
В помощь практическому врачу

УДК 616-089.844

ВЫБОР СПОСОБА РЕКОНСТРУКЦИИ ПРИ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИХ ДЕФЕКТАХ НЕРВНЫХ СТОЛОВ

Г. М. Ходжамуратов*, доктор медицинских наук,
К. П. Артыков, доктор медицинских наук

ВГУЗ «Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино»,
734003, Республика Таджикистан, г. Душанбе, просп. Рудаки, д. 139

РЕЗЮМЕ Проанализированы результаты хирургического лечения 122 больных с изолированными и множественными дефектами нервов верхних конечностей для определения показаний к пластике нервов при различного рода дефектах нервных стволов. Предложено выбирать способ реконструкции в зависимости от размера дефекта, диаметра нервных стволов, множественности повреждения с учетом прогнозирования достижимых функциональных результатов. Показано, что аутонервная пластика остается методом выбора в хирургическом лечении дефектов нервных стволов. Определена роль невротизации при больших и невосстановимых дефектах нервных стволов.

Ключевые слова: верхняя конечность, дефект нервного ствола, показания к пластике нервных стволов, невротизация, невосстановимые дефекты нервных стволов.

* Ответственный за переписку (corresponding author): e-mail: gafur@tojikiston.com

Разрушительная первичная травма конечностей (последствия огнестрельного ранения, электро-травма, контрактура Фолькмана и пр.), естественная ретракция концов поврежденного нерва, развивающаяся в первые две недели после повреждения, избыточное «освежение» концов поврежденного нерва часто приводят к образованию истинного дефекта нервного ствола (ДНС).

На протяжении последних сорока лет успехи периферической нейрохирургии связаны с внедрением и совершенствованием микрохирургических методик восстановления. Ранее в клинической практике на протяжении многих десятилетий эпинеуральный шов нервов по типу «конец в конец» был единственным способом реконструкции при полном разрыве нервных стволов. С внедрением микрохирургии не только усовершенствовалась

техника эпиперинеурального шва нервов, но и была внедрена методика аутонервной пластики, коренным образом изменившая хирургическую тактику и ставшая ведущим способом восстановления поврежденных нервных стволов, поскольку позволяет устранять дефекты, ранее считавшиеся неустраняемыми. Микрохирургическая методика, дающая возможность более точного и правильного сопоставления нервных фасцикул, требует знания внутринеуральной анатомии и специальных навыков [1–3].

Немаловажное значение придается и показаниям к выполнению аутонервной пластики. Так, при коротких ДНС многие хирурги стараются традиционно сшивать нервные концы, считая аутонервную пластику менее эффективной. При этом технические погрешности, связанные с натяжени-

SELECTION OF RECONSTRUCTION TECHNIQUE IN POSTTRAUMATIC DEFECTS OF NERVOUS TRUNKS

Khodjamuradov G. M., Artykov K. P.

ABSTRACT Determination of indications to nervous plasty in various defects of nervous trunks was discussed. 122 patients with isolated and multiple defects of upper limbs nerves undergone surgical treatment. On the grounds of the result obtained it was suggested to determine the indications to use one of the reconstruction techniques in dependence on defect size, nervous trunks diameter, injury multiplicity with due regard to achievable functional results prognosis. The role of neurotization in significant and irreparable defects of nervous trunks was stated.

Key words: upper limb, nervous trunk defect, indications to nervous trunks plasty, neurotization, irreparable defects of nervous trunks.

ем между концами нервов, зачастую приводят к необратимым стойким функциональным нарушениям верхних конечностей [4–11].

В отличие от методики восстановления нерва «конец в конец», правильное определение показаний и техничное исполнение аутонервной пластики приносит прогнозируемые результаты, не зависящие от других факторов [12–14].

