

22 УРОКИ ВІЙНИ

Що потрібно знати та вміти нейрохірургу при наданні медичної допомоги пораненим та травмованим з бойовими ушкодженнями периферичних нервів

Критичний аналіз літератури, починаючи з 1940 року, та досвід 43 операцій при бойових травмах та пораненнях периферичних нервів, проведених в стінах лікарні Мечникова за період з 2014 по 2022 рік, дозволив нам сформулювати основні положення щодо надання високоспеціалізованої медичної допомоги при бойових травматичних ушкодженнях периферичних нервів.

При лікуванні вогнепальних поранень головні проблемні питання – це визначення показань, термінів і типу хірургічного втручання.

1. **Характерні особливості вогнепальних ушкоджень периферичних нервів, що обумовлюють індивідуальний підхід до вибору лікувальної тактики у кожного пораненого:**

1. На мінно-вибухові ушкодження припадає до 75% всіх ушкоджень периферичних нервів. Поранення периферичних нервів верхніх та нижніх кінцівок зустрічаються майже з однаковою частотою.
2. Відзначено значне переважання поєднаних (декількох органів та систем організму) та комбінованих ушкоджень (механічне ушкодження + термічне ураження (опіки)). Ушкодження кінцівок зустрічається у більш ніж 70% випадків.
3. Поліструктурність ушкоджень (висока частота вогнепальних поранень/ушкоджень кісток скелету, периферичних судин, сухожилків, м'язів в зоні ушкодженого периферичного нерву).
4. Високий відсоток тяжких ушкоджень периферичних нервів,
5. Велика протяжність ушкодження одного нерву, або наявність ушкодження одного нерву на декількох рівнях,
6. Травми периферичних нервів можливі навіть у тих місцях, які значно віддалені від вогнепальної рани.
7. Наявність поєднаних ушкоджень декількох периферичних нервів у одного пораненого,
8. Наявність повної втрати функції периферичного нерву при збереженні його анатомічної цілісності,
9. Висока частота поранень проксимальних сегментів кінцівок: вище ліктьового та колінного суглобів (близько 75%).
10. Наявність дефектів шкіри, м'яких тканин, м'язів.
11. Наявність значного забруднення вогнепальної рани, що потребує тривалого лікування, застосування VAC систем.
12. Висока частота розвитку компартмент синдрому, що часто потребує проведення фасціотомій з метою збереження м'язів,

	<p>13. Поєднані травми часто ускладнюються критичною артеріальною кровотечею та гіповолемічним шоком.</p> <p>14. Часте порушення мікроциркуляції, і як наслідок - розвиток ішемічних змін у нервах та м'язах.</p> <p>15. Рубцеві зміни в тканинах навколо нерву, рубцеві та атрофічні зміни в м'язах.</p> <p>16. Значна частина (до 80%) травмованих з вогнепальними ушкодженнями периферичних нервів мають виражений больовий синдром.</p>
2	<p>Особливості організації надання медичної допомоги пораненим із травматичними ушкодженнями периферичних нервів в ранньому періоді поранення:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поранені з бойовими ушкодженнями нервових стовбурів кінцівок, як правило, не мають потреби в наданні нейрохірургічної допомоги за невідкладними показами. 2. Травматологи та судинні хірурги – перші з лікарів, які стикаються з пораненнями периферичних нервів. Вони надають невідкладну допомогу пораненим в перші години (а інколи і хвилини) після поранення. 3. Надання допомоги з приводу ушкодження периферичних нервів вимушено відтермінується до стабілізації стану поранених з тяжкими поєднаними ушкодженнями та до повного загоєння ран після ПХО.
3	<p>Головні причини незадовільних результатів хірургії поранень периферичних нервів в гострому періоді:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Відсутність чіткої межі зони ушкодження нерву (зона вторинного некрозу); 2. Великий діастаз між кінцями нерву після вогнепального ушкодження, 3. Епіневрій відразу після поранення тонкий, не утримує шви; 4. Відсутність умов (фахівців, інструментів, мікроскопа, часу); <p>Примітка: 50% поранених з ушкодженнями периферичних нервів залишаються інвалідами, та майже 80% поранених непридатні до продовження військової служби.</p>
4	<p>Що ж робити травматологу, хірургу, який бачить поранення нерву під час первинної ПХО?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Порада хірургу/травматологу – не намагайтесь зшивати ушкоджений нерв при первинній хірургічній обробці рани (первинний шов). Ви витратите багато часу, а ефект буде нульовим. 2. Найкраще, що ви можете зробити: <ul style="list-style-type: none"> ▪ обережно ставтесь до тієї частини нерву, що є неушкодженою

