3. Оценка ультразвуковых данных нервно-мышечного аппарата при травмах лучевого нерва / *Голубев В.Г., Кхир Бек М., Юлов В.В., Гончаров Н.Г.* // Хирургия им. Н.И. Пирогова. — 2011. — № 10. — С. 58–65.
4. Пат. № 58187 UA. МПК (2011) A 61 B 8/08. Спосіб кількісної оцінки щільності ультрасонографічного зображення м'язів кінцівок / *Гайко О.Г., Вовченко Г.Я., Сергієнко Р.О.* (UA) / ДУ "Інститут травматології та ортопедії АМН України" (UA) ; № u201009401 ; заявл. 27.07.2010 ; опубл. 11.04.2011. — Бюл. № 7.
5. Пат. №40039 UA. МПК (2006) A 61 B 8/00. Пристрій для визначення кутів нахилу датчика ультразвукового апарата до сагітальної та фронтальної площин / *Куценок Я.Б., Вовченко Г.Я., Гайко О.Г.* (UA) / ДУ "Інститут травматології та ортопедії АМН України" (UA); № u200811736 ; заявл. 02.10.2008 ; опубл. 25.03.2009. — Бюл. № 6.
6. Пат. №40040 UA. МПК (2006) A 61 B 8/00. Спосіб визначення кутів нахилу датчика ультразвукового апарата до сагітальної та фронтальної площин / *Гайко О.Г., Вовченко Г.Я., Куценок Я.Б.* (UA) / ДУ "Інститут травматології та ортопедії АМН України" (UA) ; № u200811737 ; заявл. 02.10.2008; опубл. 25.03.2009. — Бюл. №6.
7. *Страфун С.С.* Комплексне ортопедичне лікування хворих із застарілими ушкодженнями плечового сплетення та периферичних нервів верхньої кінцівки : дис. ... доктора мед. наук : 14.01.21 / *Страфун С.С.* — К., 1999. — 337 с.
8. *Шевченко С.Д.* Возможности ультразвуковой диагностики в травматологии и ортопедии / *Шевченко С.Д., Мартюк В.И., Яковенко И.Г.* // Ортопед., травматол. и протезир. — 2009. — № 1. — С. 118–123.
9. *Gunreben G.* Real-time sonography of acute and chronic muscle denervation / *G. Gunreben, U. Bogdahn* // Radiology. — 2004. — Vol. 14 (Issue 7). — P. 654–664.
10. *Jacobson J.A.* Fundamentals of Musculoskeletal Ultrasound / *J.A. Jacobson.* — Philadelphia : Saunders Elsevier, 2007. — 346 p.
11. Muscle ultrasound in the assessment of suspected neuromuscular disease in childhood / *Zuberi S.M., Matta N., Nawaz S.* [*et al.*] // Neuromuscul. Disord. — 1999. — Vol. 9, № 4. — P. 203–207.
12. *Pillen S.* Skeletal muscle ultrasound / *S. Pillen* // Eur. J. Translational Myology. — 2010. — Vol. 1, № 4. — P. 145–155.
13. Quantitative skeletal muscle ultrasonography in children with suspected neuromuscular disease / *Pillen S., Scholten R.R., Zwarts M.J., Verrips A.* // Muscle Nerve. — 2003. — Vol. 27. — P. 699–705.
14. Quantitative ultrasonography in focal neuropathies as compared to clinical and EMG findings / *Bargfrede M., Schwennicke A., Tumani H., Reimers C.D.* // Eur. J. Ultrasound. — 1999. — Vol. 10, № 1. — P. 21–29.
15. The Significance of Echogenicity in Denervated Skeletal Muscle / *Jung J.C., Lee S.G., Kim J.H.* [*et al.*] // Chonnam Med. J. — 2001. — Vol. 37, № 4. — P. 383–388.
16. Ultrasound follow-up after experimental muscle denervation / *Küllmer K., Reimers C.D., Eysel P., Harland U.* // Ultraschall. Med. — 1996. — Vol. 17, № 5. — P. 225–228.
17. *Van Holsbeeck M.* Musculoskeletal ultrasound / *M. Van Holsbeeck, J. Introcaso* // St. Louis : My Book, 1991. — 316 p.