В условиях натяжения хирург вынужденно прибегает к использованию нитей более крупного калибра, оптическое увеличение в этих случаях может не пригодиться, а о соблюдении внутриневральной анатомии не может быть и речи. Невнимательное отношение хирургов к предельно допустимому размеру диастаза между концами нерва увеличивает частоту перечисленных побочных эффектов при применении традиционных способов восстановления нерва по типу «конец в конец».

При аутонервной пластике длина используемых трансплантатов не может быть произвольной. Молодые регенерирующие аксоны должны успеть преодолеть всю длину аутонервной вставки и прорасти через дистальный анастомоз, пока в дистальном отрезке нерва не завершились фибропластические процессы. Критический размер аутоотрансплантата, выведенный из этих соображений, составляет 4,5–5,0 см [15–18]. Однако клинические и экспериментальные исследования показали, что результаты аутонервной пластики нервных стволов зависят не от длины, а от правильного определения показаний, характера первичного ранения и сроков восстановительных операций [19–21].

Цель настоящего исследования является определение показаний при выборе оптимального способа реконструкции нервного ствола при его посттравматическом дефекте.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Представлены 122 клинических случая ДНС при различных повреждениях верхней конечности. Каждый 6-й пациент был детского возраста, каждый третий – младше 20 лет, лица младше 30 лет составили 3/4 общего числа больных, а старше 40 лет – около 7%. Мужчин было 86,9%, женщин – 13,1%. Среди лиц с ДНС вследствие огнестрельного ранения 20 человек были мужского пола, 1 – женского.

Все больные поступили в плановом порядке. Среди этиологических факторов наибольшей разрушительной силой обладали раздавливающие и тракционные повреждения, огнестрельные ранения, электротравма, наложение тугой гипсовой

повязки с последующим развитием ишемической контрактуры Фолькмана. У больных с огнестрельными ранениями в 19 случаях это были пулевые ранения из автомата Калашникова и в 2 – минно-взрывные. Все перечисленные факторы обусловили сочетанные повреждения: наряду с повреждением нерва имели место обширные необратимые повреждения мягких тканей и костей.

Клинические методы применялись для изучения двигательной и сенсорно-трофической функций согласно общепринятой классификации Seddon. В дополнение использовались интраоперационная диагностика с фотодокументированием. Интраоперационное измерение истинного диастаза ДНС легло в основу данной работы. Электронейромиография – информативный метод не только диагностики, но и отслеживания процесса регенерации в отдаленном послеоперационном периоде. Электротермометрия явилась важным индикатором восстановления сенсорно-трофической функции.

При ДНС размером более 3 см восстановление нервного ствола по типу «конец в конец» сопряжено с определенными трудностями, фактор натяжения является критическим. Даже при дефектах более 3–4 см хирург часто осуществляет восстановление по типу «конец в конец», прибегая к таким дополнительным мерам, как скелетизация и выделение его на большом протяжении, фиксация кисти в вынужденном сгибательном состоянии, ушивание более прочными и толстыми нитями и пр. В подобных случаях необходимо придерживаться такого правила: если концы нервов нельзя удержать нитью 8/0, всякая дальнейшая попытка восстановления обречена на неудачу и грозит развитием ишемии нервных концов и рубцовым перерождением [18]. В связи с этим при относительно небольших ДНС, применяя вышеперечисленные меры, накладываются провизорные швы для разгрузки концов нервов от чрезмерного натяжения. При этом в качестве контроля необходимо обращать внимание на наличие кровоточивости из концов нервов. При повреждениях локтевого нерва вблизи локтевого сустава применялась передняя транспозиция нерва. В противном случае приходилось прибегать к аутонервной пластике.

По размеру ДНС были условно подразделены на короткие (до 3,5 см), средние (3,5–7,5 см) и протяженные (более 7,5 см). Короткие ДНС были обнаружены в 24% случаев, средние – в 37,1%, протяженные – в 38,9%.