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ якщо помітили кінці ушкодженого нерву – зробіть навідний шов між кінцями нерву (якщо є можливість – кольоровою ниткою), та зробіть відповідний запис в протоколі операції та виписному епікрізі. Це допоможе нейрохірургу в майбутньому <p>3. Спиці апарату зовнішньої фіксації обов'язково встановлюйте поза зоною проходження периферичних нервів.</p>
5	<p>«Золотим» стандартом обстеження поранених з клінічною картиною ушкодження периферичних нервів після загоєння ран є електронеуроміографія. Вона допоможе відповісти нам на наступні запитання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Рівень ураження нервово-м'язового апарату; 2. Топіка ураження (місце ураження м'язів та нервів); 3. Розповсюдженість процесу (локальний, поширений, генералізований); 4. Характер ураження (наприклад: аксональне, демієлінізуюче, змішане); 5. Виразність ураження; 6. Динаміка процесу.
6	<p>Важливим і достовірним діагностичним методом діагностики останнім часом стає УЗД нервових стовбурів. В фахових руках точність методу за даними низки авторів досягає 85%.</p> <p>Діагностичне УЗД обстеження ушкоджених нервів виконуються на звичайних апаратах, оснащених можливістю кольорового доплера з використанням лінійних частот від 5 до 10 МГц. Ідентифікація нерва заснована на визначенні гіпоехогенної структури, нерви трубчасті за формою в поздовжній осі і круглі на поперечних перерізах.</p> <p>УЗД дослідження до операції дозволяє виявити неврому, а також сторонні тіла (дрібні осколки) у самому нерві. Маркування всіх виявлених знахідок на шкірі допомагає хірургу під час операції.</p> <p>Примітка: В той же час не слід забувати про рентгенологічні та нейровізуалізаційні методи обстеження: Ro, CT, MRI.</p>
7	<p>Вибір лікувальної тактики:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Відкриті ушкодження периферичних нервів з клінічною та електрофізіологічною картиною повного порушення провідності, а також за наявності травматичної невроми нервового стовбура, що сформувалася, є абсолютними показами до хірургічного втручання, за умови відсутності запального процесу, повного загоєння вхідного/вихідного отвору (як правило через 4 тижні після поранення). 2. Відкриті ушкодження з клінічної та електрофізіологічної картиною неповного порушення провідності, за відсутності вираженого больового синдрому, без ознак формування травматичних невром за

