому ступені пошкодження нерва найчастіше обирається ефективна в цьому випадку консервативна тактика лікування; при II–IV ступенях в кожному індивідуальному випадку вирішується питання доцільності, тактики та строків хірургічного втручання, в комбінації з методами відновного нехірургічного лікування; при пошкодженні нерва V ступеня без хірургічного лікування відно-

влення нерва неможливе, консервативна терапія вкрай неефективна [8]. Існують також часові межі ефективності лікування при травмі нерва. Згідно з емпіричними спостереженнями, найсприятливішим часом для оперативного лікування вважається строк до 3 місяців з моменту травми, або через 2-3 тижня після загоєння рани. В цей період спостерігається найактивніша регенерація нервової тканини та відновлення функцій. Оперативне лікування можливо здійснювати в більш пізні строки після травми, якщо воно з тих чи інших причин не виконано раніше [2, 28, 37].

При закритих пошкодженнях кінцівки і наявності симптомів повного розриву нервового стовбура упродовж 3-5 тижнів, а також при болях, що не піддаються консервативному лікуванню, показаний ранній невроліз і відновлення нерва. Вторинний шов нерва застосовуємо також при великих і забруднених ранах, не раніше 3-5 тижнів після ПХО [2]. При відкритій травмі нерва та відсутності ознак інфікування рани, хірургічне лікування рекомендовано проводити під час первинної хірургічної обробки (6-8-12 годин після травми), але при наявності спеціальних хірургічних навичок у спеціаліста, який надає допомогу, та специфічного шовного інструментарію, шовного матеріалу [2, 8, 37]. У більшості випадків відкритої травми, крім пошкодження периферичних нервів, спостерігається також пошкодження судин, м'язів та сухожилків. Поряд зі швом або пластикою нерва необхідно паралельно здійснювати шов або пластику пошкодженої кровоносної судини, щоб оптимізувати умови регенерації нерва, також треба зшивати травмовані м'язи та сухожилки. Таким чином, у сучасних рекомендаціях щодо хірургічного лікування з'являється мікрохірургічна техніка при операціях на периферичних нервах, яка дає змогу створити оптимальні анатомічні умови для відновлення функції нервів. Особливо важливо застосування мікрохірургічної техніки при операціях на змішаних нервах, де потрібне точне зіставлення кінців нерва з наступним зшиванням його ідентичних пучків [36, 39]. Хірургічними методами лікування травми нерва є мобілізація, позиціонування, транспозиція нерва, вкорочення кістки, нервовий графт, аллографтування [36]. При повному розриві нерва чи пучка, та діастазі пошкоджених кінців, використовують аутоотрансплантацію, як трансплантат використовують литковий нерв (n. suralis) [40]. Поруч з класичними методами хірургічного лікування травми нерва, такими, як невроліз, шов нерва (нейроафія), нейротомія, резекція невроми, сьогодні методом з доказаною високою ефективністю у будь яких строках травми є тривала електростимуляція, що сприяє підтриманню у функціональному стані м'язів до регенерації нервів [18].

Для досягнення кращих результатів лікування потрібно впроваджувати комплексний підхід – поєднувати оперативне та раннє консервативно-відновне лікування. Під час операції хірурги намагаються відновити анатомічну цілісність нерва та створити оптимальні умови для регенерації

аксону. Консервативно-відновне лікування допомагає вирішувати питання боротьби з больовим синдромом, з фіброзуванням тканини, з формуванням контрактур суглобів, а також поліпшує умови генерации нервової тканини, трофіку тканин та підтримує тонус денервованих м'язів [2]. До курсу лікування повинна бути включена індивідуально підібрана медикаментозно-стимулююча терапія, ортопедичні, лікувально-гімнастичні заходи та фізіотерапевтичні методи лікування.

Активно розвивається та має широкі перспективи в майбутньому практичному застосуванні такий напрямок наукової роботи, що вивчає роль різноманітних біохімічних факторів відновлення нервів, біосинтез цих факторів та новітні системи їх доставки до пошкодженої ділянки нерва. Ці дослідження проходять наукове обґрунтування та етапи дослідів на тваринах. Так, наприклад, аксональній регенерації можуть сприяти фактори, що підвищують потенціал росту аксонів нейронів та оптимізують регенерацію дистального кінця нерва в сполученні з його оперативним лікуванням [30]. Перспективними потенційними стимуляторами регенерації периферичних нервів є судинний ендотеліальний фактор росту (англ. Vascular Endothelial Growth Factor, VEGF), основний фактор росту фібробластів (англ. basic Fibroblast Growth Factor, bFGF или FGF2) и NGF.

