

Использование длительной электростимуляции при повреждении периферических нервов и сплетений

Третяк И.Б.

Институт нейрохирургии им. акад. А.П. Ромоданова АМН Украины, г. Киев

В хирургии периферических нервов использован метод длительной электростимуляции с применением отечественного электронейростимулятора НейСи-ЗМ. Исследовано влияние электростимуляции на восстановление проводимости нерва и регресс неврологических симптомов у 46 пациентов с повреждением периферических нервов и сплетений. Позитивные изменения электрофизиологических и клинических параметров отмечены во всех наблюдениях.

Ключевые слова: травма периферических нервов, плечевое сплетение, электростимуляция, хирургическое лечение, электромиография.

Стимуляцию структур нервной системы с помощью электрических импульсов используют не только с диагностической, но и с лечебной целью. Стабильно высокие результаты обеспечивает длительная электростимуляция подкорковых ядер при лечении торсионной дистонии; блуждающего нерва — с целью контроля резистентных форм эпилепсии; электростимуляция диафрагмального нерва — при синдроме центральной гиповентиляции; сакральная стимуляция у больных с гиперактивным мочевым пузырем; эпидуральная стимуляция спинного мозга для устранения неукротимого болевого синдрома разного генеза [3, 8, 9, 11]. В клинике на протяжении многих лет изучают влияние электрических импульсов на модуляцию функционального состояния ЦНС, лечебное влияние длительной электростимуляции при различных поражениях центральной и периферической нервной системы. Эти проблемы освещены в исследованиях Ю.П. Кукушки, О.О. Лапоногова, В.И. Цымбалюка [2, 4], В.С. Михайловского [5], И.В. Степаненко [7]. Однако отсутствие надлежащей материальной базы помешало внедрению метода в широкую клиническую практику.

Совершенно иные возможности использования методики длительной электростимуляции с лечебной целью открылись с широким внедрением микропроцессорной техники. Применение специальных устройств для длительной электростимуляции принципиально важно для результатов лечения. Сегодня в мире применяются несколько систем для длительной электростимуляции. Наиболее известна система PISCES (Percutaneously Inserted Spinal Cord Epidural Electrical Stimulation), выпускаемая фирмой “Medtronic”.

Электростимуляция структур центральной и периферической нервной системы является эффективным и сравнительно безопасным методом лечения различных патологических состояний, что обусловило его активное распространение в лечебной практике. Однако высокая стоимость технических средств и методы их поставки делают практически недоступным использование этих систем в нашей стране.

Невзирая на то, что метод электростимуляции задних столбов спинного мозга при неукротимом болевом синдроме насчитывает почти 25 лет, в Украине нет отечественной аппаратуры для его осуществления. Необходимость разработки отечественных технических средств для стимуляции задних столбов спинного мозга очевидна, что позволит начать широкое внедрение этого метода лечения в Украине.

Материалы и методы исследования. Проанализированы результаты лечения 46 больных с повреждением периферических нервов и плечевого сплетения в возрасте от 4 до 58 лет, в среднем 26,1 года. Из них 19 больных оперированы по поводу травматического повреждения периферических нервов в сроки позже 12 мес. Из них у 13 пострадавших было повреждение нервов конечностей, у 6 — давнее повреждение лицевого нерва, проявлявшееся тяжелыми расстройствами его функции и косметическим

дефектом. 18 больных оперированы по поводу закрытого травматического повреждения плечевого сплетения, 9 — по поводу повреждения плечевого сплетения во время родов. Длительную электростимуляцию структур периферической нервной системы осуществляли с использованием отечественных электростимуляционных систем НейСи-ЗМ, разработанных в экспериментальной лаборатории (Киев). Электрическую стимуляцию нервов осуществляли с помощью прямоугольных бифазных импульсов длительностью 0,1–0,5 мс, амплитудой от 5 до 50 мкА, частотой 5–50 имп./с. С целью предотвращения избыточного возбуждения нервных волокон и равномерного распределения суммарного влияния на нерв ежедневно проводили 4 сеанса электростимуляции длительностью 5–10 мин. Функциональное состояние пораженных нервов до операции оценивали клинически по общепринятой шкале оценки функции периферических нервов M0–M5, S0–S4, с использованием стандартных методик электронейромиографии, при необходимости — также по данным МРТ шейного отдела позвоночника. Интраоперационно исследовали амплитуду М-ответа, скорость проведения импульса и длительность латентного периода. Исследование проводили с помощью электромиографа Basis (OTE) Biomedica (Италия). Функциональное состояние изучали в разные сроки после операции как клинически, так и по данным электрофизиологических методов исследования. Длительность наблюдения не менее 12 мес после операции, что давало возможность с высокой степенью достоверности оценить влияние использованных методов лечения на окончательный результат.