УДК 616.833.37–001–098:615.84

ВИКОРИСТАННЯ ПРЯМОЇ ДОВГОТРИВАЛОЇ ЕЛЕКТРОСТИМУЛЯЦІЇ ПРИ НАСЛІДКАХ УШКОДЖЕННЯ ПРОМЕНЕВОГО НЕРВА

Ю.В. Цимбалюк
ДУ "Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України", м. Київ

LONG-TERM DIRECT PERIPHERAL NERVE STIMULATION IN SURGICAL TREATMENT OF RADIAL NERVE INJURIES

Yu.V. Tsymbaliuk

Radial nerve injuries constitute to 13% of general peripheral nerve injuries. During the period from 2004 to 2012 in the clinic of restorative neurosurgery 14 patients have been undergone surgeries on the occasion of radial nerve injuries combined with application of long-term stimulation technique. Neurolysis and decompression of the radial nerve have been carried out for all patients. In 2 cases microsurgical nerve suturing (neurography) was performed in 1 case autoradiography (autoneuroplasty) has been carried out. After nerve removal from surrounding scar tissues and restoration of anatomical integrity the electrodes of NeuC-3M electro-stimulation system of Neuc-3M were sutured to the epineurium. This system allowed patients to carry out individual complex of direct electrical stimulation at home several times per day for a long period of time.

In 28.6% of cases restoration of radial nerve function was good (motor — 4–5, sensory — 3–4), in 57.1% of cases partial restoration was observed (M2–M3 and S1–S3). Two patients have undergone tendon transposition of flexors on extensors for upper extremity function restoration.

Thus motor direct electrical stimulation is effective and safe method of influencing on neuromuscular system in patients with radial nerve injuries.

Key words: neuropathy of radial nerve, surgical treatment, electrostimulation.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЯМОЙ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ ПРИ ПОСЛЕДСТВИЯХ ПОВРЕЖДЕНИЯ ЛУЧЕВОГО НЕРВА

Ю. В. Цымбалюк

Повреждение лучевого нерва встречается до 13% от общего количества травм периферических нервов. В клинике восстановительной нейрохирургии с 2004 по 2012 г. было прооперовано 14 пациентов с повреждением лучевого нерва с использованием методики длительной электростимуляции. Всем больным проведен невролиз и декомпрессия лучевого нерва, у двоих — нейрорафия, у одного — аутонейропластика. После освобождения нерва от окружающих рубцово измененных тканей и восстановления анатомической целостности к эпиневрию подшивали электроды электростимуляционной системы НейСи-3М. Эта индивидуальная система позволяет проводить сеансы прямой электростимуляции в домашних условиях несколько раз в день в течение длительного времени.

Хорошее восстановление функции лучевого нерва до М4–М5 и S3–S4 наблюдали в 28,6%. Частичное восстановление до М2–М3 и S1–S3 — в 57,1%. У двоих больных для восстановления функции конечности были выполнены транспозиции мышц-сгибателей на разгибатели.

Таким образом, длительная прямая электростимуляция — это эффективный безопасный метод воздействия на нервно-мышечный аппарат при последствиях повреждения лучевого нерва.

Ключевые слова: невропатия лучевого нерва, хирургическое лечение, электростимуляция.

