

Використання тривалої електростимуляції при пошкодженні периферійних нервів та сплетень

Третяк І.Б.

Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова АМН України, м. Київ

В хірургії периферійних нервів застосований метод тривалої електростимуляції з використанням вітчизняного електростимулятора НейСі-3М. Досліджений вплив електростимуляції на відновлення провідності нерва та регрес неврологічних симптомів у 46 пацієнтів з пошкодженням периферійних нервів та сплетень. Позитивні зміни електрофізіологічних та клінічних параметрів досягнуті в усіх спостереженнях.

Ключові слова: *травма периферійних нервів; плечове сплетення; електростимуляція; хірургічне лікування; електроміографія.*

Стимуляцію структур нервової системи за допомогою електричних імпульсів використовують не лише з діагностичною, а й з лікувальною метою. Стабільно високі результати забезпечують тривала електростимуляція підкіркових ядер для лікування торсійної дистонії; блукаючого нерва з метою контролю резистентних форм епілепсії; електростимуляція діафрагмального нерва — при синдромі центральної гіповентиляції; сакральна стимуляція у хворих за гіперактивного сечового міхура; епідуральна стимуляція спинного мозку для усунення невгамовного больового синдрому різного генезу [3, 8, 9, 11]. В клініці протягом багатьох років вивчають вплив електричних імпульсів на модуляцію функціонального стану ЦНС, лікувальний вплив тривалої електростимуляції за різноманітного ураження центральної та периферійної нервової системи. Ці проблеми висвітлені у дослідженнях Ю.П. Зозулі, О.О. Лапоногова, В.І. Цимбалюка [2, 4], В.С. Михайловського [5], І.В. Степаненко [7]. Проте, відсутність належної матеріальної бази перешкодила впровадженню методу у широку клінічну практику.

Зовсім інші можливості використання методики тривалої електростимуляції з лікувальною метою відкрилися з широким впровадженням мікропроцесорної техніки. Застосування спеціальних пристроїв для тривалої електростимуляції має принципово важливе значення для результатів лікування. Сьогодні у світі застосовують кілька систем для тривалої електростимуляції. Найбільш відома система PISCES (Percutaneously Inserted Spinal Cord Epidural Electrical Stimulation), яку випускає фірма «Medtronic» (США).

Електростимуляція структур центральної та периферійної нервової системи є ефективним і порівняно безпечним методом лікування різноманітних патологічних станів, що зумовило його активне поширення у лікувальній практиці. Проте, висока вартість технічних засобів та методи їх поставки роблять практично недоступним використання цих систем в нашій країні.

Незважаючи на те, що метод електростимуляції задніх стовпів спинного мозку за невгамовного больового синдрому існує майже 25 років, в Україні немає вітчизняної апаратури для його здійснення. Розробка вітчизняних технічних засобів для стимуляції означених структур є нагальною потребою, це дозволить почати широке впровадження цього методу лікування в Україні.

Матеріали і методи дослідження. Проаналізовані результати лікування 46 хворих з пошкодженням периферійних нервів та плечового сплетення віком від 4 до 58 років, у середньому 26,1 року. З них 19 хворих оперовані з приводу травматичного пошкодження периферійних нервів у строки пізніше ніж 12 міс. З них у 13 потерпілих було пошкодження нервів кінцівок, у 6 — давнє пошкодження лицьового нерва, що проявлялося тяжкими розладами функції нерва та косметичним дефектом. У 18 хворих хірургічне лікування проведене з приводу закритого травматичного пошкодження плечового сплетення, 9 — наслідків пошкодження плечового сплетення під час пологів. Тривалу електростимуляцію структур периферійної нервової системи проводили з використанням вітчизняних електростимуляційних систем НейСі-3М, розроблених у Впровадженій експериментальній лабораторії (Київ). Електричну стимуляцію нервів здійснювали прямокутними біфазними імпульсами тривалістю 0,1–0,5 мс, з амплітудою від 5 до 50 мкА, частотою 5–50 імп./с. З метою попередження надмірного збудження нервових волокон та рівномірного розподілу сумарного впливу на нерв щоденно проводили 4 сеанси електростимуляції тривалістю 5–10 хв. Функціональний стан уражених нервів до операції оцінювали клінічно за загальноприйнятною шкалою оцінки функції периферійних нервів M0–M5, S0–S4, з використанням стандартних методик електронейроміографії, за необхідності — даними МРТ шийного відділу хребта. Інтраопераційно досліджували амплітуду М-відповіді, швидкість проведення імпульсу та тривалість латентного періоду. Дослідження проводили за допомогою електроміографа Basis (OTE) Biomedica (Італія). Функціональний стан вивчали у різні періоди після операції як клінічно, так і за даними електрофізіологічних методів дослідження. Тривалість спостереження не менше 12 міс після операції, що давало можливість з високим ступенем вірогідності оцінити вплив використаних методів лікування на кінцевий результат.