Результаты и их обсуждение. По поводу повреждения периферических нервов лечили 19 больных. Во всех случаях с момента травмы до выполнения операции прошло более 12 мес. При повреждении нервов конечностей у всех пациентов данные клинического и электрофизиологического исследования свидетельствовали о полном нарушении проводимости нерва. Во время операции полный анатомический разрыв нерва выявлен у 6 больных, у 7 — характер повреждения нервов соответствовал III типу (по классификации S. Sunderland [10]). Причинами повреждения нервов конечностей были их ушиб, сопровождавшийся переломами конечностей и костей таза в результате ДТП — у 6 (46,2%) пострадавших, ранение острыми предметами — у 4 (30,1%), ятрогенное повреждение при протезировании тазобедренного сустава — у 3 (23,7%). По поводу полного анатомического разрыва нерва осуществлено его микрохирургическое сшивание, на дистальную та проксимальную части сшитого нерва наложены электроды для проведения длительной электростимуляции. Приемную антенну электростимуляционного устройства располагали в небольшой подкожной нише на расстоянии 3–5 см от поврежденного нерва. Методика применена в связи с большой давностью повреждения нерва. У 4 больных осуществлено сшивание лучевого нерва, у 2 — срединного.

Электростимуляцию нервов осуществляли по описанной методике уже через несколько суток после операции. Контроль регенерации осуществляли как в раннем периоде, так и в отдаленные сроки. Ранние симптомы регенерации (позитивный симптом Тиннеля, появление болезненности в реиннервированных мышцах) и ее объективные признаки (регистрация ортодромного потенциала действия нерва, в дальнейшем — появление М-ответа) у больных, которым осуществляли электростимуляцию, регистрировали раньше, чем у пациентов контрольной группы, которым электростимуляцию не проводили, даже у пациентов, давность повреждения у которых была значительно меньше (до 4 мес). Однако, начиная с 6-го мес после операции, наблюдали постепенное выравнивание основных электрофизиологических параметров функционального состояния нерва как у больных, которым осуществляли электростимуляцию, так и у тех, которым назначали общепринятые методики реабилитационного лечения после сшивания нерва.

Окончательный результат восстановления функции нерва существенно зависел от давности повреждения, хотя у пациентов со «старым» повреждением нервов, которым

осуществляли электростимуляцию, результат приближался к результатам возобновления функции нерва после операций в сроки до 4 мес с момента травмы.

У 7 больных с внутристволовым повреждением нервов после интраоперационной диагностики, подтвердившей наличие хотя бы незначительной проводимости нерва, стимуляционные электроды накладывали выше и ниже зоны повреждения нерва. Сеансы электростимуляции начинали на 3-и сутки после операции, проводили 3–4 сеанса по 5–10 мин ежедневно. Отмеченное существенное влияние электростимуляции на регресс болевого синдрома, улучшение трофической функции нерва, постепенное уменьшение неврологического дефицита. Через 1 год у 6 (85,7%) пациентов отмечено восстановление функции поврежденного нерва не ниже M4, S4.

Также методика длительной электростимуляции применена у 6 больных с давним, преимущественно интранатальным повреждением лицевого нерва. Функция лицевого нерва через длительное время после повреждения (в среднем, 14,8 года) возобновилась лишь частично, сохранялся косметический дефект, что очень беспокоило пациента, ограничивало общение и выбор профессии, ухудшало качество его жизни. Транспозиция лицевого нерва на функционирующий нерв-донор у пациентов с частично сохраненной функцией лицевого нерва нецелесообразна, поскольку сразу после операции неврологический дефицит увеличивается вследствие полной утраты функции нерва, а достаточное восстановление функции лицевого нерва за счет нерва-донора при длительном существовании патологии довольно сомнительно.

Во время хирургического вмешательства у таких больных преимущественно наблюдали значительное истончение лицевого нерва в участке шиловидного отростка и дистальнее, а также внутриневральные уплотнения. После выделения нерва из окружающих тканей на него накладывали пару электродов, которые фиксировали к эпиневрию атравматичным шовным материалом. Приемную антенну располагали в подкожном кармане под ключицей. Через несколько дней после операции проводили сеансы электростимуляции лицевого нерва, начиная с 1–2 мин, доводя до 10 мин 4–5 раз в день. Во время стимуляции пациенты отмечали появление ощущения покалывания в околоушной области, иногда — подергивание мимических мышц, иннервируемых поврежденным лицевым нервом. Уже через 1 мес регулярного электрического воздействия на нерв значительно повышался тонус мимических мышц, уменьшалась асимметрия. Через 1 год после электростимуляции у всех пациентов практически полностью восстановилась симметрия лица, усилились сокращения мимических мышц, частично функционировавших до операции, появились сокращения мимических мышц, долгое время после травмы не функционировавших. Показатели основных электрофизиологических параметров лицевого нерва (М-ответ, скорость проведения) улучшились в среднем на 40%; параметры мигательного рефлекса существенно не изменились.