Вступ

Ушкодження променевого нерва трапляється у 13% від загальної кількості травм периферичних нервів [2, 6, 8]. Основною причиною ушкодження нервів є транспортний, побутовий, виробничий травматизм та вогнепальні поранення. У більшості випадків трапляються поєднані травми, а в 24,4% випадків ушкоджуються нерви, кістки, магістральні судини та сухожилля [3]. Невропатія променевого нерва часто є ускладненням при переломах плечової кістки і сягає 15% [8, 12]. Трапляються і ятрогенні ушкодження променевого нерва внаслідок накладання джгута та хірургічних втручань на верхніх кінцівках. Найчастіше ятрогенне ураження променевого нерва відбувається при остеосинтезі діафізарних переломів плеча, закритій репозиції перелому, вправленні вивиху плеча, накладанні турнікету, біопсії, видаленні секвестру пухлини. Частота ятрогенних ушкоджень променевого нерва при лікуванні діафізарних переломів плеча сягає 10–20% [5]. При лікуванні переломів дистального метаепіфіза променевої кістки черезшкірна фіксація шпицями є ефективним малоінвазивним методом, але частота ушкодження поверхневої гілки променевого нерва коливається від 12 до 33% випадків [1]. Для профілактики ятрогенних ушкоджень променевого нерва при виконанні лікувальних маніпуляцій та операцій на рівні плеча рекомендують уникати контакту з нервом, а якщо це неможливо, то необхідно ідентифікувати нерв під час хірургічного доступу, мобілізувати та ретельно оберігати [5, 14]. Для визначення безпечних зон та проекційної анатомії променевого нерва на плечі рядом хірургів запропоновано різноманітні зовнішні орієнтири та схеми [5].

Променевий нерв (C5–C8, Th1) є продовженням заднього пучка плечового сплетення. Від проходить позаду від плечової артерії на задню сторону плеча, огортає плечову кістку в *canalis humeromuscularis* та через латеральну міжм'язову перетинку виходить у проміжок між *m. brachioradialis* та *m. brachialis*, де ділиться на поверхневу та глибоку гілки. Поверхнева (шкірна) гілка променевого нерва іннервує тильну поверхню кисті, I, II і частково III пальців. Друга, рухова гілка, йде до заду та іннервує м'язи-розгиначі кисті та пальців, м'яз-супінатор та ліктьовий м'яз. Ушкодження променевого нерва на рівні плеча супроводжується суттєвою втратою функції верхньої кінцівки. Парез розгиначів кисті та пальців утруднює виконання різноманітних рухів (захватів) та їх силу. Важко виконувати як прості рухи, так і тонкі складні маніпуляції, такі як письмо, плетіння та ін. [5]. Поранення променевого нерва обумовлено його близьким розташуванням біля плечової кістки. При травмах променевого нерва на рівні діафіза плеча та в його нижній третині гілки до триголового м'яза зберігаються. При ушкодженні в нижній третині плеча на рівні ліктьового згину можуть зберігатися гілки до плечопроменевого м'яза та променевого розгинача кисті.

При переломі плечової кістки та фракційному ушкодженні променевого нерва консервативна терапія допустима терміном 2–3 місяці, а при відсутності позитивної динаміки є показанням до хірургічного втручання та його ревізії. Остеосинтез при переломі плечової кістки та ушкодженні променевого нерва рекомендують виконувати з виділенням та ревізією променевого нерва [2].

Для діагностики ушкоджень променевого нерва використовують електронейроміографічні, ультразвукові та магнітно-резонансні дослідження нервів та м'язів.

Для лікування наслідків ушкодження променевого нерва використовують хірургічні втручання, як на нервовому стовбурі — від 58,33 до 76,84%, так і на сухожильно-м'язовому апараті — від 41,67 до 23,16%, що дозволяє

у більшості випадків отримати позитивні результати [6]. Залежно від варіанта та ступеня ушкодження променевого нерва проводять невроліз, нейрорафію, аутопластику та невротизацію для відновлення його функції, а при негативних результатах таких втручань другим етапом виконують транспозицію м'язів передпліччя [9–11]. У післяопераційному періоді обов'язково необхідно застосовувати комплекс реабілітаційних заходів [8].

