

© Коллектив авторов, 1995

ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ И НЕЙРОГИСТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕИННЕРВАЦИИ МЫШЦ ПРИ СШИВАНИИ УДЛИНЕННЫХ ОТРЕЗКОВ ПОВРЕЖДЕННОГО НЕРВА И ПРИ ИМПЛАНТАЦИИ УДЛИНЕННОЙ ПРОКСИМАЛЬНОЙ КУЛЬТИ НЕРВА В МЫШЦУ

Н.А.Щудло, М.М.Щудло, А.Б.Кузнецова, М.С.Сайфутдинов, Т.В.Сизова

Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. академика Г.А.Илизарова, г. Курган (Генеральный директор - академик РАМТН, д.м.н., профессор В.И.Шевцов)

У 24 взрослых беспородных собак моделировали дефект седалищного нерва или его большеберцовой порции на границе средней и нижней трети бедра. На конечность накладывали аппарат Илизарова со специальными приставками, с помощью которых производили дозированную тракцию либо проксимальной культи большеберцового нерва в направлении латеральной головки икроножной мышцы, либо обоих отрезков седалищного нерва навстречу друг другу. Максимальное суммарное удлинение последних составило около 6 см, удлинение одной проксимальной культи - около 4 см. После нейрорафии удлинённых отрезков или имплантации удлинённой проксимальной культи в мышцу обнаружены достоверные гистологические и электрофизиологические признаки реиннервации.

Ключевые слова: нерв, дефект, дозированная тракция, реиннервация.

ВВЕДЕНИЕ

Отрывы нервов непосредственно от мышц названы участниками симпозиума "Травма периферической нервной системы", проходившего в рамках 4 Всесоюзного съезда нейрохирургов [1], в качестве одной из пяти наиболее сложных и актуальных проблем, которой в дальнейших научных исследованиях следует уделить особое внимание с целью разработки микрохирургических методов восстановления иннервации подобных мышц. К этой же группе отнесены и травмы нервов со значительным диастазом между их концами. Сочетание этих двух вариантов повреждений нервных стволов составляет проблему ещё более сложную.

В литературе описан способ реиннервации мышц при таких дефектах с использованием свободного аутоотрансплантата, один конец которого имплантируют в денервированную мышцу через разрез перимизия, а второй сшивают с проксимальным концом поврежденного нервного ствола [2]. Однако, данный способ обладает всеми недостатками, присущими аутоотрансплантации нервов. При иссечении аутоотрансплантата неизбежно практически уничтожается

нерв-донор; процесс реиннервации мышцы отсрочен во времени, так как может начаться только после прорастания регенерирующих аксонов через аутоотрансплантат по всей его длине, что происходит далеко не во всех случаях из-за склерозирования аутоотрансплантата или некроза его в связи с недостаточным кровоснабжением. Не исключено также рубцевание зоны имплантации в мышцу конца аутоотрансплантата за время невротизации последнего, что может создать дополнительные препятствия для вставания нервных волокон в мышцу.

Использование "эффекта Илизарова" для стимуляции напряжением растяжения регенерации и роста тканей [3] позволило разработать способы возмещения без трансплантации дефектов нервных стволов [4,5] и невротизации денервированной мышцы проксимальной культей поврежденного нерва, выращенной на необходимую величину дозированной тракцией [6]. Настоящее сообщение посвящено экспериментально-морфологическому обоснованию этих способов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

У 24 взрослых беспородных собак моделировали дефект седалищного нерва или его большеберцовой порции на границе средней и нижней трети бедра. На конечность накладывали аппарат Илизарова, суставы фиксировали в среднефизиологическом положении. На опорах аппарата монтировали специальные приставки [7] и с их помощью производили либо встречное удлинение дозированной тракцией обоих отрезков седалищного нерва (20 собак), либо удлинение проксимальной культи большеберцового нерва в направлении латеральной головки икроножной мышцы (4 собаки). У 10 животных после встречного удлинения была выполнена

нейрорафия, а у одного проведена микрохирургическая имплантация удлинённой культи большеберцовой порции седалищного нерва в латеральную головку икроножной мышцы.