Из 27 пострадавших с повреждением плечевого сплетения у 9 — его причиной была родовая травма. Длительность существования повреждения составляла в среднем 7,2 года. Клинически отмечали неравномерное восстановление функций разных структур плечевого сплетения. Преимущественное поражение структур верхнего пучка выявлено у 4 больных, верхнего и среднего — у 3, нижнего — у 2. Однако по данным дооперационного электрофизиологического исследования установлено, что скорость проведения импульса структурами плечевого сплетения, в которых отмечали функциональное восстановление той или другой степени, существенно не отличалась. Это свидетельствовало о неполном варианте восстановления функции плечевого сплетения не столько ввиду необратимости изменений самих его структур, сколько в результате неполного развития участков моторных зон коры большого мозга, отвечающих за функцию структур плечевого сплетения, наиболее серьезно травмированных во время родов. Поэтому после проведения невролиза плечевого сплетения у больных с его интранатальным повреждением использована методика длительной стимуляции структур

плечевого сплетения и его отдельных длинных ветвей [6]. Осуществляли выборочную (селективную) электростимуляцию наиболее пораженных нервов и нервных образований. Электростимуляцию проводили с помощью подведенных под конкретный нерв электродов, которые подсоединяли к приемной антенне, расположенной в подкожном кармане под ключицей или на животе. Для проведения сеанса электростимуляции над приемной антенной наочно подводили антенну, передававшую сигналы на генерирующее устройство, и включали прибор. Длительность сеанса электростимуляции 15–20 мин. Используя поочередно разные каналы передачи электрических сигналов, избирательно стимулировали определенные нервы. Сеансы электростимуляции безболезненны, не требуют пребывания пациента в неподвижном состоянии, как во время чрескожной электростимуляции нервов и мышц. Еще одним преимуществом способа является всегда точное, определенное расположение стимулирующих электродов под заданными нервами, исключающее необходимость поиска соответствующих, наиболее эффективных точек для электростимуляции во время каждого последующего лечебного сеанса, что чрезвычайно важно у детей, особенно младшего возраста.

Приводим собственное наблюдение.

Больной С., 9 лет, находился на лечении в клинике с 01.04.02. У ребенка на фоне общего снижения силы мышц верхней конечности наблюдали значительное ослабление разгибания предплечья, отсутствие разгибания кисти, пальцев. Используемые на предыдущих этапах реабилитационные физиотерапевтические методы лечения оказались недостаточно эффективными.

Проведено хирургическое лечение: невролиз плечевого сплетения, подведение электродов под лучевой нерв, установка приемного устройства. Использование электростимуляционной системы в течение 3 нед обеспечило выборочное усиление функции ослабленных мышц-разгибателей кисти и пальцев в 3 раза, что проявлялось в виде четкого улучшения функции верхней конечности и объективно было подтверждено данными электронейромиографии.

У остальных больных также достигнуто существенное улучшение функции пораженной конечности. В 3 наблюдениях повреждения плечевого сплетения во время родов функция основных групп мышц конечности восстановлена до М4–М5.

Методика длительной электростимуляции пользована также у 18 пациентов с закрытым травматическим и огнестрельным повреждением плечевого сплетения, при этом во время хирургического вмешательства анатомического разрыва структур плечевого сплетения не выявлено, однако отмечали значительные внутриволоковые изменения. Такое повреждение по классификации Seddan расценивается как аксонотмезис. При этом оценить влияние длительной электростимуляции у таких больных сложно, поскольку характер повреждения структур плечевого сплетения, невзирая на сходство клинических признаков и наличие аксонотмезиса, в каждом наблюдении индивидуален, поэтому полноценное сравнение с показателями в контрольной группе не корректно. Однако результаты хирургического лечения больных с повреждением плечевого сплетения с использованием длительной электростимуляции характеризовались существенной тенденцией к более высокой степени восстановления и, что особенно важно, более полного восстановления всех групп мышц поврежденной конечности.

Влияние долговременной электрической стимуляции на восстановление функции нервов до конца не исследовано.

Частично механизмы влияния ритмичного электрического раздражения нерва на его функциональное состояние освещены Н.П. Бехтеревой [1]. Развивая концепцию формирования в головном мозге стойкого патологического состояния (СПС) как реакции на разнообразные избыточные воздействия, автор предложила идею реализации резервных возможностей мозга при различных патологических состояниях с включением новых активных звеньев для обеспечения простых и сложных видов деятельности (вместо утраченных) с использованием относительно слабых влияний на кору большого мозга и

подкорковые структуры. Именно электростимуляция обеспечивает возможность модуляции или модификации матрицы длительной памяти и тем самым способствует оптимизации состояния головного мозга, корково-подкорковому обеспечению приспособительных реакций, активации пластических процессов в нервной системе. Во многих случаях, особенно при закрытом повреждении нерва, он находится в состоянии парабриоза (СПС), и именно электростимуляция нерва способна изменить его функциональное состояние.