Незважаючи на велику кількість різноманітних методів лікування ушкоджень периферичних нервів, рівень інвалідності та соціальної дезадаптації хворих з цією патологією залишається досить високим. Тому зменшення кількості незадовільних результатів лікування залишається актуальною проблемою, що потребує пошуку нових ефективних засобів лікування хворих з наслідками ушкодження периферичних нервів [2, 4]. Однією із сучасних та перспективних методик поліпшення відновлення функції периферичних нервів є застосування прямої довготривалої електростимуляції. Накопичений уже понад двадцятирічний досвід позитивного використання довготривалої електростимуляції при ушкодженнях підкіркових структур центральної нервової системи. Існує низка експериментальних досліджень, що вказують на прискорення росту аксонів та їх мієлінізації під впливом електростимуляції. У той же час електростимуляція дозволяє підтримувати у функціональному стані м'язи, попереджаючи незворотні дегенеративні зміни в них до моменту відновлення нервових структур [7, 13].

Мета роботи — покращити результати відновного хірургічного лікування хворих з наслідками ушкодження променевого нерва із застосуванням довготривалої електростимуляції.

Матеріали і методи

У клініці відновлювальної нейрохірургії з 2004 по 2012 р. було прооперовано 14 пацієнтів з ушкодженням променевого нерва з використанням прямої довготривалої електростимуляції. За статтю хворі розподілялись таким чином: чоловіків було 10 (71,4%), жінок — 4 (28,6%). За віком у наших спостереженнях переважали хворі в групі від 21 до 44 років (за класифікацією ВООЗ) — 10 (71,4%); у групі 45–59 років — 3; у групі до 21 року — 1 хворий.

З анамнезу відомо, що ушкодження променевого нерва виникли:

1) при переломах плечової кістки в середній третині — в 11 хворих;

2) після металоостеосинтезу плечової кістки пластиною — у 4;

3) невропатія внаслідок ін'єкції в проекції променевого нерва — в 1;

4) після видалення об'ємного утворення в пахвовій ділянці — у 2 хворих.

Строк від травми до хірургічного лікування в клініці відновлювальної нейрохірургії становив від 3 до 24 місяців.

Клінічно спостерігали парез розгиначів кисті і пальців та порушення чутливості в зоні іннервації шкірної гілки променевого нерва на кисті.

Для виявлення неврологічного дефіциту використовували такі **тести:**

1. Скласти руки одну до одної долонями, як при молитві, а потім попросити пацієнта розвести пальці у сторони. При слабкості розгиначів пальців на боці ураження пальці не відводяться в сторону, а дещо згинаються та торкаються іншої долоні.

2. При витягнутому вперед передпліччі в положенні пронації попросити пацієнта розігнути кисть та пальці догори. При недостатній функції розгиначів та супінатора передпліччя кисть звисає, пальці не розгинаються, відсутня супінація передпліччя.

3. Для визначення дефіциту функції триголового м'яза плеча спостерігали наявність чи відсутність розгинання передпліччя.

4. Чутливі розлади виявляли на тильній поверхні кисті в зоні анатомічної табакерки та на I, II і медіальній частині III пальців. Руховий та чутливий дефіцит оцінювали за стандартними п'ятибальними шкалами М0–М5 та S0–S1 (К. А. Григорович, 1981).

Додатково хворим виконували *ретгенологічні* та *електронейроміогрфічні дослідження.* Проводили як поверхневу електронейроміографію, так і голкову міографію для визначення функціональних можливостей нервово-м'язового апарату кінцівки та стадії реіннерваційно-денерваційного процесу. Також використовували *інтраопераційну електродіагностику* функції променевого нерва для визначення подальшої тактики операції.

Усім 14 хворим було виконано *хірургічні втручання* — невроліз та декомпресія променевого нерва. При наявності металевих фіксаторів на плечовій кістці хірургічне втручання планували так (безумовно при необхідній консолідації кісткових уламків), щоб одномоментно з невролізом променевого нерва видалити фіксатори, для профілактики його ушкодження в майбутньому і створення оптимальних умов для відновлення функції в післяопераційному періоді. Якщо під час виділення променевого нерва спостерігали його анатомічне ушкодження (розрив, рубцеве переродження), виконували нейрорафію (2 хворих) чи аутопластику при наявності дефекту нервового стовбура — 10 см, з використанням двох вставок *n. suralis* (1 хворий). Після невролізу, декомпресії та відновлення анатомічної цілісності нерва до нервового стовбура підводили платинові електроди електростимуляційної системи НейСі-3М та з допомогою мікрохірургічної техніки нитками 5,0–6,0 підшивали їх до епіневрію (+ та –). Приймальну антену фіксували підшкірно.