Электромиографические исследования по стандартной методике [8] в модификации к.б.н. А.П.Шейна проводили ежемесячно в течение первого года эксперимента и каждые полгода при наблюдении свыше года. Вызванная и фоновая биоэлектрическая активность икроножной и передней большеберцовой мышц регистрировалась с помощью электромиографа 14A30 фирмы Disa (Дания) биполярно (электрод 13K13) и монополярно электродом с модифици-

рованными отводящими поверхностями в виде игл. Активный полюс электрода погружался в брюшко мышцы, а индифферентный - под кожу в область сухожилия (рис.1). Вызванную биоэлектрическую активность получали в результате раздражения седалищного нерва выше области повреждения через игольчатый раздражающий электрод прямоугольными импульсами длительностью 1 мс с заведомо супрамаксимальной для М-ответов амплитудой.

13 животных были выведены из эксперимента на разных этапах удлинения, остальные животные - через месяц после имплантации и в разные сроки (до 18 месяцев) после нейроррафии. Седалищный и берцовые нервы, передняя большеберцовая и икроножная мышцы подвергались нейрогистологическому исследованию на светооптическом уровне. Часть материала после соответствующей обработки изучена в трансмиссионном электронном микроскопе JEM-100B фирмы JEOL (Япония).

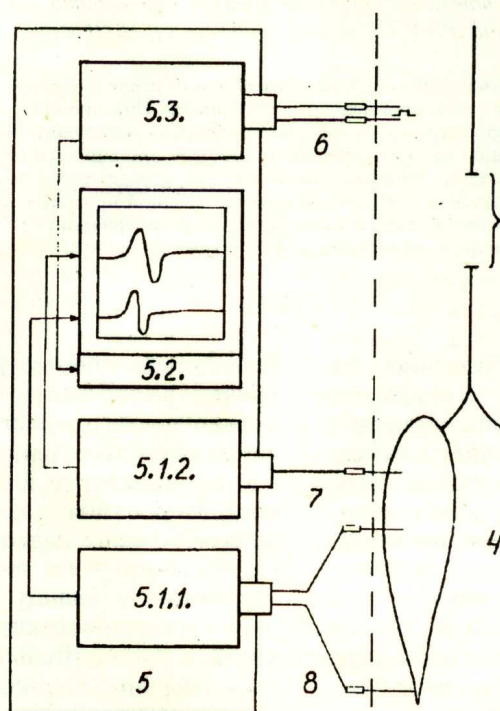


Рис.1. Схема электрофизиологического исследования. 1 - проксимальный участок седалищного нерва. 2 - дефект нерва. 3 - дистальный участок нерва. 4 - тестируемая мышца. 5 - электромиограф. 5.1.1 - ЭМГ-усилитель. 5.1.2 - ЭМГ-усилитель. 5.2 - монитор. 5.3 - электростимулятор. 6 - раздражающий игольчатый электрод. 7 - биополярный отводящий электрод 13K13. 8 - монополярный отводящий электрод.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При электрофизиологических исследованиях на этапе удлинения отрезков поврежденного нерва в тестируемых мышцах регистрировался биоэлектрический фон, представленный высокоамплитудными незатухающими потенциалами денервации. При изучении гистологических препаратов установлено, что в подвергающихся дозированному растяжению культях поврежденных нервов, отступив на 2-3 мм от их торцов, формируются зоны тракционного роста, представленные обильно васкуляризованным эпиневрием и удлиненными периневральными трубками, заполненными строго вдоль нерва ориентированными бунгнеровыми лентами - цепочками шванновских клеток, не содержащими продуктов распада нервных волокон. Продольные размеры каждой такой зоны соответствуют достигнутому удлинению отрезка нерва (в описываемых экспериментах по встречной тракции удлинение проксимального отрезка составляло от 4 до 21 мм, дистального - от 4 до