У 122 пациентов была выполнена аутонервная пластика 139 нервных стволов, 28 оставлены без восстановления (16,8%) (табл. 1, 2). У больных

первой группы (с одиночными и множественными повреждениями нервов) выполнена аутонервная пластика 75 нервных стволов, а 12 нервных стволов (14%) не были восстановлены. У пациентов второй группы (сочетанные ДНС) произведена аутонервная пластика 54 нервных стволов и 15 нервных стволов не были восстановлены (21,7%). У больных третьей группы (застарелые ДНС) выполнена аутонервная пластика 10 нервных стволов и 1 нервный ствол не был восстановлен (9,1%).

В 70 случаях осуществлена аутонервная пластика срединного нерва, в 38 – локтевого, в 14 – лучевого, в 17 – прочих (табл. 1).

У 10 пациентов не восстановлены нервы плечевого сплетения. Для ликвидации последствий, не подлежащих прямой реконструкции нервных стволов, выполнялись два вида операций – невротизация, как правило, для восстановления сенсорно-трофической функции, и сухожильно-мышечные транспозиции – для коррекции двигательных нарушений. При сенсорно-трофических нарушениях в 10 случаях выполнена невротизация сенсорных ветвей срединного (5) и лучевого нервов (5). В качестве невротизаторов (реципиентный нерв) были отобраны кожная ветвь лучевого нерва (6 случаев), поверхностная ветвь локтевого нерва (2), тыльная ветвь локтевого нерва (2).

В связи с необратимой атрофией мышц, отсутствием прогноза двигательного восстановления после аутонервной пластики одновременно с восстановлением нерва или в отсроченном порядке были выполнены различные варианты

сухожильно-мышечных транспозиций: оппонентопластика – у 16 пациентов, коррекция коггистой деформации IV–V пальцев (операция Занколли) – у 3, коррекция коггистой деформации II–V пальцев (операция Занколли) – у 4; приведение мизинца – у 4, переключение поверхностных сгибателей на глубокие сгибатели II–V пальцев – у 9, переключение плечелучевой мышцы на сгибатели II–V пальцев – у 1, комбинированная терапия синусоидальными модулированными токами при параличе лучевого нерва – у 6. Всего было выполнено 43 переключающих операции.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Несмотря на то что многие зарубежные авторы при применении аутонервной пластики не рекомендуют прибегать к традиционным способам, наш опыт свидетельствует о том, что она способствует максимально возможному сокращению диастаза, требующему применения более коротких нервных трансплантатов.

В связи с тем, что нервные стволы обладают определенной экскурсией, их мобилизация ограничивалась выделением их из окружающих спаек в пределах раны до уровней, где окружающие ткани были интактными. Это способствовало сокращению диастаза между концами нервов до 1 см. Провизорные шинирующие швы также являются вспомогательным способом наложения анастомозов на концы нервов с трансплантатом с использованием оптического увеличения. Оставление провизорных шинирующих швов позволяло разгрузить линию анастомозов от натяжения.

Таблица 1. Аутонервная пластика

Группа	Число случаев пластики в зависимости от вида нерва				Всего
	срединного	локтевого	лучевого	прочих (плечевое сплетение, кожно-мышечный)	
Первая	33	18	7	17	75
Вторая	33	14	7	0	54
Третья	4	6	0	0	10

Таблица 2. Распределение нервных стволов, не подлежащих прямой реконструкции

Группа	Число случаев в зависимости от вида нерва				Всего
	срединного	локтевого	лучевого	прочих (плечевое сплетение, кожно-мышечный)	
Первая	0	2	0	10	12
Вторая	1	10	4	0	15
Третья	0	1	0	0	1

Данный способ позволяет максимально приблизить пересеченные концы нервов, т. е. использовать эластические ресурсы нервных стволов для сокращения размера дефекта нерва.

