

В. Ф. Байтингер, А. В. Байтингер

ШОВ НЕРВА: ОТ ШВА БОК-В-КОНЕЦ К ШВУ БОК-В-БОК

V. F. Baitinger, A. V. Baitinger

NERVE SUTURE: FROM SIDE-TO-END TO SIDE-TO-SIDE

АНО НИИ микрохирургии, г. Томск
ГОУВПО СибГМУ Минздрава РФ, г. Томск
© Байтингер В. Ф., Байтингер А. В.

Впервые в отечественной литературе представлена литературные данные по применению эпи-периневрального шва нерва бок-в-бок при высокоуровневых повреждениях нервов верхней и нижней конечностей. Даны показания и приведены клинические результаты его применения.

Ключевые слова: шов нерва бок-в-конец, шов нерва бок-в-бок, коллатеральный спрутинг.

For the first time in home literature, literature data concerning using epi-perineural side-to-side suture in injuries of high level of the upper and lower limbs are presented. Indications are given and clinical results of its using are demonstrated.

Key words:

УДК 616.8-089.84

К 2013 г. в результате многолетних и многочисленных экспериментальных исследований шва нерва конец-в-бок ученые пришли к однозначному выводу: имеется доказательная база, подтверждающая коллатеральный спрутинг аксонов из интактного нерва в культю донорского нерва. Эта технология может успешно применяться в клинике и, в первую очередь, в реконструктивной микрохирургии плечевого нервного сплетения [1, 8, 14]. Споры по поводу техники шва нерва (без или с периневральным «окном») закончились в пользу периневрального окна, при котором повреждаемые во время хирургической препаровки аксоны (собранные в фасцикулы) посылают значительно большее количество коллатеральных ветвей в подшитый реципиентный нерв, обеспечивая достаточно хорошую функциональную реиннервацию его таргетных структур. Данный результат касается как чувствительных, так и моторных проводников [4]. С учетом направления реиннервации — из интактного (донорского) нерва в подшитый (реципиентный) нерв — правильнее шов нерва конец-в-бок называть швом нерва «бок-в-конец». К настоящему времени уже четко сформулированы показания для этого шва: а) протяженный дефект периферического нерва, который нельзя

ликвидировать аутонервной вставкой; б) невозможность найти в ране проксимальную культю поврежденного нерва. Для получения хорошего послеоперационного результата были разработаны следующие рекомендации: а) интактный (донорский) нерв для моторной реиннервации реципиентного нерва должен быть двигательным, от синергичной мышечной группы; б) для афферентной реиннервации донорский нерв должен быть чувствительным и происходить из соседнего дерматома. И тем ни менее, даже с учетом исполнения вышеперечисленных рекомендаций по реконструкции высокого уровня протяженных дефектов периферических нервов с использованием шва нерва конец-в-бок, функциональные результаты нельзя считать отличными. По этому поводу довольно дипломатично высказались бразильские микрохирурги, крупные специалисты в области реконструктивной микрохирургии плечевого нервного сплетения J. A. Bertelli и M. F. Ghizoni [2]: результаты аксональной регенерации после выполнения шва нерва конец-в-бок неоднозначны; они различаются в эксперименте и в клинике. В эксперименте — лучше. Считается, что китайский травматолог-ортопед из Шанхая Shao Cheng Zhang [15] впервые, в 1999 г., высказал идею улучшения

результатов шва нерва конец-в-бок путем усиления интенсивности коллатерального спрутинга созданием протяженного контакта фасцикулов донорского и реципиентного нервов, что можно достичь при шве нерва бок-в-бок. Проверка этой идеи стала основой для его дальнейших экспериментальных исследований [6, 12, 15, 16]. Отечественных научных работ на эту тему мы не нашли.

Цель нашей работы состояла в анализе современной ситуации использования шва нерва бок-в-бок в реконструктивной хирургии периферических нервов при высоком уровне их повреждения.