	<p>даними УЗД – доцільно динамічне спостереження та консервативне лікування на протязі 3-4 місяців. Хірургічне лікування таким хворим показано за відсутності позитивної динаміки</p>
8	<p>Оптимальні строки для проведення оперативного втручання на нервах:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Відстрочений шов – через 3-4 тижні (до 3 місяців) (приблизно 30%) <ul style="list-style-type: none"> До цього часу вогнепальна рана гоїться. Уточнено діагноз додатковими методами досліджень. Проведено лікувальні заходи щодо поєднаних ушкоджень. Є спеціалісти, інструменти та обладнання. •Пізній шов – через 3-12 і більше місяців. <ul style="list-style-type: none"> Зазвичай, після 12 місяців з моменту поранення операції на нервах є малоефективними і часто таких хворих потрібно направляти на проведення ортопедичних втручань для покращення їх якості життя.
9	<p>Обов’язкові умови для виконання операцій при бойових вогнепальних та мінно-вибухових ушкодженнях периферичних нервів:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Наявність точного діагнозу до операції з чітким розумінням характеру, ступеня та рівня ушкодження периферичного нерву, 2. Досконале знання топографічної анатомії периферичних нервів та хірургічних доступів до нервів, 3. Володіння мікрохірургічною технікою та досвід роботи на периферичних нервах, 4. Наявність операційного мікроскопу, 5. Наявність нейрохірургічного мікроінструментарію, шовного матеріалу, 6. Наявність під рукою вільного нейростимулятора. 7. Адекватна анестезія. 8. Наявність часу для хірургії. Плануючи невроліз, слід бути готовим до виконання шва нерву. Плануючи шов нерву, слід бути готовим до забору та вшивання графту, чи проведення операції невротизації. Не плануй нічого важливого під час чи після операції. Будьте зосередженими лише на нерві. <p>Примітка: Вкрай бажана наявність обладнання для проведення інтраопераційної нейрофізіологічної діагностики та моніторингу!!!</p>
10	<p>Особливості хірургічної техніки при операціях на нервах при їх бойових травматичних ушкодженнях:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Слід використовувати ті ж самі доступи до нервів, що є добре описаними в літературі, та є доволі зручними. Дві книги, що лежать у нашій операційній, та за потреби використовуються лікарями центру це <ul style="list-style-type: none"> – Atlas of peripheral nerve surgery / Daniel H. Kim., Alan R. Hudson., David G. Kline. --2nd edition.,

- **Operative exposures in peripheral nerve surgery** / Allen Maniker, 2005.

2. В хірургії нервів не працює правило: «малоінвазивно – високоєфективно». Навпаки: «Доступи до ушкоджених нервів повинні бути широкими, зручними». Ніколи не потрібно намагатися мінімізувати розтини. Нерв потрібно вивільнити максимально, як дистально, так і проксимально. Можливе ушкодження одного нерву на різних рівнях і це часто можливо побачити лише інтраопераційно.
3. Готуючи операційне поле будьте готовими в будь-який момент розширити доступ.
4. Достатній доступ для обстеження ушкодженого нерву жодним чином не виключає намагання хірурга мінімізувати травму та косметичний дефект.
5. При доступі до нерву ніколи не використовуйте гострий інструмент, у тому числі і ранорозширювачі з гострими браншами.
6. При підході до нерву намагайтесь взагалі не використовувати біполярну коагуляцію.
7. Ніколи не розрізайте м'язи поперек. Завжди намагайтесь зберегти анатомічну цілісність м'язів, тому при доступі лише розсувайте в сторони м'язові волокна.
8. Не використовуйте біполярну коагуляцію безпосередньо на нерві. Намагайтесь зберегти епіневральні судини.
9. Намагайтесь максимально зберегти міжневральні анастомози,
10. Завжди ретельно виділяйте ушкоджені та неушкоджені нервові пучки,
11. Виконуйте висічення кінцевих невром до здорових фасцикул. Виконуйте цю процедуру під мікроскопом.
12. Мікрохірургічний шов нерву виконується лише з використанням мікроскопу.
13. Використовуйте шовний матеріал, що не розсмоктується (5/0 – 9/0).
14. Завжди бажано намагатись зшивати нерви кінець-у-кінець після гарної мобілізації кінців нерву.

11 **Невроліз, шов нерву чи графт?**

Остаточне хірургічне рішення приймається на підставі інтраопераційних даних. При виявленні анатомічної безперервності нерву, проводиться електрофізіологічна оцінка на провідність потенціалу дії по всій ушкодженій ділянці нерву (ось для чого необхідний інтраопераційний нейрофізіологічний моніторинг).

Покази до пластики нерва:

1. нездатність передавати потенціали дії,
2. очевидний розрив нерву або
3. посттравматична неврома.