Так, наприклад, у дослідженні з регенерації лицьового нерва після його перерізування та подальшого зшивання на крисах було показано, що в групі у тварин з введенням bFGF регенерація нерва відбувалася швидше, кількість мієлінізованих волокон була більша, ніж у тварин без введення bFGF [31]. Застосування PRP (platelet-rich plasma) і nMSC (neural-induced human mesenchymal stem cells) сприяє регенерації лицьового нерва в тваринній моделі аксотомії лицьового нерва.

Комбіноване застосування PRP і nMSCs мало більший позитивний ефект, ніж використання окремо. Це дослідження свідчить про можливе клінічне застосування PRP і nMSCs при регенерації периферичного нерва в разі гострої травми [33]. Є дані про дослідження по заміщенню дефекту нерва з діастазом кінців за допомогою біодеградуючої трубки із політетрафторетилену (ПТФЕ), що є відносно новим ефективним підходом до хірургічного лікування дефектів нервових стовців до 4 см між його кінцями на різних рівнях верхніх кінцівок [32].

### Література

1. National Institute of Neurological Disorders and Stroke (NINDS). Peripheral Neuropathy Fact Sheet. September 19. Інтернет ресурс: <https://www.ninds.nih.gov/Disorders/Patient-Caregiver-Education/Fact-Sheets/Peripheral-Neuropathy-Fact-Sheet>

2. Медичні науки: Scientific Journal «Science Rise» № 11/3(16)2015 DOI: 10.15587/2313-8416.2015.54279 Некоторые вопросы лечения травм периферических нервов конечностей В. А. Вишневецкий.