22 мм, удлинение культи большеберцовой порции седалищного нерва составило от 35 до 37 мм). К 4 неделям тракции зона роста проксимального отрезка на всем протяжении невротизируется врастающими в нее многочисленными ответвлениями сохранившихся старых аксонов. Значительная часть этих молодых аксонов достигает торца отрезка, но в то же время не образует структур, типичных для концевых невром [9].

В результате создаются оптимальные условия для регенерации поврежденного нерва после сшивания удлинённых его концов, а в случае имплантации (рис.2) выращенной дозированной тракцией проксимальной культи в соответствующую денервированную мышцу - для ее невротизации (рис.3, 4). В последнем случае уже через месяц обнаруживаются морфологические признаки активной реиннервации мышцы с формированием чувствительных и двигательных нервных окончаний (рис.5).

После нейрорафии аналогичные картины (рис.6) обнаруживаются к исходу второго месяца в икроножной и на 2-3 месяце в передней большеберцовой мышце.

На последующих этапах концевые нервные приборы приобретают признаки зрелой структуры.

Первые признаки М-ответов при биполярном отведении появлялись в икроножной мышце через месяц, а в передней большеберцовой - через 2 месяца после нейрорафии; денервационный фон при этом постепенно снижался. На 3-4 месяцах в тестируемых мышцах появля-

ются ритмические потенциалы (в икроножной всегда чуть раньше). К 5-6 месяцам денервационный фон полностью исчезает. Восстановление М-ответов в это время (рис.7) протекает в две фазы: примерно до шестого месяца происходит быстрое увеличение амплитуды М-ответа (первая фаза), а затем (вторая фаза - медленного прироста) процесс постепенно, к годичному сроку, выходит на плато и испытывает некоторые колебания вблизи уровня, соответствующего амплитудам М-ответов мышц в дооперационном периоде и на контрлатеральной конечности.

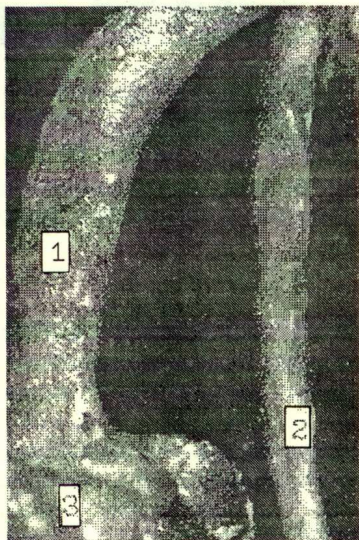


Рис.2. Анатомический препарат берцовых нервов верхней трети правой голени. 1 - выращенный участок большеберцового нерва, 2 - малоберцовый нерв, 3 - латеральное брюшко икроножной мышцы.



Рис.3. Спраутинг аксонов из удлиненной проксимальной культи большеберцового нерва в тканях икроножной мышцы через месяц после имплантации. Импрегнация по Рассказовой. Об.- 2,5х; ок.- 7х.



Рис.4. Обильная невротизация пери- и эндоневрия имплантированного нерва. Импрегнация по Рассказовой. Об.- 6,3х; ок.- 7х.