	В інших випадках проводиться комбінований зовнішній і міжпучковий (міжфасцикулярний) невроліз.
12	<p>Шов нерву (кінець-в-кінець). Власний досвід.</p> <p>Шов нерву можливий і може бути ефективним лише при відсутності натяжіння нервів в ділянці накладання швів.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Зазвичай, ми вважаємо адекватним епіневральний шов, коли не прорізається нитка 5/0 при зшиванні кінець-у-кінець. 2. Для зменшення натяжіння ми використовували техніку переміщення ліктьового нерву в ложе серединного і фіксацію ліктя в положенні розгинання на 4 тижні. 3. Для зменшення натяжіння серединного і променевого ліктя ми використовували згинання в ліктьовому і зап'ястному суглобах і гіпсову імобілізацію на 4-6 тижнів з поступовим розгинанням кінцівки. 4. Аналогічну техніку ми використовували для зшивання сідничого нерву: згинання і імобілізація колінного суглобу. <p>Примітка: в той же час частина авторів намагається уникати прямого анастомозу з метою запобігання натягу лінії шва, та використовує графти.</p>
13	<p>Покази до невролізу:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Часткове ушкодження нерву за даними доопераційного дообстеження (ЕНМГ, УЗД), - Дані інтраопераційного нейромоніторингу та УЗД, <p>Примітка: Йдучи на операцію з приводу бойового вогнепального ушкодження/поранення периферичного нерву завжди майте під рукою стерильну антену для проведення тривалої нейростимуляції.</p>
14	<p>Операції невролізу периферичних нервів після бойових вогнепальних поранень та ушкоджень завжди більш ефективні, коли поєднуються з встановленням нейростимулятора для тривалої стимуляції. Завжди майте під рукою вільний нейростимулятор. В частині випадків це дозволить уникнути непотрібних реоперацій та сприятиме швидкій реабілітації поранених.</p>
15	<p>Покази до використання нейростимулятора Ней Сі 3М:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Відсутні ознаки анатомічного розриву нерву, - Фармакорезистентний больовий синдром - Ознаки ушкодження 2 нервів (2 пари дротів дають змогу одночасної стимуляції), - Наслідки ушкодження плечевого сплетення за типом аксонотмезису, - Наслідки застарілої травми плечевого сплетення, - У випадках попередньо успішно проведених реконструктивних чи декомпресивних втручань на нервах для покращення кінцевого результату.

	<p>Примітка: якщо є можливість – бажано мати під рукою антену стимулятора при всіх втручаннях на периферичних нервах. Інколи клінічні прояви і результати передопераційної діагностики не співпадають з реальною інтраопераційною картиною.</p>
16	<p>Принципи встановлення дротів неростимулятора:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Перед фіксацією дротів, підшкірно готується місце для антени. Антена фіксується для запобігання її міграції у майбутньому. - В залежності від розташування нерва і доступу використовується та чи інша довжина дротів. Але найчастіше потрібні короткі дроти, в той час як довгі займають зайве місце в післяопераційній рані. - Перед епіневральною стимуляцією ми в 100% випадків проводимо гідропрепаровку нерву розчином гідрокортизону і 0,9% розчину NaCl у співвідношенні 1:1. - Кінці дротів фіксуються таким чином, щоб вони не торкалися один до одного, але у той же час не знаходилися дуже далеко один від одного (оптимальна відстань між кінцями дротів складає 3 - 4 мм). - Як правило одна пара дротів фіксується вище місця ураження нерву, а інша – нижче - Для фіксації використовуємо шовний матеріал, що не розсмоктується з колючою голкою 5/0. - Використання мікроскопу є обов'язковим (або хоча б біноклярної лупи). - НЕ використовуємо хірургічний пінцет. Виключно анатомічний (без «зубчиків») - НЕ використовуємо перекис водню (3% розчин H₂O₂) при обробці рани
17	<p>Особливості проведення постійної стимуляції периферичних нервів:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Першу стимуляцію проводим через 3 дні після операції - Зазвичай використовуємо схему стимуляції 7x7 (7 разів на день по 7 хвилин) - При стимуляції хворий не повинен відчувати дискомфорт або біль. - Режими стимуляції і потужність кожен пацієнт обирає індивідуально.
18	<p>Переваги використання нейростимулятора Ней Сі 3М:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Цілеспрямована стимуляція обраних структур периферичної нервової системи, 2. Індивідуальний підбір параметрів стимуляції, 3. Зручність для пацієнта (можливість проводити стимуляцію за межами лікарні в будь-який час), 4. Відсутність обмежень по тривалості та частоті стимуляції, 5. Безконтактна стимуляція, 6. Безболісна стимуляція.

