

М. И. Попович

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПЛАСТИКИ НЕРВОВ НЕКРОВΟΣНАБЖАЕМЫМИ (СВОБОДНЫМИ) И КРОВΟΣНАБЖАЕМЫМИ АУТОНЕЙРОТРАНСПЛАНТАМИ

M. I. Popovich

COMPARATIVE ASSESSMENT OF NEUROPLASTY WITH VASCULARIZED AND NONVASCULARIZED (FREE) AUTONEUROTRANSPLANTS

Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, г. Санкт-Петербург

© Попович М. И.

В статье дана объективная оценка регенерации аксонов через васкуляризованные и не васкуляризованные (свободные) аутонейротрансплантаты и особенности их кровоснабжения в различные сроки после операции.

Ключевые слова: васкуляризованные и не васкуляризованные (свободные) аутонейротрансплантаты, регенерация аксонов.

The article presents an objective assessment of axonal regeneration through vascularized and nonvascularized (free) autoneurotransplants and peculiarities of their blood supply in different times after the surgery.

Key words: vascularized and nonvascularized (free) autoneurotransplants, axonal regeneration.

УДК 616.8-091.93-089.844

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время «золотым стандартом» для замещения дефектов периферических нервов является использование аутоневральных трансплантатов [1—4, 9].

Следует однако подчеркнуть, что результаты аутопластических операций с использованием свободных нейротрансплантатов не всегда дают стабильные положительные результаты и пока не могут удовлетворить хирургов, хотя в связи с развитием микрохирургической техники показания к ним значительно расширились. Основная опасность, угрожающая успеху свободной пластики, заключается в некрозе аутоневрального трансплантата. Попытка уменьшить эту опасность включает, прежде всего заботу о соответствующей технике, в том числе микрохирургической, и о выборе наиболее подходящего материала [1—4, 6]. Важнейшим условием приживления нейротрансплантата является достаточное его кровоснабжение.

В научной литературе периодически появляются сообщения об успешном применении для

замещения дефектов нервов кровоснабжаемых аутонейротрансплантатов [2, 5, 7, 8, 10, 11]. С этой целью нерв-донор забирают в едином комплексе с другими элементами сосудисто-нервного пучка (артерией, веной), которые соединяют с соответствующими элементами реципиентного ложа. С точки зрения быстрого восстановления кровоснабжения трансплантата, этот метод, при соответствующих показаниях, представляется наиболее перспективным. Однако информации о возможностях нового метода, позволившей бы объективно оценить его преимущества перед другими видами пластики нервов, в настоящее время недостаточно. Сопоставление и анализ данных литературы о пластических замещениях дефектов нервов кровоснабжаемыми аутонейротрансплантатами показывают, что все оценки результатов оперативных вмешательств основаны на клинических наблюдениях. Полностью отсутствуют данные о количественной стороне регенерации при данных пластических операциях на нервах, позволяющие объективно оценивать степень регенерации в однотипных условиях. Недостаточно сведений об особенностях кровоснабжения

свободных и васкуляризированных нейротрансплантатов в различные сроки после операций.

Актуальность вопросов, связанных с оперативными вмешательствами при замещении дефектов нервов кровоснабжаемыми аутонейротрансплантатами, отсутствие объективной информации об особенностях их регенерации и кровоснабжения обусловили необходимость проведения комплексного исследования с целью изучения количества нервных волокон, регенерирующих в периферический отрезок нерва через трансплантат при замещении его дефекта кровоснабжаемым и свободным аутоневральным трансплантатом, а также выявления особенностей кровоснабжения васкуляризированных и свободных аутонейротрансплантатов в различные сроки после операции.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В экспериментах на 6 взрослых собаках под внутривенном гексеналовым наркозом в стерильных условиях на плече справа моделировали замещение дефекта срединного нерва кровоснабжаемым, а слева — свободным аутонейротрансплантатом (рис. 1 а, б). Протяженность трансплантата составляла 3 см. Опыты проводились в соответствии с «Правилами проведения научных исследований с использованием экспериментальных животных» №12000-496 от 2 апреля 1980 г., «Европейской конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей» от 18 марта 1986 г. и «Протокола» к ней от 1998. Оперативные вмешательства выполняли совместно с проф. Белоусовым А.Е., с использованием операционного микроскопа и микрохирургического инструментария. Применяли

эпинеуральные швы. Изучение кровоснабжения трансплантата проведено в сроки от 2 часов до 10 сут. Сосудистые образования нерва и трансплантата, кровоток в них изучали с помощью контактного и операционного микроскопов.