В клинике нами разработан более надежный способ сокращения диастаза, который позволил, на наш взгляд, лучше нивелировать фактор натяжения. Данный метод предполагает использование лоскутов эпинеурия, выкроенных с обоих концов пересеченного нерва, в качестве эластической тяги для их сближения и последующего наложения анастомоза конец в конец.

Преимущество способа сближения пересеченных концов нервов за счет движений в смежных суставах порой обманчиво, однако хирурги применяют шов «конец в конец» под большим натяжением. В клинике в период освоения реконструктивных операций имел место случай разрыва нерва после наложения шва в положении максимального сгибания кисти при завершении операции перед наложением кожных швов.

Способ сближения концов нервов был использован нами только для облегчения натяжения между концами нервов, что позволяло использовать оптическое увеличение и более тонкий шовный материал. В связи с этим важно визуально оценить степень натяжения по завершении накладывания нервного шва путем пробного полного разгибания в суставе, вблизи которого накладывается нервный шов.

На верхней конечности передняя транспозиция применима только для локтевого нерва в связи с его отклонением от прямой линии в сторону медиальной надмыщелки. Передняя транспозиция локтевого нерва дает преимущество около 2–4 см при его перерыве на уровне от средней трети плеча до верхней трети предплечья.

На дистальных уровнях на поперечном срезе нервных стволов яснее прослеживаются пучки, что облегчает накладывание периневральных швов при повреждениях срединного и локтевого нервов на уровне средней и нижней трети предплечья, а при повреждениях общего ствола лучевого нерва – на уровне локтевого сустава. При правильном наложении периневральных швов гарантируется эффективная регенерация почти всех аксонов.

Лучшие функциональные результаты восстановления нервов при дистальных повреждениях объясняются не только коротким временем регенерации, но и, главным образом, более четкой дифференциацией фасцикул, выраженностью периневральных оболочек, что позволяет хирургу более полно восстановить нерв.

Несмотря на простоту и большую эффективность восстановления нервов по типу «конец в конец», в плановом порядке почти в каждом втором случае хирург должен делать выбор между ним и аутонервной пластикой. В последнем случае возникают дополнительные проблемы, такие как поиск донорского трансплантата, удлинение продолжительности оперативного вмешательства, более длительный восстановительный период и пр. По нашим данным, при ДНС размером более 3,0–3,5 см необходима аутонервная пластика, так как восстановление нерва «конец в конец» не приводит к положительному результату, тогда как эффективность аутонервной пластики можно спрогнозировать. Сшивание нервов по типу «конец в конец» с натяжением имеет следующие недостатки:

1. Невозможно качественно восстановить нерв, даже используя оптическое увеличение. Хирург вынужден сшивать нервы нитями больших размеров и игнорировать преимущества микрохирургической техники восстановления.
2. Развивается ишемия концов нерва с последующим рубцовым перерождением.
3. Затрудняется экскурсия соседних анатомических структур.
4. Сводятся к нежелательному минимуму отдаленные функциональные результаты.
5. При повторных вмешательствах ДНС еще больше увеличивается.
6. Случаи отрывов трудно своевременно диагностировать.
7. Возможно врастание шовного материала внутрь нервного ствола, что препятствует полезной регенерации аксонов.
8. Теряются эластические резервы нервного ствола, конечность фиксируется в вынужденном положении, что приводит к развитию стойких контрактур.
9. Нередко развивается болевой синдром, в связи с чем пациент не двигает травмированной конечностью и старается компенсировать утраченные движения с помощью нетравмированной, что чаще наблюдается у детей.
10. Вводит в заблуждение хирурга, что приводит к бесполезному выжиданию с потерей времени, в течение которого развивается необратимая атрофия мышц кисти.

Недостатки аутонервной пластики по сравнению с сшиванием нервов «конец в конец» следующие:

1. Вместо одного анастомоза накладывается два.
2. Удлиняется время, затрачиваемое на операцию, и усложняется ее техника.
3. Приходится использовать донорский трансплантат.