19	<p>Операції при великих дефектах нервів</p> <ul style="list-style-type: none"> - Аутопластика (графт) – використання n. Suralis в якості нерва-донора. Чим більша протяженість дефекту нерву, який потрібно замінити, тим гірший кінцевий функціональний результат операції. В таких випадках слід завжди розглядати можливість проведення операції невротизації. - Невротизація – використання гілок здорового сусіднього нерву для відновлення функції ушкодженого
20	<p>Покази та умови для проведення ортопедичної корекції функції стопи і кисті: (найчастіше використовується при дисфункції променевого та малогомілкового нерву)</p> <ul style="list-style-type: none"> - У випадках, коли через один рік та більше відсутній ефект від операції на нерві - У випадку стійкої нейропатії малогомілкового нерву для виконання ортопедичної корекції необхідно адекватна робота м'язів, що інервуються великогомілковим нервом, - У випадку стійкої нейропатії променевого нерву, необхідна адекватна робота м'язів що інервуються серединним та ліктьовим нервом. - Навички сухожильного шву, - Знання анатомії - Розуміння того, що ви робите. Бо можна зробити незворотньої шкоди!!!
21	<p>Прогноз:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Загальний післяопераційний результат виявляється більш сприятливим для пацієнтів з вогнепальними пораненнями (GSW), ніж для пацієнтів з осколковими пораненнями, особливо з точки зору полегшення нейропатичного болю (75 % проти 58 % відповідно, $p < 0,05$). 2. Наявність сторонніх тіл у осколкових поранених пацієнтів негативно впливає на результат хірургічного втручання з точки зору швидкості зменшення болю(28 % порівняно з 67 % у пацієнтів з і без сторонніх тіл відповідно). 3. Реконструкція нервового трансплантата, а не нейроліз, здається, є більш ефективним лікуванням нейропатичного болю, спричиненого шрапнеллю (100 % проти 47 % у показниках покращення відповідно). 4. Раннє хірургічне втручання (серед 2 місяців після травми) значно полегшило нейропатичну біль у 83 % осколково-поранених пацієнтів порівняно з 58 % у пацієнтів, оперованих пізніше.

Висновки. Це дослідження свідчить про те, що осколкові поранення більше руйнівні для нервової тканини, ніж вогнепальні (кульові поранення). Раннє хірургічне втручання при осколкових пораненнях і трансплантація розщепленого нерва (особливо, коли невеликі фрагменти сторонніх тіл розпізнається в нерві) значно покращують стан пацієнта, функціональну активність та якість життя.

Посилання: **Clinical aspects of ballistic peripheral nerve injury: shrapnel versus gunshot.** Shimon Rochkind & Ido Strauss & Zvi Shlitner & Malvina Alon & Evgeny Reider & Moshe Graif. Acta Neurochir DOI 10.1007/s00701-014-2139-0

22

Патофізіологічні механізми ушкодження периферичних нервів при осколкових пораненнях:

1. Металеві осколки поблизу травмованих нервів погіршують загоєння нервів. Демонстрація гіперемічної реакції навколо збережених фрагментів свідчить про те, що осколки, залишені на місці, можуть викликати запальну реакцію.
2. Дрібні металеві фрагменти зазвичай вважаються інертними і часто залишаються *in situ* і лікуються консервативно профілактичними антибіотиками. В той же час було показано, що вони поступово вкладаються у фіброзну тканину [8], що свідчить про те, що запальна реакція на фрагменти, що залишилися в м'яких тканинах, може розвинутися навіть через роки після травми.
3. Ще одним потенційним джерелом локальної травми нервів, якому не приділяється достатньо уваги, є термічне травмування від збережених нагрітих осколків балістичних ракет. Експериментальні дослідження впливу тепла на периферичні нерви показали диференційований вплив на мієлінізовані і немієлінізовані нервові волокна. Немієлінізовані С-волокна пошкоджуються відразу після місцевого впливу температур вище 58°C, ймовірно, через пряме аксональне пошкодження. З іншого боку, мієлінізовані нервові волокна розвивають відстрочену відмову провідності через теплове індуковане мікроангіопатичне пошкодження нервової судини, що призводить до ішемічного пошкодження нерва. Це означає, що осколкові травми периферичних нервів потенційно є прогресивним явищем, сприяючи розвитку сильного невропатичного болю.
4. Рання операція має значний ефект в плані знеболювання при проникаючих травмах. Після осколкових травм рання операція (в перші 4 місяці) призводить до кращого результату невропатичного знеболення, у тому числі і завдяки припинення локального прогресуючого запального процесу.

