

УДК 616.8:616833-001:617.57

© В.І. Цимбалюк, М.М. Татарчук, Л.М. Сулій, 2012.

ПЛАСТИЧНІСТЬ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ І ВІДНОВЛЕННЯ ФУНКЦІЇ КІНЦІВКИ ПІСЛЯ ТРАВМИ ПЕРИФЕРИЧНИХ НЕРВІВ

В.І. Цимбалюк, М.М. Татарчук, Л.М. Сулій

ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України», клініка відновної нейрохірургії (керівник – академік НАМН України, д.мед.н., професор В.І. Цимбалюк), м. Київ.

THE PLASTICITY OF THE NERVOUS SYSTEM AND RESTORATION OF LIMB FUNCTION AFTER NERVE INJURY V.I. Tsybaluk, M.M. Tatarchuk, L.M. Suliy

SUMMARY

Peripheral nerve injuries constitute 1.5-6% of overall injuries but these injuries are the primary cause of disability. Search for new methods aimed at improvement of functional recovery after injury is pointing to the need for a deep study of neuroplasticity. 29 patients diagnosed with whole brachial plexus injury were managed in the department of restorative neurosurgery of Institute of Neurosurgery. These patients underwent a set of staged surgeries, reinnervational process was documented using methods of neurophysiological monitoring, which allowed to improve and to speed up reinnervational process and restoration of motor function of injured limb along with maximum involvement of neural compensatory mechanisms.

ПЛАСТИЧНОСТЬ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФУНКЦИИ КОНЕЧНОСТИ ПОСЛЕ ТРАВМЫ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ НЕРВОВ

В.И. Цимбалюк, М.М. Татарчук, Л.М. Сулий

РЕЗЮМЕ

Травма периферических нервов составляет от 1,5% до 6% общего травматизма, однако за потерей трудоспособности находится на первом месте. Поиск новых методик, которые направлены на улучшение функции после травмы нерва указывает на необходимость более детального изучения пластических свойств нервной системы. В клинике восстановительной нейрохирургии Института нейрохирургии им. акад. А.П. Ромоданова проведено лечение 29 больных с тотальным вариантом повреждения плечевого сплетения, которым проведено комплекс повторно-этапных операций, с применением методик нейрофизиологического контроля реиннервационного процесса, изучали компенсаторно-восстановительные механизмы нервной системы, что дало возможность улучшить и ускорить восстановление моторной функции травмированной конечности.

Ключові слова: пластичність нервової системи, травма периферичного нерва, повторно-етапні операції, реінервація, перенавчання.

Рука та головний мозок функціонально тісно пов'язані одне з одним, верхня кінцівка створює потужний потік сенсорних сигналів до центральної нервової системи. Рука не тільки передає інформацію з навколишнього середовища до головного мозку, а ще є інструментом, за допомогою якого головний мозок здійснює виконання різноманітних задач. Це пов'язано з добре розвинутою сенсорною та моторною функцією руки, можливістю сильного захвату чи тонкої рухової дії, врешті, співпраця головного мозку та кінцівки, певною мірою, є символом індивідуальності, особистості, сукупності розуму та набутих навичок. [1]

Травма периферичного нерва має глибокий вплив на здатність людини взаємодіяти з навколишнім середовищем. Сьогодні, незважаючи на значні досягнення в мікронейрохірургії, удосконалення технічного забезпечення операцій та вишуканих реабілітаційних заходів, досягти 100% відновлення втрачених функцій кінцівки у дорослої людини майже не вдається [6,7]. Як правило, залишаються больові розлади, знижується якість життя пацієнта, збільшуються витрати на лікування як для хворого, так і для держави [6, 7].

Багато наукових досліджень спрямовані на визначення ролі нейробіологічних механізмів та факторів, що впливають на загибель нейронів [4, 5, 8, 9], та нейротрофічні фактори, які впливають на ріст аксонів та їх орієнтацію [10, 11]. Важливу роль відіграють механізми кіркової реорганізації після травми нерва, а також умови, в яких проходить процес регенерації.

Процес посттравматичного відновлення сенсорної та моторної функцій периферичного нерва включає поєднання безлічі структурних реорганізацій, починаючи від клітинного рівня, біохімічних та функціональних реакцій як у самому нерві, так і в структурах центральної нервової системи.