Результати та їх обговорення. З приводу пошкодження периферійних нервів лікували 19 хворих. Тривалість періоду з моменту травми до виконання операції в усіх хворих перевищувала 1 рік. За пошкодження нервів кінцівок в усіх пацієнтів дані клінічного та електрофізіологічного обстеження свідчили про повне порушення провідності нерва. Під час виконання операції повний анатомічний розрив нерва виявлений у 6 хворих, у 7 — характер пошкодження нервів відповідав III типу (за класифікацією S. Sunderland [10]). Причинами пошкодження нервів кінцівок були забиття нервів, що супроводжувалось переломами кінцівок та кісток таза внаслідок дорожньо-транспортної пригоди — у 6 (46,2%) потерпілих, поранення гострими

предметами — у 4 (30,1%), ятрогенне пошкодження під час імплантації кульшового суглоба — у 3 (23,7%). З приводу повного анатомічного розриву нерва здійснене його мікрохірургічне зшивання, на дистальну та проксимальну частини зшитого нерва накладені електроди для проведення тривалої електростимуляції. Приймальну антену електростимуляційного пристрою розташовували у невеликій підшкірній ніші на відстані 3–5 см від пошкодженого нерва. Методику застосовано у зв'язку з значною давністю пошкодження для стимуляції регенерації нерва. У 4 хворих здійснене зшивання променевого нерва, у 2 — середнього.

Електростимуляцію нервів проводили за зазначеною методикою вже через кілька діб після операції. Контроль регенерації здійснювали як у ранньому періоді, так і у віддалені строки. Ранні ознаки регенерації (позитивний симптом Тінеля, поява болючості у реіннервованих м'язах) та ранні об'єктивні ознаки регенерації (реєстрація ортодромного потенціалу дії нерва, в подальшому — поява М-відповіді) у хворих, яким здійснювали електростимуляцію, реєстрували раніше, ніж у хворих контрольної групи, яким електростимуляцію не проводили, навіть у пацієнтів, давність пошкодження у яких була значно меншою (до 4 міс). Проте, починаючи з 6-го місяця після операції, спостерігали поступове вирівнювання основних електрофізіологічних параметрів функціонального стану нерва як у хворих, яким здійснювали електростимуляцію, так і у тих, яким призначали загальноприйняті методики реабілітаційного лікування після зшивання нерва.

Кінцевий результат відновлення функції нерва більш суттєво залежав від давності пошкодження, хоча у пацієнтів з давнім пошкодженням нервів, яким здійснювали електростимуляцію, результат наближався до результатів відновлення функції нерва після виконання операцій у строки до 4 міс з моменту травми.

У 7 хворих з внутрішньостовбуровим пошкодженням нервів після інтраопераційної діагностики, що підтвердила наявність хоча б незначної провідності нерва, стимуляційні електроди накладали вище та нижче зони пошкодження нерва. Сеанси електростимуляції починали на 3-тю добу після операції, проводили 3–4 сеанси по 5–10 хв щоденно. Відзначений суттєвий вплив електростимуляції на регрес больового синдрому, поліпшення трофічної функції нерва, поступове зменшення неврологічного дефіциту. Через 1 рік у 6 (85,7%) пацієнтів спостерігали відновлення функції пошкодженого нерва не нижче M4, S4.

Також методика тривалої електростимуляції застосована у 6 хворих з давнім, переважно після пологів пошкодженням лицьового нерва. Функціональний стан лицьового нерва через тривалий час після пошкодження (у середньому, 14,8 року) лише часткового відновився, зберігався і косметичний дефект, що суттєво непокоїло пацієнта, обмежувало спілкування та вибір професії, погіршувало якість його життя. Транспозиція лицьового нерва на функціонуючий нерв-донор у пацієнтів за частково збереженої функції лицьового нерва недоцільна, оскільки одразу після операції неврологічний дефіцит збільшується через повну втрату функції нерва, а достатнє відновлення функції лицьового нерва завдяки донорському нерву після тривалого існування патології сумнівне.