Через 3 мес после операции под наркозом нейротрансплантат и прилегающие к нему отрезки нерва брали для гистологического исследования. Материал окрашивали по методу Вейгерта — Паля и по Бишьовскому — Гросс, изготавливая поперечные (на 1 см проксимальнее трансплантата, в его средней трети, и на 1 см дистальнее зоны пересадки) и продольные срезы в зонах швов толщиной 20—25 мкм. Применяли способ абсолютного подсчета нервных волокон на поперечных срезах проксимальнее и дистальнее трансплантата под микроскопом с использованием микрометрической сетки. На продольных срезах изучали морфологические изменения в зоне шва нерва.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Общее число миелиновых волокон в разных наблюдениях на этих уровнях колебалось в значительных пределах (таблица).

Как видно из таблицы, при замещении дефектов нервов васкуляризированными аутонейротрансплантатами количество регенерировавших миелиновых волокон дистальнее трансплантатов достигало от 33,57 до 88 %, чаще составляя 48—52 % от исходного числа волокон (т. е. проксимальнее трансплантата). Таким образом, относительное количество аксонов уменьшалось на 12—66,43 % в сравнении с проксимальным концом. В то же время количество регенерировавших аксонов на этих же уровнях при замещении дефектов нервов обычным аутонейротрансплан-

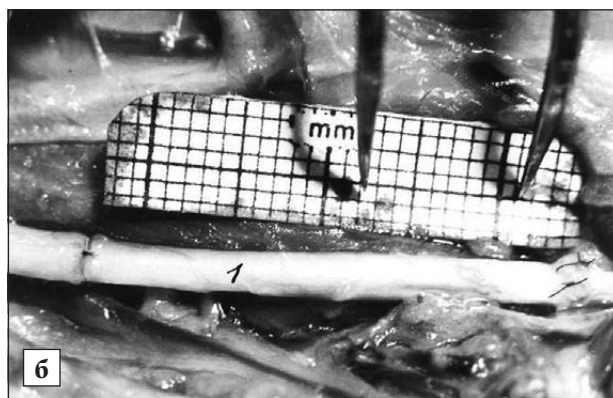
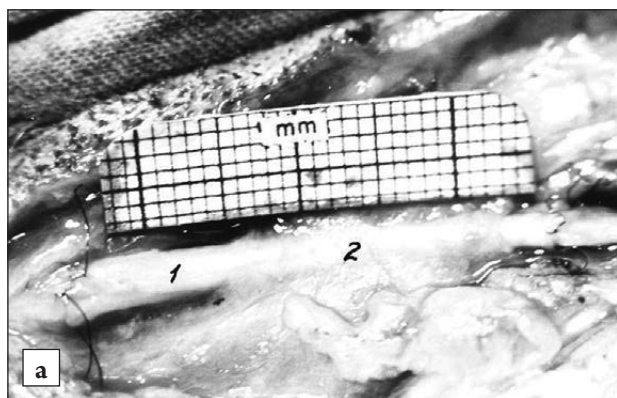


Рис. 1. Завершающий этап формирования кровоснабжаемого (а) и обычного (б) аутонейротрансплантатов. 1 — аутонейротрансплантат; 2 — влагалище сосудисто-нервного пучка

Таблица
Различия в количестве миелиновых волокон
в срединных нервах проксимальнее
и дистальнее васкуляризированных (В)
(на правой конечности) и свободных (С)
(на левой конечности) аутоотрансплантатов
через 3 мес. после операции

№ жи- вот- ного	Тип тран- сплантата	Количество волокон		Про- центное соотно- шение
		прокси- мальнее трансплан- тата	дистальнее трансплан- тата	
1	В	10080	8870	88,00
	С	10410	1767	16,97
2	В	5472	2852	52,12
	С	3398	878	25,24
3	В	5864	2985	50,85
	С	4498	985	21,90
4	В	6542	3112	47,57
	С	8460	1486	17,57
5	В	6223	2089	33,57
	С	4644	476	10,25
6	В	9639	4688	48,64
	С	13720	3636	26,50

татом колебалось от 10 до 26,5 %, чаще составляя 17—20 % от количества волокон в проксимальном отделе этой стороны. При данном виде пластики число аксонов дистальнее зоны трансплантата уменьшалось на 73,5—89,75 % в сравнении с центральным отрезком нерва, при значительных колебаниях в соседних полях зрения одного и того же пучка.