Незважаючи на величезну кількість клінічних та експериментальних робіт, присвячених методам та засобам лікування травми периферичних нервів, за останнє двадцятиріччя принципи тактики лікування не змінились. Відбулося максимальне удосконалення хірургічного інструментарію, розроблено оптимальний алгоритм надання спеціалізованої медичної допомоги хворим з травмою периферичних нервів, проте реабілітаційні заходи, розроблені у 60-х та 70-х роках, практично не змінились до сьогодення [2, 3].

Отже, враховуючи вищезазначене, нам здається, найбільш перспективним напрямком у пошуках нових стратегій для покращення функціонального відновлення ушкодженого нерва, більш глибоке розуміння змін кори головного мозку, які відбуваються в процесі формування нових навичок сенсорних та моторних властивостей після хірургічного відновлення цілісності провідникового апарату, тобто дослідження пластичності нервової системи та головного мозку в цілому.

«Пластичність - це здатність змінювати форму, моделюватися» «Це одна з важливих властивостей нервової системи, яка полягає у різних змінах структурно-функціональної та метаболічної організації нервової системи, завдяки чому закріплюються зміни, що виникають в нервовій системі при її взаємодії з середовищем. Пластичність консолідує нові зв'язки, що формуються, нові системи та міжсистемні відносини». Пластичні зміни відбуваються на всіх рівнях нервової системи: в нейроні - у мембранах, йонних каналах, рецепторах, органелах, синапсах, пресинаптичних та постсинаптичних структурах. Будь-яке ушкодження нервової системи ініціює виникнення пластичних процесів у вигляді різноманітних структурно-функціональних реорганізацій, які можуть мати як патологічне, так і саногенетичне значення. Яскравий приклад - денерваційний синдром м'яза. При денервації м'язова тканина повертається до характеристик ранньої ембріональної стадії, коли ще не було контакту м'яза з нервовим волокном. Це є результатом глибокого розгалуження генетичного апарату м'язових волокон внаслідок випадіння впливу нерва і порушення трофіки. При реіннервації м'яза регенеруючим нервом явища денерваційного синдрому зникають. [3]

Одним з важливих моментів пластичності є симетричне представлення сенсорної активності з обох сторін кори головного мозку, що має вирішальне значення у контролі двобічної симетричної рухової активності.

Одним з найяскравіших прикладів пластичності мозку є, так звана Cross modal plasticity, коли одна сенсорна модальність може замінюватись на іншу. Так у хворих, які втратили зір, при читанні за допомогою шрифту Брайля відбувається активація ділянки кори потиличної долі, що відповідає за зір через сомато-сенсорні аферентні імпульси з фаланг верхніх кінцівок. [14]. Цікавими роботами над дослідженням пластичності головного мозку є роботи D. Angelov 1993, де в експерименті на щурах, після перетину лицевого нерва накладали під'язиково-лицевий анастомоз, проводили підрахунок нейронів стовбуру мозку, які накопичували мічену пероксидазу хрому. В контрольній групі без операції кількість мотонейронів в латеральній порції ядра лицевого нерва становила

1254±54. Після анастомозу - 0. Через 28 днів після операції у ядрі під'язикового нерва (тобто донорського) - з'явилися перші мічені мотонейрони. Через 56 днів їх вже було 1096±48. Найцікавішим виявилось, що ядра не функціонуючого проксимального відрізка лицевого нерва (тобто центральної культі нерва після анастомозу) почали посылати свої аксони до новоутворених рухових одиниць лицевих м'язів. Цей спраутинг почався на 42 день після анастомозу, згодом почали виявляти мічені мотонейрони у ядрі лицевого нерва.

На 56 день після операції сумарна кількість мічених мотонейронів в ядрах 10 та 7 пари нервів становила 1797±142, на 224 день - 1978±92, тобто має місце значна гіперіннервація. А. Вјіркман 2005, дослідив пластичність головного мозку в умовах деаферентації неушкодженої верхньої кінцівки.