3. Hand (N Y). 2015 Jun; 10 (2): 161–167. Published online 2014 Oct 25. doi: 10.1007/s11552-014-9692-0 Social impact of peripheral nerve injuries. Danielle M. Wojtkiewicz, James Saunders, Leahthan Domeshek, Christine B. Novak, Vicki Kaskutas, and Susan E. Mackinnon.
4. Noble J, Munro CA, Prasad VS, Midha R. Analysis of upper and lower extremity peripheral nerve injuries in a population of patients with multiple injuries. *J Trauma* 1998. Jul; 45(1):116-122. 10.1097/00005373-199807000-00025
5. Клінічний протокол надання медичної допомоги хворим із травматичними ушкодженнями периферичних нервів Шифр за МКХ-10: S54, 64, 74, 84, 94. Затверджено Наказом Міністерства охорони здоров'я України 13.06.2008 № 317.
6. Taylor CA, Braza D, Rice JB, Dillingham T. The incidence of peripheral nerve injury in extremity trauma. *Am J Phys Med Rehabil* 2008. May;87(5):381-385.10.1097/PHM.0b013e31815e6370.
7. Selecki BR, Ring IT, Simpson DA, Vanderfield GK, Sewell MF. Trauma to the central and peripheral nervous systems. Part II: a statistical profile of surgical treatment in New South Wales 1977. *Aust NZ J Surg* 1982;52:111–116.
8. Traumatic injury to peripheral nerves Lawrence R. Robinson, Md Department of Rehabilitation Medicine, University of Washington, Seattle, Washington 98195 USA © 2000 American Association of Electrodiagnostic Medicine. Published by John Wiley & Sons, Inc. *Muscle Nerve* 23: 863–873, 2000.
9. Indian Journal of Radiology and Imaging. 2014 Jul-Sep; 24(3): 217–224. doi: 10.4103/0971-3026.137025 PMID: PMC4126136 Peripheral nerve injury grading simplified on MR neurography: As referenced to Seddon and Sunderland classifications Avneesh Chhabra, Shivani Ahlawat, Allan Belzberg, Gustav Andresek.
10. Cosgrove JL, Vargo M, Reidy ME. A prospective study of peripheral nerve lesions occurring in traumatic brain-injured patients. *Am J Phys Med Rehabil* 1989;68:15–17.
11. Garland DE, Bailey S. Undetected injuries in head-injured adults. *Clin Orthop Relat Res* 1981;155:162–165.
12. Stone L, Keenan MA. Peripheral nerve injuries in the adult with traumatic brain injury. *Clin Orthop Relat Res* 1988;233:136–144.
13. Seddon H. Three types of nerve injury. *Brain* 1943;66(4):237-288 .10.1093/brain/66.4.237.
14. УДК 617.57/58:616.833-001-08 Концепція відновлення функції кінцівки при травматичному ушкодженні периферичних нервів Цимбалюк В., Страфун С. С., Гайко О. Г., Гайович В. В.)
15. Sunderland S. A classification of peripheral nerve injuries producing loss of function. *Brain*. 1951;74:491–516.
16. Mackinnon SE, Dellon AL. Surgery of the peripheral nerve. Thieme; New York: 1988.
17. Thomas PK, Holdorff B. Neuropathy due to physical agents. In: Dyck PJ, Thomas PK, editors. *Griffin JW editors. Peripheral neuropathy*. 3rd ed. W.B. Saunders; Philadelphia: 1993. p. p990.
18. ISSN 1810-3154. Украинский нейрохирургический журнал, 2013, №2 19 Оригінальна стаття УДК 616.833.34-001-089.844:615.84 Зозуля Ю. П., Третяк І. Б., Цимбалюк Ю. В., Сапон М. А. Відділення відновної нейрохірургії, Інститут нейрохірургії ім. акад. А. П. Ромоданова НАМН України, Київ, Україна. Відновне хірургічне лікування наслідків ушкодження довгих гілок плечового сплетіння з використанням тривалої електростимуляції.
19. Панов Д.Е. Диагностика и тактика лечения больных с повреждением срединного и локтевого нервов на уровне предплечья и кисти: автореф. дис. ... канд. мед. наук: спец. 14.00.22 – травматология и ортопедия / Д. Е. Панов. – М., 2006. – 22 с.
20. The University of Pennsylvania Orthopaedic Journal 12: 45–51, 1999 The University of Pennsylvania Orthopaedic Journal Nerve Conduction Studies and Electromyography in the Evaluation of Peripheral Nerve Injuries.
21. Diana Quan, M.D. and Shawn J. Bird, M.D. *Am J Phys Med Rehabil*. 2016 Nov;95(11):e177-e182.
22. Ultrasonographic and Surgical Findings of Acute Radial Neuropathy Following Blunt Trauma Choi SY1, Park JW, Kim DH. PMID: 27763908 DOI: 10.1097/PHM.0000000000000506 *Malays J Med Sci*. 2013 Jul; 20(4): 32–38. Articles from The Malaysian Journal of Medical Sciences : MJMS are provided here courtesy of School of Medical Sciences, Universiti Sains Malaysia Rehabilitative Surgery pp 89–94 Cite as Electrodiagnostic Testing for Nerve Injuries and Repairs Authors Neil R. Holland Email author.
23. Ярош А. А. Нервные болезни / Под редакцией проф. А. А. Яроша. – Київ: Вища школа, 1985. – 463 с.
24. *Oman Med J*. 2014 Sep; 29(5): 314–319. doi: 10.5001/omj.2014.86\_PMCID: PMC4202223 High Resolution Ultrasound in the Evaluation and Management of Traumatic Peripheral Nerve Injuries: Review of the Literature Ahmed Alaqeel and Feras Alshomer.
25. Solbiati L, De Pra L, Ierace T, Bellotti E, Derchi LE. High-resolution sonography of the recurrent laryngeal nerve: anatomic and pathologic considerations. *AJR Am J Roentgenol* 1985. Nov; 145(5):989-993. 10.2214/ajr.145.5.989.
26. Electrodiagnosis Updated: Jul 21, 2015 Author Adam B Agranoff, MD Physiatrist and Partner, Chelsea Back Care, Chelsea Community Hospital Overview.
27. Концепція відновлення функції кінцівки при травматичному ураженні периферичних нервів / В.І.Цимбалюк, С.С. Страфун, О.Г. Гайко, В.В. Гайович. УДК 617.57/58:616.833-001-08 ISSN 1810-3154 (Print). *Ukrainian Neurosurgical Journal*, 2016, № 3 – С. 48–54.
28. *Neurol Clin*. 2004 Aug;22(3):643-82, vi-vii. MR neurography and muscle MR imaging for image diagnosis of disorders affecting the peripheral nerves

and musculature. Filler AG1, Maravilla KR, Tsuruda JS. PMID:15207879b DOI: 10.1016/j.jncl.2004.03.005.