Сравнивая количество аксонов, проросших через трансплантаты у одних и тех же животных при разных видах пластики на правой и левой конечностях, можно отметить, что при замещении дефектов нервов кровоснабжаемыми аутонейротрансплантатами количество регенерировавших

нервных волокон дистальнее трансплантата всегда было в 2—2,5 раза, а в половине наблюдений в 3—4 раза больше, чем при замещении дефектов обычными нейротрансплантатами. Доверительные интервалы сравниваемых величин указывают на высокую статистическую значимость выявленных закономерностей ($P < 0,001$).

Наряду с количественными отмечены и качественные различия регенерировавших волокон. Существенным является тот факт, что во всех без исключения наблюдениях на поперечных срезах дистальнее трансплантатов отмечалось значительное уменьшение поперечных размеров регенерировавших волокон (незавершенный процесс «созревания» аксонов), что выражалось в статистически значимом увеличении числа аксонов малого диаметра и уменьшении числа волокон крупного и среднего калибра (рис. 2). В области швов отмечен переход волокон большего диаметра в более тонкие волокна. Более ориентированное положение регенерирующих аксонов наблюдалось при замещении дефектов нервов кровоснабжаемыми трансплантатами и значительно большее изменение направления их хода на линии швов — при замещении дефектов нервов обычным аутонейротрансплантатами (рис. 3).

Таким образом, установлено, что при замещении дефектов нервов кровоснабжаемыми аутонейротрансплантатами создаются более благоприятные условия для регенерации аксонов, чем при замещении таких же дефектов свободными аутонейротрансплантатами, о чем свидетельствует значительно большее количество нервных волокон, проросших в периферические отрезки нервов.

Изучение сосудов нерва и трансплантата сразу же после операции на уровне анастомозов показало, что при обоих видах пластики в области соединения концов нерва и прилежащих отрезков трансплантата имелась бессосудистая зона

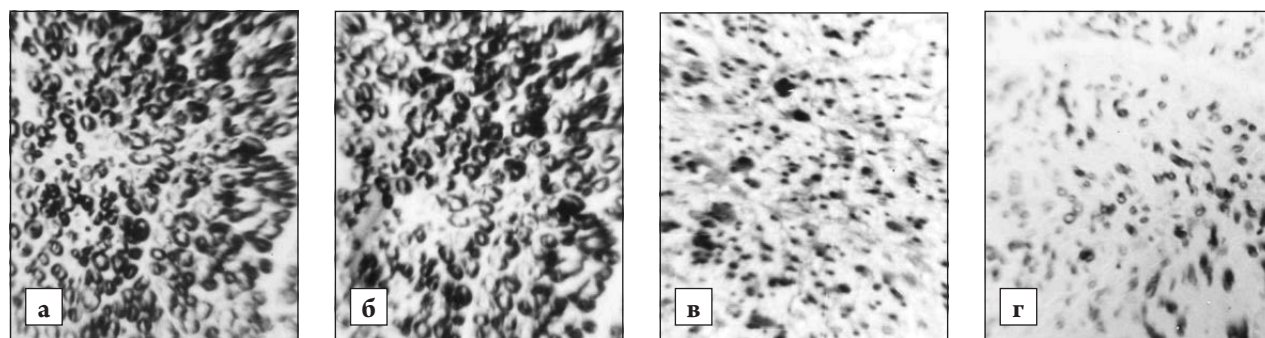


Рис. 2. Участки поперечных срезов срединных нервов собаки проксимальнее (а, б) и дистальнее (в, г) аутонейротрансплантатов: а, в — правая, б, г — левая конечности. Окраска по Вейгерту — Палю. Об. 40 ок. 7