Довготривалу пряму електростимуляцію проводили за допомогою вітчизняних електростимуляційних систем НейСі-3М, розроблених впроваджувальною експериментальною лабораторією (ВЕЛ, Київ). Система складається з двох частин: перша — приймальна антена та платинові електроди (які підшиваються до епіневрія), що імплантуються пацієнту, та друга — безпосередньо сам стимулятор та передавальна антена, яка через шкіру прикладається до приймальної антени (що імплантована) для передачі імпульсів до нерва. Електростимуляційна система є індивідуальною й надає хворому можливість її використання в домашніх умовах декілька разів

на добу протягом тривалого часу. При її використанні відсутня необхідність відвідування хворим фізіотерапевтичного відділення для проведення сеансів електростимуляції. Такі можливості значно підвищують ефективність методики. Сама процедура електростимуляції безболісна і легко переноситься хворими.

Через 2–3 доби після операції починали тестові стимуляції та підбирали індивідуально параметри стимулюючого імпульсу. Використовували модульовані імпульси, починаючи з мінімальної амплітуди. Після встановлення параметрів хворих відпускали додому. Пацієнти виконували сеанси електростимуляції 3–4 рази на добу протягом 10–15 хв. Упродовж лікування хворі приходили на консультації через 3 і 6 місяців для контрольного огляду та проведення електронейроміографії у відділенні відновлювальної нейрохірургії.

Результати та їх обговорення

Загалом ми отримали позитивні результати у вигляді збільшення обсягу та сили рухів у кінцівках різного ступеня та відновлення чутливих порушень у 12 (85,7%) хворих.

Добре відновлення функції променевого нерва до М4–М5 та S3–S4 отримали у 4 (28,6%) хворих. Спостерігали регрес м'язових гіпотрофій та атрофій, відновлення розгинання кисті та пальців.

Часткове відновлення функції розгиначів кисті та пальців до М2–М3 та S1–S3 отримали у 8 (57,1%) хворих.

Для отримання *задовільного* результату виникла необхідність проведення транспозиції м'язів-згиначів на розгиначі для відновлення функції розгинання кисті та пальців у 2 (14,3%) хворих.

Клінічний приклад

Хв-й С., 5 місяців тому отримав побутову травму — перелом правої плечової кістки в середній третині, невропатія правого променевого нерва. У хворого відсутнє розгинання кисті та пальців справа, гіпестезія в зоні анатомічної табакерки справа, гіпотрофія задньої групи м'язів правого передпліччя. Протягом 5 місяців отримував відновне консервативне лікування за місцем проживання без ознак відновлення функції променевогонерва.

У клініці відновлювальної нейрохірургії дообстежений. За даними електронейроміографії М-відповідь від загального м'яза-розгинача пальців справа при стимуляції променевого нерва відсутня, виконано невроліз та декомпресію правого променевого нерва на плечі. Після звільнення нерва від оточуючих рубцевих тканин до епіневрія підшито платинові електроди електростимуляційної системи НейСі-3М, антена фіксована підшкірно на медіальній поверхні правого плеча. На 3-ю добу після операції проведено першу електростимуляцію, настроєні параметри. Продовжував стимулювання дома 3–4 рази на добу по 15 хв протягом 6 місяців. Через 6 місяців при контрольному огляді розгинання кисті та пальців до М4–М5 у зоні іннервації променевого нерва на кисті зберігається легка гіпестезія до S3–S4. За бажанням хворого, оскільки функція променевого нерва відновилась, приймальна антенна з електродами видалена.