Під час хірургічного втручання у таких хворих переважно спостерігали значне зтоншення лицьового нерва в ділянці шилоподібного відростка та дистальніше, його внутрішньоневральне ущільнення. Після виділення нерва з навколишніх тканин на нього накладали пару електродів, які фіксували до епіневрію атравматичним шовним матеріалом. Приймальну антену розташовували у підшкірній кишені під ключицею. Через кілька днів після операції проводили сеанси електростимуляції лицьового нерва, починаючи з 1–2 хв, доводячи до 10 хв 4–5 разів на день. Під час стимуляції пацієнти відзначали появу відчуття поколювання в навколочувній ділянці, інколи — посмикування м'язів, іннервованих пошкодженим лицевим нервом. Вже через 1 міс регулярного електричного впливу на нерв значно підвищувався тонус м'язів, зменшувалася асиметрія. Через 1 рік після електростимуляції в усіх пацієнтів практично повністю відновилася симетрія обличчя, посилились скорочення м'язів, які частково функціонували до операції, з'явилися скорочення тих м'язів, які протягом тривалого часу після травми не функціонували. Показники основних електрофізіологічних параметрів лицьового нерва (М-відповідь, швидкість проведення) поліпшились в середньому на 40%; параметри мигального рефлексу суттєво не змінились.

З 27 потерпілих з пошкодженням плечового сплетення у 9 — його причиною була пологова травма. Тривалість існування пошкодження становила у середньому 7,2 року. Клінічно відзначали нерівномірне відновлення функцій різних структур плечового сплетення. Переважне ураження структур верхнього пучка виявлене у 4 хворих, верхнього та середнього — у 3, переважно нижнього — у 2. Проте, за даними доопераційного електрофізіологічного дослідження встановлено, що швидкість проведення імпульсу структурами плечового сплетення, в яких відбулося функціональне відновлення того чи іншого ступеня, суттєво не відрізнялась. Це свідчило про неповний варіант відновлення функції плечового сплетення не стільки через необоротність змін самих його структур, скільки внаслідок неповного розвитку тих ділянок моторних зон кори великого мозку, що відповідають за діяльність структур плечового сплетення, які під час пологів зазнали більш тяжкої травми. Тому після проведення невролізу плечового сплетення у хворих з пошкодженням плечового сплетення, спричиненим пологами, застосовано методику тривалої стимуляції структур плечового сплетення та його окремих довгих гілок [6]. Здійснювали вибірково (селективно) електростимуляцію найбільш уражених нервів та нервових утворень. Електростимуляцію проводили за допомогою підведених під конкретний нерв електродів, які під'єднували до приймальної антени, розташованої у підшкірній кишені під ключицею чи на животі. Для проведення сеансу електростимуляції над приймальною антеною на шкірно підводили антену, що передає сигнали генеруючого пристрою, і вмикали пристрій. Тривалість сеансу електростимуляції 15–20 хв. Використовуючи по чергово різні канали передачі електричних сигналів, вибірково стимулювали задані нерви. Сеанси електростимуляції безболісні, не вимагають перебування пацієнта у нерухомому стані, як це потрібно під час черезшкірної електростимуляції нервів та м'язів. Ще однією перевагою способу є завжди точне, визначене розташування стимулюючих

електродів під заданими нервами, що виключає необхідність пошуку відповідних, найбільш ефективних точок для електростимуляції під час кожного наступного лікувального сеансу, що надзвичайно важливо у дітей, особливо молодшого віку.

Наводимо власне спостереження.

Хворий С., 9 років, перебував на лікуванні в клініці з 01.04.02. У дитини на тлі загального зниження сили м'язів верхньої кінцівки спостерігали значне ослаблення розгинання передпліччя, відсутність розгинання кисті, пальців. Використані на попередніх етапах реабілітаційні фізіотерапевтичні методи лікування виявилися недостатньо ефективними.

Здійснене хірургічне лікування: невроліз плечового сплетення, підведення електродів під променевиий нерв, встановлення приймального пристрою. Використання електростимуляційної системи протягом 3 тиж забезпечило вибіркоче посилення функції ослаблених м'язів-розгиначів кисті та пальців у 3 рази, що проявлялося чітким поліпшенням функції верхньої кінцівки та об'єктивно підтвержене даними електронейроміографії.

У решти хворих також досягнуто суттєве поліпшення функції ураженої кінцівки. У 3 спостереженнях пошкодження плечового сплетення під час пологів функцію основних груп м'язів кінцівки відновлено до ступеня М4–М5.