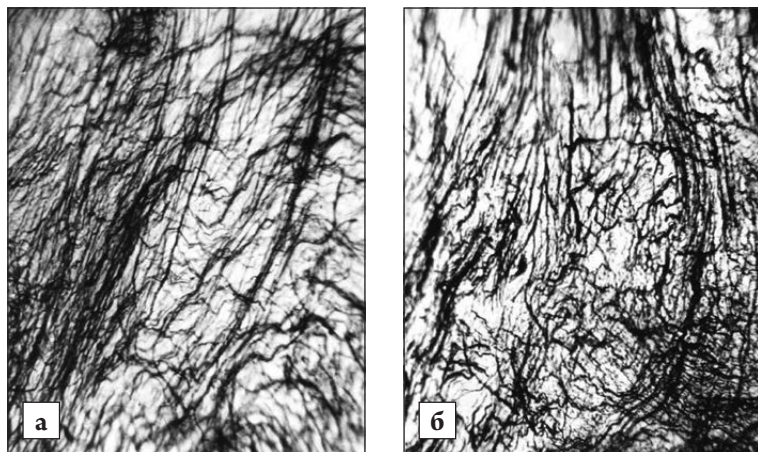


Рис. 3. Продольный срез участка срединного нерва в зоне дистального шва через 3 мес. после операции. Окраска по Бильшовскому — Гросс. Об. 20 ок. 7. а — более ориентированное направление хода волокон в кровоснабжаемом нейротрансплантате; б — направление хода волокон в свободном аутонейротрансплантате

культей нерва и прилежащих отрезков трансплантата протяженностью от 0,5 до 2 мм. Крупные субэпинеуральные артерии заканчивались на расстоянии 2,5—5 мм от конца культей, что, по-видимому, связано с различной эластичностью сосудистых и нервных элементов: артерии сокращались в большей степени, чем пучки нерва с окружающей их соединительной тканью.

Сосудистая система простого и васкуляризованного аутонейротрансплантатов значительно отличалась друг от друга. В первые часы после операции обычный трансплантат был бледным, а кровоток в его сосудах отсутствовал. Отмечалось запускание микроциркуляторного русла эпинеурия. В эти же сроки кровоснабжаемый трансплантат имел розовую окраску, кровоток в его тканях был сохранен, хотя и замедлен в сравнении с кровотоком в сосудах прилежащих отрезков нерва. Диаметр сосудов трансплантата был уменьшен наполовину. Движение элементов крови по сосудам и сосудистым дугам наблюдалось как в дистальном, так и в центральном направлениях.

Через 10 сут после операции отмечалась отчетность трансплантатов и прилежащих к ним отрезков нерва. В свободном трансплантате были видны единичные функционирующие субэпинеуральные сосуды небольшого диаметра. Кровоток в них был замедлен в сравнении с кровотоком в сосудах прилежащих отрезков нерва. В небольшом количестве отмечались анастомозы между сосудами трансплантата и обоих отрезков

нерва, появлялись отдельные связи между сосудами окружающих тканей и трансплантата. Важно подчеркнуть, что кровоснабжение простого трансплантата в данный период осуществлялось в основном за счет анастомозов его сосудов с сосудами обоих отрезков нерва.

В кровоснабжаемом трансплантате сосудистая сеть на 10-е сут. после операции была выражена хорошо. Диаметр сосудов нерва и трансплантата заметно (в 2—3 раза) увеличен. Кровоток в сосудах аутотрансплантата отчетлив, скорость его приближалась к скорости движения крови в сосудах прилежащих отрезков нерва. В области обеих зон невротрафии были видны анастомозы, объединяющие сосудистые сети нерва и васкуляризованного трансплантата. В эпинеурии последнего проходило несколько

крупных продольных артерий с отходящими от них косыми и продольными ветвями. В глубине трансплантата отмечались продольные тончайшие артерии, которые местами спирально извивались. Часть этих сосудов переходила в трансплантат из обоих отрезков нерва.

Таким образом, кровоснабжение васкуляризованного аутонейротрансплантата, в отличие от свободного, осуществлялось из трех источников: за счет анастомозов его сосудов с сосудами обоих отрезков нерва и с сосудами окружающих тканей. Однако доминирующую роль с первых же дней занимали последние.