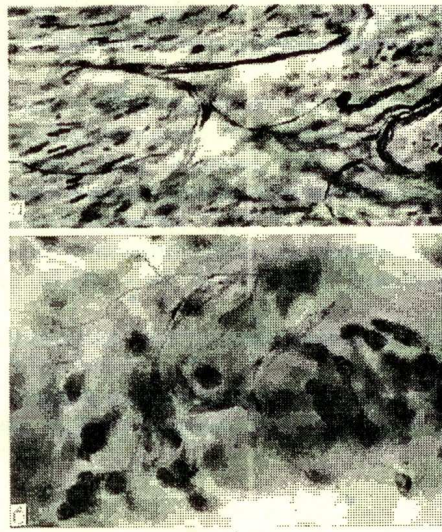


Рис.5. Новообразующиеся чувствительные (а) и двигательные (б) нервные окончания в икроножной мышце через 1 месяц после имплантации в нее выращенного дозированной тракцией проксимального конца большеберцового нерва. Импрегнация по Рассказовой. а: об.- 16х; ок.- 7х. б: об.- 40х; ок.- 10х

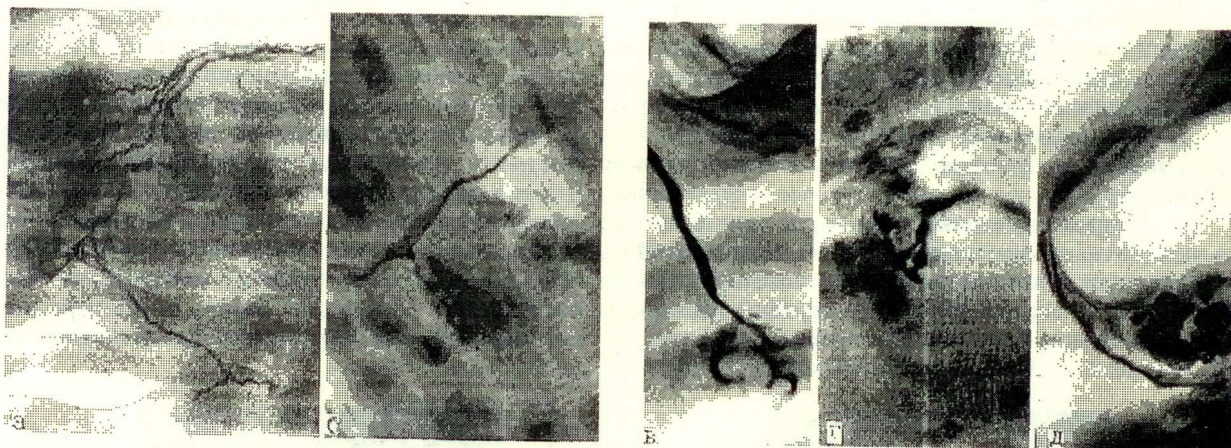


Рис.6. Чувствительные (а, б) и двигательные (в, г, д) концевые нервные приборы, формирующиеся в передней большеберцовой (а, в) и икроножной (б, г, д) мышцах через 2 месяца после нейрорафии удлиненных встречной тракцией отрезков седалищного нерва. Импрегнация по Рассказовой. Об.- 40х; ок.- 7х.