ЗАКЛЮЧЕННЯ

Результати хірургічного лікування вогнепальних поранень периферичних нервів загалом гірші за інші види поранень нервів мирного часу. Хірургічні втручання при вогнепальних пораненнях у більшості випадків проводяться у відстроченому порядку. Хірургічні втручання на периферичних нервах повинні проводитись у спеціалізованих установах, що мають досвід втручань на периферичних нервах. Тривала електростимуляція ушкоджених нервів є ефективним методом стимуляції регенерації та репаративних процесів при таких видах ушкодження нерву, як аксонотмезис. Застосування тривалої електростимуляції периферичних нервів та нервових сплетень є ефективним методом контролю больового синдрому, що значно покращує якість життя пацієнтів.

Вищевикладені положення не є сталими. Вони створені на основі власного досвіду та огляду літератури. Ми відкриті до діалогу, тому з вдячністю сприйmemo критичні зауваження та побажання. Впевнені, що лише сумісна праця різних фахівців та науково-клінічних установ на різних етапах надання медичної допомоги здатна покращити результати лікування поранень периферичних нервів, та зробити цю допомогу більш доступною та спеціалізованою.

Коли ви стикнетесь з пораненнями периферичних нервів обов'язково глибоко обдумайте лікувальну тактику, особливо на предмет показів та об'єму хірургічного втручання. Обмірковуючи покази та об'єм операції обов'язково слід зважати на клініку ураження периферичного нерву, час, що минув з моменту поранення, динаміку неврологічного стану, характер загоєння рани, характер та наслідки ушкодження кісток скелету, судин, сухожилків та м'язів.

Ретельно вивчить результати ЕНМГ, дані УЗД нервових стовбурів. В складних випадках проконсультуйтеся з колегами або спрямуйте пораненого/травмованого до спеціалізованої установи (ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН»).

На останок рекомендуємо добре готуватися до кожної операції при пораненнях периферичних нервів: підготуйте всі необхідні інструменти, витратні матеріали та обладнання (операційний мікроскоп, апарат для інтраопераційного нейромоніторингу, шовний матеріал, пристрій для проведення тривалої нейростимуляції).

Саме важливе – не поспішайте при таких операціях. Це делікатна та інтелектуальна нейрохірургія і часто саме від вас буде залежати чи зможе пацієнт повернутись до повноцінного життя, роботи чи військової служби.

З повагою,

Завідувач центру Церебральної нейрохірургії лікарні Мечникова, Заслужений лікар України, доктор медичних наук, професор Андрій Сірко,

Лікар-нейрохірург, старший ординатор Центру церебральної нейрохірургії лікарні Мечникова, Заслужений лікар України, кандидат медичних наук, Ігор Кирпа

P.S. Сподіваємось, що отримані наукові знання з наших монографій: <https://una.org.ua/2022/03/10/likuvannya-bojovyh-cherepno-mozkovyh-poranen> відеопрезентацій на каналі Української нейрохірургічної асоціації: <https://www.youtube.com/channel/UCoGzQ4Icj0Y0kB5vmcEM7JQ> та інформація з цих рекомендацій дозволять Вам врятувати не одне життя наших захисників, покращити якість життя пораненим та травмованим.

Зауваження та свої побажання надсилайте нам на поштові скриньки:

neurosirko75@gmail.com, neuro.kyrpa@gmail.com

Будемо вдячні Вам за зворотній зв'язок!

Разом до перемоги!

СЛАВА УКРАЇНІ !!!