Методику тривалої електростимуляції застосовано також у 18 пацієнтів з закритим травматичним та вогнепальним пошкодженням плечового сплетення, під час хірургічного втручання у них анатомічного розриву структур плечового сплетення не було, проте, виявлені значні внутрішньостовбурові зміни. Таке пошкодження за класифікацією Seddan розцінюють як аксонотмезис. При цьому оцінити вплив тривалої електростимуляції у таких хворих складно, оскільки характер пошкодження структур плечового сплетення, незважаючи на подібність клінічних ознак і наявність аксонотмезису, у кожному спостереженні індивідуальний, тому повноцінне порівняння з показниками у контрольній групі не коректне. Проте, результати хірургічного лікування хворих з пошкодженням плечового сплетення з використанням тривалої електростимуляції характеризувалися суттєвою тенденцією до більш високого ступеня відновлення і, що особливо важливо, більш повного відновлення всіх груп м'язів пошкодженої кінцівки.

Остаточо вплив тривалої електричної стимуляції на відновлення функції нервів не досліджений.

Частково механізми впливу ритмічного електричного подразнення нерва на його функціональний стан висвітлені Н.П. Бехтеревою [1]. Розвиваючи концепцію формування у головному мозку стійкого патологічного стану (СПС) як реакції на різноманітні надмірні впливи, авторка запропонувала ідею реалізації резервних можливостей мозку за різноманітних патологічних станів з включенням нових активних ланок для забезпечення простих і складних видів діяльності (на місці втрачених) з використанням відносно слабких впливів на кору великого мозку та підкіркові структури. Саме електростимуляція забезпечує можливість модуляції чи модифікації матриці тривалої пам'яті і тим самим сприяє оптимізації стану головного мозку, кірково-підкірковому забезпеченню пристосувальних реакцій, активації пластичних процесів нервової системи. У багатьох ситуаціях, особливо за закритого пошкодження нерва, він перебуває у стані парабіозу (СПС), і саме його електростимуляція здатна змінити функціональний стан нерва.

При дослідженні функціонального стану нерва під час виконання хірургічного втручання виявлені суттєві зміни основних електрофізіологічних параметрів нерва після короткочасної електричної стимуляції.

Нами вивчений вплив короткочасного електричного подразнення нерва на його основні параметри у післяопераційному періоді у хворих, яким імплантовано електростимуляційну систему. Визначали параметри М-відповіді, тривалість латентного періоду та швидкість проведення до сеансу електростимуляції, через 10 та 60 хв після неї. Відзначене збільшення параметрів М-відповіді до $(21 \pm 0,4)\%$ у порівнянні з вихідними показниками. Зміни швидкості проведення імпульсу та тривалості латентного періоду до і після сеансу електростимуляції недостовірні. Проте, зміни параметрів функціональної діяльності нерва, хоча і менш виражені, спостерігали і через 1 год після сеансу електростимуляції.

Висновки 1. Тривала електростимуляція — безпечний та ефективний спосіб впливу на функціональний стан периферійних нервів.

2. Тривала електростимуляція забезпечує більш ефективне, повноцінне відновлення функції плечового сплетіння за його травматичного пошкодження, особливо ефективна у лікуванні хворих дитячого віку з приводу паралічу плечового сплетення, спричиненого пологовою травмою.

3. При задавненому пошкодженні периферійних нервів використання тривалої електростимуляції дозволяє досягти більш повноцінного відновлення функції нерва.

Список літератури

1. Бехтерева Н.П. Электрическая стимуляция мозга и нервов у человека. — Л.: Наука, 1990. — 192 с.
2. Зозуля Ю.А., Лапоногов О.А., Цымбалюк В.И. Методика оперативных вмешательств с живлением долгосрочных интерцеребральных электродов и проведение лечебной электростимуляции у больных со спастичностью и гиперкинезами // Актуальные проблемы электростимуляции. — К.: Наук. думка, 1983. — С.64–66.
3. Кандель Э.И. Лечение болевых синдромов методом хронической электростимуляции задних столбов спинного мозга // Вопр. нейрохирургии. — 1986. — №2. — С.41–47.
4. Лапоногов О.А., Цымбалюк В.И. Результаты операций живления электродов и лечебной электростимуляции у больных со спастичностью и экстрапирамидными гиперкинезами // Актуальные проблемы электростимуляции. — К.: Наук. думка, 1983. — С.102–104.
5. Михайловский В.С., Семенова М.И., Степаненко И.В. Электростимуляция спинного мозга в комплексном лечении травмы позвоночника и его последствий // Тр. нейрохирургов. — Харьков, 1981. — С.175.