Висновки

1. Довготривала електростимуляція є ефективним та безпечним методом впливу на функціональний стан нервово-м'язового апарату кінцівки після ушкодження променевого нерва.

2. При неефективності консервативного лікуванні та наявності показань до хірургічного втручання при наслідках ушкодження променевого нерва використання довготривалої електростимуляції надає більше шансів для відновлення втрачених функцій кінцівки.

Література

1. *Алькатф Хамид Мохамед Хасан.* Лечение нестабильных переломов дистального метаэпифиза лучевой кости : дис. ... канд. мед. наук : 14.01.15 / *Алькатф Хамид Мохамед Хасан.* — М., 2010. — 122 с.
2. *Васильев М. В.* Хирургическое лечение больных с изолированным повреждением лучевого нерва и в сочетании с переломом плечевой кости : дис. ... канд. мед. наук : 14.01.15 / *Васильев Михаил Викторович.* — Казань, 2010. — 103 с.
3. *Волкова А. М.* Хирургия кисти / *А. М. Волкова.* — Екатеринбург : Сред.-Уральское кн. изд-во, 1991. — Т. I. — 304 с.
4. *Григорович К. А.* Хирургическое лечение повреждений нервов / *К. А. Григорович.* — Л. : Медицина, 1981. — 302 с.
5. *Золотова Ю. А.* Профилактика ятрогенных повреждений лучевого нерва при лечении переломов плеча : дис. ... канд. мед. наук : 14.01.15 / *Золотова Юлия Александровна.* — Якутск, 2011. — 97 с.
6. *Кхир Бек Мохамад.* Комплексная диагностика и оптимальный подход к лечению травматических повреждений лучевого нерва : дис. ... канд. мед. наук : 14.00.22 / *Кхир Бек Мохамад.* — М., 2009. — 141 с.
7. *Alrashdan M. S.* Thirty minutes of low intensity electrical stimulation promotes nerve regeneration after sciatic nerve crush injury in a rat model / *Alrashdan M. S., Park J. C., Sung M. A.* // Acta Neurol. Belg. — 2010. — Vol. 110, № 2. — P. 168–179.
8. *Eglseder W. A.* Distal humeral fractures : impact of lateral approach and fracture — specific plating on radial nerve palsies / *W. A. Eglseder* // Tech. Hand Up. Extrem. Surg. — 2012 — Vol. 16, № 3. — P. 127–131.
9. Selective neurotization of the radial nerve in the axilla using a full — length phrenic nerve to treat complete brachial plexus palsy : an anatomic study and case report / *Yang J., Chen L., Gu Y.* [*et al.*] // Neurosurgery. — 2011. — Vol. 68, № 6. — P. 1648–1653.
10. Sural nerve autografts for high radial nerve injury with nine centimeter or greater defects / *Lee Y. H., Chung M. S., Gong H. S.* [*et al.*] // J. Hand. Surg. Am. — 2008. — Vol. 33, № 1. — P. 83–86.
11. *Terzis J. K.* Radial nerve injuries and outcomes: our experience / *J. K. Terzis, P. Konofaos* // Plast. Reconstr. Surg. — 2011. — Vol. 127, № 2. — P. 739–751.
12. *Vural M.* Delayed radial nerve palsy due to entrapment of the nerve in the callus of a distal third humerus fracture / *M. Vural, A. Arslanta* // Turkish Neurosurg. — 2008. — Vol. 18, № 2. — P. 194–196.
13. *Wan L. D.* Electrical stimulation enhanced remyelination of injured sciatic nerves by increasing neurotrophins / *Wan L. D., Xia R., Ding W. L.* // Neuroscience. — 2010. — Vol. 169, № 3. — P. 1029–1038.
14. *Zang W.* Treatment of mid — distal humeral shaft fractures associated with radial nerve palsysis by minimally invasive screwed nails osteosynthesis technique / *Zang W., Liu Y. F., Wu Q. M.* // Zhongguo Gu Shang. — 2009. — Vol. 22, № 7. — P. 515–517.