При исследовании функционального состояния нерва во время хирургического вмешательства выявлены существенные изменения основных его электрофизиологических параметров после кратковременной электрической стимуляции.

Нами изучено влияние кратковременного электрического раздражения нерва на его основные параметры в послеоперационном периоде у больных, которым была вживлена электростимуляционная система. Определяли параметры М-ответа, длительность латентного периода и скорость проведения до сеанса электростимуляции и через 10 и 60 мин после нее. Отмечено увеличение параметров М-ответа до $(21 \pm 0,4)\%$ по сравнению с исходными показателями. Изменения скорости проведения импульса и длительности латентного периода до и после сеанса электростимуляции недостоверны. Однако, изменения параметров функциональной активности нерва, хотя и менее выраженные, наблюдали и через 1 час после сеанса электростимуляции.

Выводы 1. Длительная электростимуляция — безопасный и эффективный способ воздействия на функциональное состояние периферических нервов.

2. Длительная электростимуляция обеспечивает более эффективное, полноценное восстановление функции плечевого сплетения при его травматическом повреждении, особенно эффективна она в лечении больных детского возраста по поводу паралича плечевого сплетения вследствие родовой травмы.

3. При запущенном повреждении периферических нервов использование длительной электростимуляции позволяет достичь более полноценного восстановления функции нерва.

Список литературы

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 вживлением 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 вживления 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 плечевого сплетіння та пристрій для його здійснення / В.Є. Сотниченко, В.І. Цимбалюк, І.Б. Третяк та ін. / Україна. — Заявл. 8.08.02; 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. дисс. ... 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, N.3. — 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, N.2. — P.128–132.

Использование продолжительной электростимуляции при повреждении периферических нервов и сплетений

Третьяк 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 at 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.

Комментарий

к статье Третьяка И.Б. «Использование длительной электростимуляции при повреждении периферических нервов и сплетений»

За более чем тридцатилетнюю историю широкого применения длительной электростимуляции разных звеньев центральной и периферической нервной системы убедительно доказаны значительные преимущества этого метода при различных заболеваниях нервной системы.

В наше время, благодаря широкому применению микроэлектроники и нанотехнологий сложно даже приблизительно очертить круг возможного использования электростимуляционных методик.

Свойственные методу миниинвазивность и возможность практически неограниченного влияния на структуры-мишени обеспечивают бурное развитие этого направления не только в нейрохирургии, но и в смежных отраслях медицины (офтальмология, неврология). В сущности, мы являемся свидетелями формирования нового направления — стимуляционной медицины, которая при многих нозологических формах, резистентных к стандартным методам лечения, является основным или главным вспомогательным средством восстановления утраченных функций.

Именно этой актуальной проблеме посвящена работа И.Б. Третьяка. Во вступлении автором изложены теория, практика и проблемы применения электростимуляционных методик в лечении больных с повреждением центральных и периферических структур нервной системы. Проанализированы результаты применения электростимуляционных методик в лечении 49 больных с повреждением периферического звена нервной системы различной давности; из них 27 — с последствиями травматического повреждения плечевого сплетения, в том числе 9 — родового плексита, 16 — с травмой нервов

конечностей, 6 — с повреждением лицевого нерва. После описания диагностической методики и способа вживления стимулирующих электродов автор приводит убедительные доказательства преимуществ применения длительной нейростимуляции с использованием отечественных электростимуляционных систем. Наиболее значимым результатом представленной работы является существенное восстановление утраченных функций нервных структур, до внедрения электростимуляционных систем считавшееся бесперспективным. Например, отмечено существенное улучшение функций лицевого нерва при применении нейростимуляции через 14,8 года после его частичного повреждения. Не менее убедительны результаты, приведенные автором при последствиях повреждения плечевого сплетения и нервов конечностей.

Работа производит впечатление эскиза. Приведенный материал при определенной доработке и конкретизации может стать основой не менее трех отдельных статей, посвященных применению электронейростимуляционных систем в лечении больных с последствиями повреждения лицевого нерва, структур плечевого сплетения и нервов конечностей.

Н.А. Сапон, канд. мед. наук,
ст. науч. сотрудник клиники восстановительной нейрохирургии
Института нейрохирургии им. акад. А.П. Ромоданова АМН Украины

Статья опубликована на украинском языке
в «Украинском нейрохирургическом журнале» №2 за 2007 г.