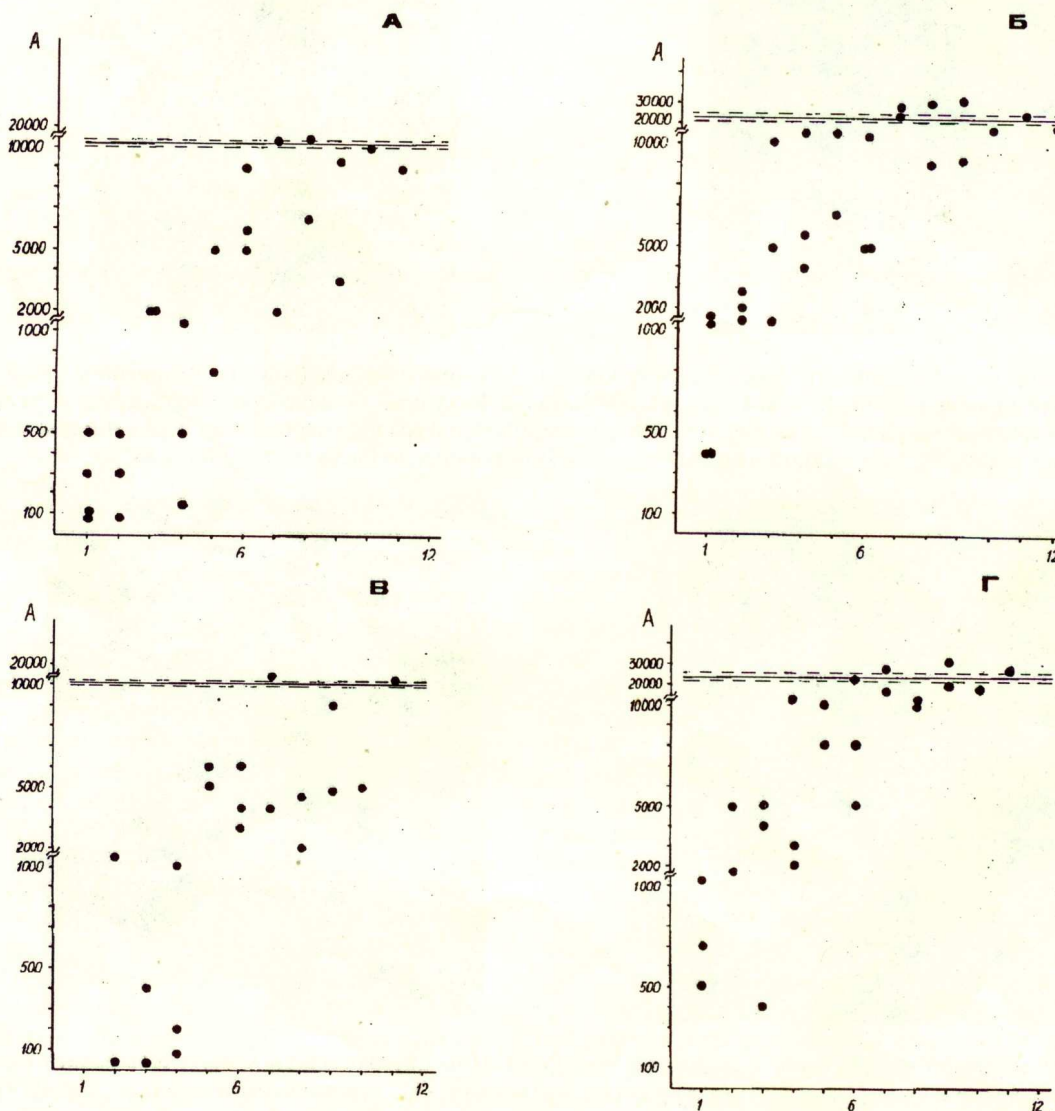


Рис.7. Динамика значений амплитуды М-ответов тестируемых мышц после нейрорафии. По оси абсцисс - сроки после нейрорафии в месяцах, по оси ординат - амплитуды М-ответов в микровольтах. А - икроножная мышца, биполярное отведение. Б - икроножная мышца, монополярное отведение. В - передняя большеберцовая мышца, биполярное отведение. Г - передняя большеберцовая мышца, монополярное отведение.

ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, предложенный способ позволяет возместить дефект и осуществить реиннервацию мышцы, не прибегая к иссечению нерва-донора для получения аутоотрансплантата и, следовательно, не нанося дополнительного вреда организму. На уровне освежения удлинённого проксимального отрезка нерва, выполняемого во время нейрорафии или имплантации в мышцу, формируется широкий фронт молодых растущих аксонов. Свободные от продуктов распада выращенные бюнгеровы ленты дистального отрезка либо денервированная мышца служат для них адекватным морфологическим субстратом. Выращенный в процессе дозированной тракции нерв не подвержен склерозированию и рубцовому перерождению в силу сохранения связи с центром, и кроме того, он лучше обычного, не говоря уж об аутоотрансплантате, васкуляризован и содержит активированные дозированным растяжением интенсивно расту-

щие нервные волокна, в результате чего процессы реиннервации начинаются сразу же после нейрорафии или имплантации нерва в мышцу. Используемые технические приемы позволяют вырастить на необходимую величину оболочки нервного ствола, что позволяет ростовые потенции нервных волокон (леммоцитов и аксонов), обычно реализующиеся в виде концевых невром, использовать для формирования зон тракционного роста и их невротизации. Именно это позволяет применять удлинение отрезков нерва при свежих его повреждениях.