Результаты восстановительных операций были прослежены среди различных клинических групп. В качестве контрольной группы были отобраны больные после реконструкции нервных стволов по типу «конец в конец». Аутонервная пластика нервов при одиночных и множественных повреждениях нервных стволов (1-я группа) дает результаты, сравнимые и близкие к таковым в контрольной группе (табл. 3).

Для больных второй группы, несмотря на плохие результаты восстановления протективной чувствительности кисти, одновременная или отсроченная коррекция двигательных нарушений позволила улучшить функции захвата. У больных третьей группы после аутонервной пластики было достигнуто лишь восстановление чувствительности до степени протективной (защитной – S3). Ни в одном случае не произошло полезного двигательного восстановления. У отдельных пациентов электромиографически регистрировались положительные регенерационные потенциалы с низким процентом восстановления двигательных единиц.

Данные инструментальной диагностики показали зависимость восстановления сенсорно-трофической функции от возраста. Градиент температуры восстанавливается у детей поч-

ти до исходного уровня и держался в пределах 0,5–1,5 градусов. У взрослых он сохранялся на более значимом уровне: в отдаленные сроки после аутонервной пластики – 1,7–3,8 градусов (пожизненно). Показатели взрослых не зависят от возраста (молодые или пожилые), что говорит о лучшей способности к восстановлению сенсорно-трофической функции у детей по сравнению с взрослыми.

ВЫВОДЫ

1. Эпинеуральный шов «конец в конец» с использованием различных способов сокращения диастазов между концами нервов (мобилизация, сгибание конечности в смежных суставах, использование эластических ресурсов эпинеурия) следует выполнять лишь при диастазах длиной до 3,5 см. При дефектах, превышающих 3,5 см, показано выполнение аутонервной пластики.
2. При невосстановимых протяженных дефектах срединного и локтевого нервов, особенно при проксимальных повреждениях, необходимо определять показания к невротизации дистальных ветвей срединного и локтевого нервов с целью восстановления сенсорно-трофической функции кисти и пальцев.

Таблица 3. Кумулятивная клиническая оценка результатов аутонервной пластики нервов при посттравматических дефектах

Функции	Клинические результаты	Первая группа		Вторая группа		Третья группа		Контроль	
		Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
Двигательные	M0	–	–	–	–	4	40	–	–
	M1	1	1,7	3	5,6	6	60	–	–
	M2	6	10,3	26**	48,1	–	–	4	18,2
	M3	29	50	25	46,3	–	–	9	40,9
	M4	14	24,1	–	–	–	–	6	27,3
	M5	8	13,8	–	–	–	–	3	13,6
Чувствительные	S0	–	–	–	–	–	–	–	–
	S1	–	–	–	–	–	–	–	–
	S2	–	–	–	–	–	–	–	–
	S3	18	31,0	46**	85,2	10	100	11	50
	S3+	33	56,9	6*	11,1	–	–	8	36,4
	S4	7	12,1	2	3,7	–	–	3	13,6
Итого		58	1000	54	100	10	100	22	100