Мета роботи: вивчити компенсаторно-відновні механізми нервової системи у хворих з травмою периферичних нервів, яким проведені повторно-етапні оперативні втручання.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Проведено аналіз 29 спостережень хворих з тотальним варіантом ушкодження плечового сплетення, яким проведено повторно-етапні оперативні втручання. Пацієнти знаходились на лікуванні в ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМНУ» протягом 2007-2012рр. За віком хворі розподілились від 8 до 65 років. Діагноз уточнювали на основі клінічних, комплексу доопераційних нейрофізіологічних методів діагностики, УЗД, МРТ, КТ, інтраопераційної діагностики. Найбільш розповсюдженою причиною ушкоджень плечового сплетення були дорожньо-транспортні пригоди, (табл. 1).

Всього у 29 хворих з тотальним варіантом ушкодження плечового сплетення виконано 69 повторно-етапних оперативних втручань (табл. 2).

В якості нервів-невротизаторів використовували зовнішню гілку додаткового нерва, рухові гілки шийного сплетення, міжреберні нерви Th2-Th4 та діафрагмальний нерв. У ролі нерва-вставки, як правило, використовували литковий нерв.

Контроль реіннерваційно-денерваційного процесу виконували за допомогою стимуляційної електронейроміографії та голкової ЕМГ. Нами запропоновано метод одночасного ЕМГ контролю реіннерваційного процесу та стимуляції перенавчання новоствореної рухової активності м'яза через контроль акустичного феномену досліджуваної рухової одиниці при введенні внутрішньом'язового голкового електроду.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

В ході дослідження було визначено ряд особливостей у часі, темпі та умов реіннерваційного процесу, що мають безпосередній вплив на перебіг.

Таблиця 1

Основні причини ушкодження плечового сплетення

Причини травми	Кількість спостережень		Всього
	дорослі	Діти*	
Падіння з мотоциклу	14	2	16
Автопригоди	3	1	4
Падіння з висоти	6	—	—
Потрапляння кінцівки у поворотний механізм	1	—	—
Удар по надключичній ділянці	2	—	—
Всього	26	3	29

Примітка: * діти до 16 років.

Таблиця 2

Види повторно-етапних операцій на верхній кінцівці

Назва операції	Кількість спостережень
Невротизація м'язово-шкірного нерва	14
Невротизація медіального пучка плечового сплетення	25
Невротизація медіанної ніжки серединного нерву	4
Імплантація електростимулюючої системи для тривалої стимуляції	15
Транспозиція сухожилків	6
Артродез суглоба	5
Всього	69

Відомо, що швидкість регенерації аксонів складає близько 1 мм на добу, однак вік є одним з тих чинників, залежність від якого чітко вказує на різницю в якісному відновленні нервових структур у дорослих та дітей. Мозок дітей здатний краще «інтерпретувати» нові аферентні нервові імпульси, що надходять з видозмінених аксонів [5, 12, 13]. Термін проведення операції теж має важливий вплив на результат оперативного втручання, адже бажано, щоб травмований нерв якнайшвидше отримав анатомічну цілісність, причому з відповідним дотриманням функціональної відповідності моторних та сенсорних волокон. Крім того, необхідно наголосити на характеристиці типу ураження нервового стовбура: так, при тупій травмі, коли зберігається цитоархітектоніка та структурність аксонів, а також відповідність сенсорно-моторній функціональності, процес регенерації відбувається значно швидше, ніж при порушенні анатомічної цілісності нервового стовбура, його розрив.

Не останню роль у процесі відновлення функції нервів та кінцівки відіграє вид хірургічного втручання: зшивання «напрямую», міжпучкова чи внутрішньостовбурова пластика, невротизація та вибір нерва донора, а також довжина вставки – все це важливі чинники.

Клінічним доказом проявів пластичності функції нервової системи була поява у хворих через 8-10 міс. після операції синкінетичних рухів у м'язах, що

реіннервовані руховими волокнами нервів-донорів. Так, у 21 (72%) хворого, яким була проведена невротизація *p.musculocutaneus* діафрагмальним нервом, при вдиханні відмічалось скорочення біцепса та згинання передпліччя у ліктьовому суглобі. Треба відмітити, що у 7 (24%) хворих виникали проблеми у перенавчанні, тобто пацієнти, виконуючи серію глибоких вдихів не могли відокремити можливість скорочення біцепса від скорочення діафрагми.