29. Community Hospital Fu S.Y., Gordon T. The cellular and molecular basis of peripheral nerve regeneration // *Mol Neurobiol.* – 1997. – Vol. 1-2. 67-116.

30. Toledo R.N., Borin A., Cruz O.L., Ho P.L., Testa J.R., Fukuda Y. The action of topical basic fibroblast growth factor in facial nerve regeneration // *Otol Neurotol.* 2010. – Vol. 31, № 3. – P. 498–505.

31. Stanec S., Stanec Z. Reconstruction of upper-extremity peripheral-nerve injuries with ePTFE conduits // *J Reconstr Microsurg.* – 1998 May. – Vol. 14, № 4:227–32.

32. *Laryngoscope.* 2010 May;120(5):907-13. doi: 10.1002/lary.20860. Effect of neural-induced mesenchymal stem cells and platelet-rich plasma on facial nerve regeneration in an acute nerve injury model. Cho HH, Jang S, Lee SC, Jeong H. S., Park JS, Han JY, Lee KH, Cho YB.

33. *Open Orthop J.* 2014; 8: 199–203. Published online 2014 Jun 27. doi: 10.2174/1874325001408010199 PMID: PMC4110386 Peripheral Nerve Injury: Principles for Repair and Regeneration Griffin M.F. Malahias M. Hindocha S,2 and Wasim S Khan3.

34. *BioMed Research International* Volume 2014 (2014), Article ID 698256, 13 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2014/698256> Review Article Peripheral Nerve Reconstruction after Injury:

A Review of Clinical and Experimental Therapies D. Grinsell and C. P. Keating Plastic and Reconstructive Surgery Unit, St. Vincent's Hospital, 41 Victoria Parade, Fitzroy, Melbourne, VIC 3065, Australia Received 24 February 2014; Accepted 16 June 2014; Published 3 September 2014 Academic Editor: Mario I. Romero-Ortega.

35. Basic Principles of Peripheral Nerve Disorders Edited by Dr. Seyed Mansoor Rayegani Chapter 7 Surgical Treatment of Peripheral Nerve Injury Hassan Hamdy Noaman Sohag University, Sohag, Egypt.

36. *Международный неврологический журнал* 4 (58) 2013 «Причини повторних оперативних втручань при травмі нервів верхніх та нижніх кінцівок» / В.І. Цимбалюк, Б.М. Лузан, М.М. Татарчук – ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А. П. Ромоданова НАМН України», Київ.

37. Ультразвуковое исследование периферической нервной системы / Н. А. Еськин, Н. Ю. Матвеева, С. Г. Приписнова. Центральный НИИ травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова, Москва. Журнал: *SonoAce International* №18.

38. Imaging of the peripheral nervous system: evaluation of peripheral neuropathy and plexopathy. K R Maravilla and B C Bowen *American Journal of Neuroradiology* June 1998, 19 (6) 1011–1023

39. Український нейрохірургічний журнал, №4, 2005 УДК 616.833.34–001 Пошкодження плечового сплетіння з переважним ураженням заднього пучка Третяк І.Б.



УДК 615.83; 615.84

## ЗАСТОСУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ ТА ЇХНІЙ ВПЛИВ НА ОРГАНІЗМ ПІД ЧАС ВІДНОВНОГО ЛІКУВАННЯ ХВОРИХ ТА ІНВАЛІДІВ

Л. В. Кузьміна<sup>1</sup>, С. А. Чернігівська<sup>2</sup>, В. Б. Бакурідзе-Маніна<sup>3</sup>, Є. В. Канюка<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ДУ «Український державний науково-дослідний інститут медико-соціальних проблем інвалідності МОЗ України»

<sup>2</sup>Придніпровська державна академія фізичної культури і спорту

<sup>3</sup>ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України»

### Резюме

В статті представлено огляд основних методів фізіотерапії в аспекті медичної реабілітації, їх впливу на організм пацієнтів. Дані основні показання і протипоказання до призначення фізіотерапевтичних процедур, алгоритм проведення процедури. Показано перспективи подальших робіт в цьому напрямку.

**Ключові слова:** медична реабілітація, відновительне лікування, фізіотерапія.