Данные экспериментов позволяют утверждать, что дозированной тракцией проксимального и дистального отрезка у собак с длиной бедра 10 см удастся вырастить суммарно около 6 см длины нервного ствола, что составляет более 50% длины сегмента. По-видимому, названная цифра не является пределом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оглезнев К.Я. Современные проблемы травматических поражений периферических нервов, плечевого и шейного сплетений (Выступление куратора симпозиума «Травма периферической нервной системы» на IV Всесоюзном съезде нейрохирургов) // *Вопр. нейрохирург. им. Н.Н.Бурденко.* - 1989. - № 6. - С.3-6.
2. Микрохирургическая имплантация нерва для реабилитации атрофированных и трансплантированных мышц / М.Е.Wigand, W.H.Nauman, J.Thornton, G.Holldobler, B.M.Duc // *Клин. микрохирургия.* - М., 1980, С.258.
3. Илизаров Г.А., Щудло М.М., Кузнецова А.Б., Шрейнер А.А.. Рекапитуляция признаков онтогенетического роста в оболочках нервных стволов при экспериментальном удлинении конечности у взрослых собак // *Проблемы чрескостного остеосинтеза в ортопедии и травматологии. Закономерности регенерации и роста тканей под влиянием напряжения растяжения: Сб. науч. трудов.* - Вып.8.- Курган, 1982.-С.72-79.
4. Влияние напряжения растяжения на поврежденный периферический нерв / Г.А.Илизаров, М.М.Щудло, А.Б.Кузнецова, А.А.Шрейнер, Н.А.Щудло, Н.Р.Карымов // *Эксперим.-теоретич. и клин. аспекты чрескостн. остеосинтеза, разработ. в КНИИЭКОТ: Тез. докл. междунаrodn. конф.* - Курган, 1986. - С.28-29.
5. Применение «эффекта Илизарова» для удлинения отрезков поврежденного нервного ствола в эксперименте / Г.А.Илизаров, М.М.Щудло, Н.А.Щудло, А.Б.Кузнецова, А.А.Шрейнер // *Метод Илизарова: теория, эксперимент, клиника: Тез. докл. Всесоюзн. конф.* - Курган, 1991.- С.384-387.
6. Илизаров Г.А., Щудло Н.А., Щудло М.М. Способ реиннервации мышц. Заявка на изобретение № 5012867/14/073197. Приоритет от 22.10.91г. Положительное решение 12.08.92 г.
7. А.с. 1429365 СССР, МКИ А61 В17/58 Приставка к компрессионно-дистракционному аппарату / Илизаров Г.А., Шрейнер А.А., Щудло Н.А., Щудло М.М., - № 4141226/14; Заявлено 03.11.86; Оpubл. Бюлл. Госкомизобрет. 1990, № 46, с.266.
8. Байкушев Ст., Манович Э.Х., Новиков В.П. Стимуляционная электромиография и электронейрография в клинике нервных болезней. М.: Медицина, 1974.- 143 с.
9. Нейрогистологическая характеристика регенерации концов поврежденного нерва в условиях дозированного растяжения / Г.А.Илизаров, М.М.Щудло, А.Б.Кузнецова, Н.А.Щудло // *Бюл. эксперим. биол.* - 1992. - Т.113, № 4. - С.439-442.

Рукопись поступила 10.07.93.