Всім хворим на етапі реабілітації було виконано голковий електроміографічний контроль реіннерваційно-денерваційного процесу. З метою максимального залучення компенсаторно-відновних механізмів нервової системи та прискорення процесу перенавчання, хворим під час голкового ЕМГ дослідження, коли голковий електрод знаходивсь у реіннервованому м'язі, пропонували заслухати акустичний феномен міографічної кривої на вдиху та при затримці дихання. Саме на етапі затримки дихання хворому давали команду посылати скорочувальні команди на досліджувальний м'яз і відповідно на міограмі реєстрували активність та потенціали рухових одиниць у супроводі звуку, тобто хворий самостійно міг відокремити рухи, які потрібно розвивати. Також відмічено, що у хворих, які у процесі реабілітації активно використовували контралатеральну кінцівку, термін отримання перших ознак функції реіннервованих м'язів суттєво скорочувався.

ВИСНОВОКИ

1. Пластична властивість нервової системи і головного мозку, а також саногенетичні механізми задіяні у процесі відновлення функції нервів в умовах травми є перспективним напрямком у дослідженні патофізіології відновлення нервової системи.

2. Диференційований підхід до виконання повторно-етапних хірургічних втручань, комплексне застосування нейрофізіологічних методів діагностики та повноцінної реабілітації дають можливість покращити результати повторних операцій при травмі периферичних нервів за умови максимального залучення компенсаторно-відновних механізмів нервової системи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Цимбалюк В.І. Гайко Г.В., Сулій М.М., Страфун С.С. Хірургічне лікування ушкоджень плечового сплетення. Тернопіль «Укрмедкнига», 2001.
2. Третьяк І.Б. Діагностика та хірургічне лікування хворих з тяжкими та застарілими ушкодженнями периферичних нервів». Док. Дисертація, 2009.
3. Крижановский Г.Н. Общая патофизиология нервной системы. - Москва: «Медицина», 1997.
4. Lundborg G. Nerve injury and repair. Regeneration, reconstruction and cortical remodelling. 2-е изд. Philadelphia: Elsevier. – 2004.
5. Lundborg G. Richard P. Bunge memorial lecture. Nerve injury and repair – a challenge to the plastic brain. // J Peripher Nerv Syst. – 2003. – N8(4). – P. 209-26.
6. Jaquet JB, Luijsterburg AJ, Kalmijn S, Kuypers PD, Hofman A, Hovius SE. Median, ulnar, and combined median-ulnar nerve injuries: functional outcome and return to productivity. // J Trauma. – 2001. – Vol.51, N4. – P.687-92.
7. Rosberg HE. Hand Injuries - epidemiology, costs and outcome. Malmo: Lund University; 2004.
8. Liss AG, af Ekenstam FW, Wiberg M. Cell loss in sensory ganglia following peripheral nerve injury. An anatomical study in the cat. // Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg. – 1994. – Vol.28. – P.177-187.
9. Liss AG, af Ekenstam FW, Wiberg M. Loss of neurons in the dorsal root ganglia after transection of a sensory peripheral nerve. An anatomical study in monkeys. // Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg. – 1996. – Vol. 30. – P.1-6.
10. Lundborg G. A 25-year perspective of peripheral nerve surgery: Evolving neuroscientific concepts and clinical significance. // J Hand Surg. – 2000. – Vol.25A. – P.391-414.
11. Bontioti EN, Kanje M, Dahlin LB. Regeneration and functional recovery in the upper extremity of rats after various types of nerve injuries. // J Peripher Nerv Syst. – 2003. – Vol.8, N.3. – P.159-68.
12. Lundborg G, Rosen B. Sensory relearning after nerve repair. // Lancet. – 2001. – Vol.358. – P.809-10.
13. Almquist EE, Smith OA, Fry L. Nerve conduction velocity, microscopic, and electron microscopy studies comparing repaired adult and baby monkey median nerves. // J Hand Surg. – 1983. – Vol.8A, N.4. – P.406-410.
14. Gizewski ER, Gasser T, de Greiff A, Boehm A, Forsting M. Cross-Modal plasticity for sensory and motor activation patterns in blind subjects. // Neuroimage. – 2003. – Vol.19, N.3. – P.968-75.