6. Патент 59569 А, Україна, МПК А61N 1/18. Спосіб лікування пологового паралічу плечового сплетіння та пристрій для його здійснення / В.Є. Сотниченко, В.І. Цимбалюк, І.Б. Третяк та ін. (Україна). — Заявл. 08.08.02; Опубл. 15.09.03 // Бюл. №9.
7. Степаненко И.В. Восстановительная электростимуляция нервных структур у больных с нарушением двигательных функций при поражении нервной системы: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. — К., 1982. — 26 с.
8. Clarke B.M., Upton A.R., Griffin H. et al. Chronic stimulation of the left vagus nerve in epilepsy: balance effects // Can. J. Neurol. Sci. — 1997. — V.24, N3. — P.230–234.
9. Matzel K.E., Bittorf B., Stadelmaier U., Hohenberger W. Sacral nerve stimulation in the treatment of faecal incontinence // Chirurg. — 2003. — Bd.74, H.1. — S.26–32.
10. Sunderland S. A classification of peripheral nerve injuries producing loss of function // Brain. — 1951. — V.74. — P.491–495.
11. Taira T., Takeda N., Itoh K. et al. Phrenic nerve stimulation for diaphragm pacing with a spinal cord stimulator: technical note // Surg. Neurol. — 2003. — V.59, N2. — P.128–132.

Использование продолжительной электростимуляции при повреждении периферических нервов и сплетений **Третяк И.Б.**

В хирургии периферических нервов применен метод продолжительной электростимуляции с использованием отечественного электростимулятора НейСи-3М. Изучено влияние длительной электростимуляции на восстановление проводимости нерва и регресс неврологических симптомов у 46 пациентов с повреждением периферических нервов и сплетений. Положительные изменения электрофизиологических и клинических параметров достигнуты у всех больных.

Prolonged electrical stimulation of peripheral nerves and plexus damage **Tretyak I.B.**

The method of prolonged electrical stimulation at damaged peripheral nerves surgical treatment was used. For peripheral nerves stimulation the device HeuSy-3M, produced in Ukraine was applied. Effect of prolonged electrical stimulation on motor recovery and neurological symptoms regress in 46 patients with brachial plexus trauma and pathology of peripheral nerves was studied. Positive electrophysiological and clinical patterns were obtained at all patients.

Коментар

до статті Третяка І.Б. «Використання тривалої електростимуляції при пошкодженні периферійних нервів та сплетень»

За більш ніж тридцятилітню історію широкого застосування тривалої електростимуляції різноманітних ланок центральної та периферійної нервової системи переконливо доведено значні переваги цього методу при різних захворюваннях нервової системи.

В наш час, завдяки широкому застосуванню мікроелектроніки та нанотехнологій, важко навіть приблизно окреслити коло можливого використання електростимуляційних методик.

Притаманна методу мініінвазивність та можливість практично необмеженого впливу на структури-мішені забезпечують бурхливий розвиток цього напрямку не тільки в нейрохірургії, а й у суміжних галузях медицини (офтальмології, неврології). По суті, ми є свідками формування нового напрямку — стимуляційної медицини, яка при багатьох нозологічних формах, резистентних до стандартних методів лікування, стає основним чи головним допоміжним засобом відновлення втрачених функцій.

Саме цій актуальній проблемі присвячена робота І.Б. Третяка. У вступі автором висвітлені теорія, практика та проблеми застосування електростимуляційних методик у лікуванні хворих з пошкодженням центральних та периферійних структур нервової системи. Проаналізовані результати застосування електростимуляційних методик у лікуванні 49 хворих з пошкодженням периферійної ланки нервової системи різної тривалості; з них 27 — з наслідками травматичного пошкодження плечового сплетення, в тому числі 9 — пологового плекситу, 16 — травмою нервів кінцівок, 6 — пошкодженням лицевого нерва. Після описання діагностичної методики та способу вживлення стимулювальних електродів автор наводить переконливі докази переваг застосування тривалої нейростимуляції з використанням вітчизняних електростимуляційних систем. Найбільш значущим результатом представленої роботи є суттєве відновлення втрачених функцій нервових структур, яке до впровадження електростимуляційних систем вважали безперспективним. Наприклад, відзначене суттєве поліпшення функцій лицевого нерва при застосуванні нейростимуляції через 14,8 року після його часткового пошкодження. Не менш переконливі результати, наведені автором при наслідках пошкодження плечового сплетення та нервів кінцівок.

*М.А. Сапон, канд. мед. наук,
ст. наук. співроб. клініки відновної нейрохірургії
Інституту нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова АМН України*