В заключение необходимо подчеркнуть, что при изыскании новых способов в реконструктивной хирургии нервов следует учитывать не только закономерности их регенерации, отличные от закономерностей регенерации других тканей и систем, но и особенности кровоснабжения аутоэпинеуральных трансплантатов, последствия их забора.

ВЫВОДЫ

1. Пластическое замещение дефектов нервов васкуляризованными аутонейротрансплантатами имеет несомненные преимущества перед применением для этих целей свободных нейральных аутотрансплантатов, так как количество нервных волокон, регенерирующих через кровоснабжаемый трансплантат, в 2—4 раза больше,

чем таковое через обычный. Отмечается их более ориентированный рост.

2. Кровоснабжение васкуляризированного трансплантата налаживается с первых же часов после операции и осуществляется из трех источников: за счет анастомозов его сосудов с сосудами

окружающих тканей, а также с сосудами обоих отрезков нерва. В простом трансплантате кровоток начинает восстанавливаться начиная с пятых суток и заканчивая десятиными сутками после операции, в основном за счет анастомозов его сосудов с сосудами обоих отрезков нерва.

ЛИТЕРАТУРА

1. Байтингер В. Ф. Шов нерва конец-в-конец: прошлое и настоящее // Вопросы реконструкт. и пласт. хирургии. — 2013. — № 1. — С. 20—27.
2. Белоусов А. Е., Ткаченко С. С. Микрохирургия в травматологии. — Л. : Медицина, 1988. — С. 92—109.
3. Борода Ю. И. Хирургия дефектов нервных стволов конечностей (тактика, техника операций, исходы) : Автореф. дисс. ... д-ра мед. наук. — СПб., 2000. — 41 с.
4. Григорович К. А. Хирургическое лечение повреждений нервов. — Л. : Медицина, 1981. — С. 111—133.
5. Дольницкий О. В., Карчемский В. И., Дольницкий Ю. О. Пересадка васкуляризированного трансплантата при дефектах нервов у детей // Проблемы микрохирургии : Сб. — М. : ВНИЦХ, 1985. — С. 92—93.
6. Попович М. И., Зайцев Е. И. Техника швов нервов с учетом характера их повреждений // Клиническая анатомия и экспериментальная хирургия. — Оренбург, 2007 — Вып. 7. — С. 24—28.
7. Ходжамуродов Г. М., Одинаев Н. Ф., Раджабов М. Опыт применения васкуляризированных трансплантатов для пластики дефектов нервных стволов верхних конечностей // Анналы пласт., реконструкт. и эстет. хирургии. — 2012. — № 3. — С. 78—83.
8. Bonney G., Birt R. et al. Experience with vascularized nerve grafts // Clin. Plast. Surg. — 1984. — Vol. 11, № 1. — P. 137—142.
9. Millesi H. Bedeutung der Nerventransplantation in der Chirurgie der peripheren Nerven // Zbl. Chir. — 1975. — Bd. 100, Vol. 25. — S. 1537—1546.
10. Ozcan G., Shenaq S., Spira M. Study of microcirculation of rat femoral nerve and development of a new vascularized nerve graft model // J. Reconstr. Microsurg. — 1991. — Vol. 7. — P. 133—138.
11. Shibata M., Tsai T. M., Firrell J., Breidenbach W. C. Experimental comparison of vascularized and nonvascularized nerve grafting // J. Hand Surg. (Amer.). — 1988. — Vol. 13. — P. 358—365.
12. Townsend P. L. G. a. Taylor G. I. Vascularized nerve grafts using composite arterialized neurovenous system // Brit. J. Plast. Surg. — 1984. — Vol. 37, № 1. — P. 1—17.

Поступила в редакцию 10.05.2013 г.

Утверждена к печати 6.06.2013 г.

Автор, контакты:

Попович Михаил Иванович — заслуженный работник высшей школы РФ, канд. мед. наук, доцент кафедры оперативной хирургии (с топографической анатомией) Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова, г. Санкт-Петербург.

194 044, г. Санкт-Петербург, ул. Лебедева, д. 6

ФГОУ ВПО «Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова» МО РФ

Кафедра оперативной хирургии (с топографической анатомией)

(заведующий кафедрой — профессор Н. Ф. Фомин)

Тел.: +7911-740-98-09 (моб.), (812) 329-71-83 (раб.)

e-mail: nachmed82@mail.ru