Примечание. Статистическая значимость различий с показателями группы контроля: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Green's operative hand surgery. – 5th ed. – Churchill Livingstone, 2005. – P. 2314.
2. Lundborg, G. A 25-year perspective of peripheral nerve surgery: evolving neuroscientific concepts and clinical significance / G. Lundborg // *J. Hand Surgery*. – 2000. – Vol. 25A. – P. 391–414.
3. Sunderland, S. The anatomy and physiology of nerve and nerve injury / S. Sunderland // *Muscle Nerve*. – 1990. – Vol. 13. – P. 771–784.
4. Борода, Ю. И. Выбор реконструктивной операции на нерве в зависимости от степени натяжения в зоне шва / Ю. И. Борода // *Гений ортопедии*. – 2000. – № 2. – С. 32–33.
5. Валерко, В. Г. Ошибки и трудности хирургического лечения повреждений периферических нервов верхних конечностей : автореф. дис. ... канд. мед. наук / В. Г. Валерко. – М., 2006.
6. Кубицкий, А. А. Хирургическое лечение повреждений периферических нервов верхней конечности методами тракционного удлинения и аутонервной пластики : автореф. дис. ... канд. мед. наук / А. А. Кубицкий. – Казань, 2002.
7. Чепижко, С. Я. О хирургической тактике при огнестрельных повреждениях периферических нервов в остром периоде / С. Я. Чепижко // *Новые направления в клинической медицине*. – 2000. – С. 209–210.
8. Evaluation of iatrogenic lesions in 722 surgically treated cases of peripheral nerve trauma / T. Kretschmer [et al.] // *J. Neurosurg*. – 2001. – Vol. 94. – P. 905–912.
9. Haas, H. G. Spannungsentlastung bei Nerven-nahten [Tension relief in nerve sutures] / H. G. Haas // *Handchir. Mikrochir. Plast. Chir.* – 1993. – Vol. 25 (6). – P. 316–318.
10. In vivo assessment of peripheral nerve regeneration by diffusion tensor imaging / Shinsuke Morisaki [et al.] // *J. of Magnetic Resonance Imaging*. – 2011. – Vol. 33 (3). – P. 535–542.
11. Wang, S. Repair of peripheral nerve effect by direct suture after elongation of nerve by traction / S. Wang, H. Wang, J. Chen // *Chung. Kuo. Hsiu. Fu. Chung.* Chien. Wai. Ko. Tsa. Chih. – 1998. – Vol. 12 (3). – P. 135–137.
12. Белоусов, А. Е. Пластическая, реконструктивная и эстетическая хирургия / А. Е. Белоусов. – СПб. : Гиппократ, 1998. – 744 с.
13. Peripheral nerve injuries: an international survey of current treatments and future perspectives / T. Scholz [et al.] // *J. Reconstr. Microsurg.* – 2009. – Vol. 25 (6). – P. 339–344.
14. Seddon, H. J. Nerve grafting and other unusual forms of nerve repair / H. J. Seddon // *Peripheral Nerve Injuries*. – London, 1954. – P. 389–415.
15. Злотник, З. И. Некоторые вопросы аутоотрансплантации при травме периферических нервов конечностей / З. И. Злотник, Е. А. Короткевич // *Вопр. нейрохирургии им. Н. Н. Бурденко*. – 1986. – № 5. – С. 52–58.
16. Результаты интерфасцикулярной аутоотрансплантации в лечении травматических повреждений срединного и локтевого нервов / И. Н. Шевелев [и др.] // *Вопр. нейрохирургии им. Н. Н. Бурденко*. – 1983. – № 5. – С. 45–51.
17. Mackinnon, S. E. Comparison of Regeneration across a Vascularised Versus Conventional Nerve Graft: case report / S. E. Mackinnon, L. Kelly, D. A. Hunter // *Microsurgery*. – 1988. – Vol. 9. – P. 226–233.
18. Millesi, H. Microsurgery of Peripheral Nerves / H. Millesi // *World. Surg.* – 1979. – Vol. 3 (1). – P. 67–79.
19. Renner, A. Late results after nerve transplantation on the upper extremities / A. Renner, F. Cserkuti, J. Hankiss // *Handchir. Mikrochir. Plast. Chir.* – 2004. – Vol. 36. – № 1. – P. 13–18.
20. Saur, K. Results of reinnervation after peripheral nerve repair by a microsurgical technique used in 1996–1998 / K. Saur, R. Bartos, M. Sames // *Acta Chir. Orthop. Traumotol. Cech.* – 2004. – Vol. 71. – № 5. – P. 297–302.
21. Surgical outcomes of 654 ulnar nerve lesions / D. H. Kim [et al.] // *J. Neurosurg.* – 2003. – Vol. 98. – P. 993–1004.