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА

Справедливости ради нужно отметить, что первую работу на тему сравнения эффективности регенерации при атипичных швах нервов (конец-в-бок или бок-в-бок) опубликовал итальянский экспериментальный хирург R. Gatta еще в 1938 г. [3] (рис. 1). В эксперименте на кроликах (дистальный конец пересеченного малоберцового нерва в бок целого большеберцового нерва (конец-в-бок или бок-в-бок) были получены нейрогистологические доказательства регенерации нервных волокон из большеберцового нерва в

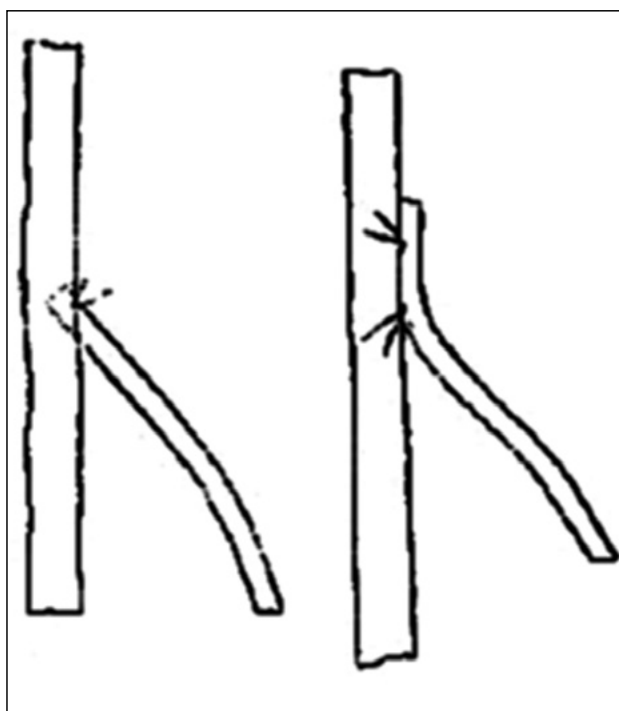


Рис. 1. Схема швов нерва конец-в-бок и бок-в-бок по R. Gatta (1938)

малоберцовый нерв (импрегнация серебром по Cajal). В резюме от R. Gatta [3] было сказано, что «отделение» некоторых донорских нервных волокон большеберцового нерва — основа богатого регенеративного процесса, наблюдаемого в культе подшитого малоберцового нерва. Примечательно, что при шве нерва бок-в-бок наблюдали более интенсивное прорастание нервных волокон в малоберцовый нерв, чем при шве нерва конец-в-бок!

Основным препятствием для успешного восстановления реконструированных нервных стволов любым из известных способов является малая скорость прорастания аксонов из проксимального конца поврежденного (донорского) нерва. При высоком уровне повреждения, когда расстояние между проксимальным концом поврежденного нерва и таргетной зоной велико, реконструкция может оказаться просто бесполезной; прогрессирующая атрофия денервированных скелетных мышц может оказаться уже необратимой. Использование аутонервных вставок в реконструктивной микрохирургии дефектов периферических нервов, а также «сенсорной протекции» атрофии денервированных скелетных мышц вызывает в настоящее время все больше претензий в связи с нанесением непоправимого ущерба донорскому (чувствительному) нерву [5, 7]. И еще одна немаловажная проблема реконструкции дефектов нервов при высоком уровне повреждения: прогрессирующее со временем снижение регенераторных способностей шванновских клеток проксимальной культи реконструируемого нерва [9—11], вероятно, в связи с ретроградной дегенерацией соответствующих нейронов. Все это вместе взятое стало стимулом для поиска эффективных методов профилактики прогрессирующей атрофии денервированных скелетных мышц. Другими словами, очень важно, чтобы к моменту подрастания регенерирующих нервов к таргетным структурам, например, к скелетным мышцам, дистрофический процесс в них был весьма деликатным. Такие возможности должны скоро появиться! Прежде всего, эти надежды связывают с атипичным швом нерва бок-в-бок, который, по данным турецких и китайских экспериментальных микрохирургов, дает возможность эффективно профилактировать прогрессирующую мышечную атрофию в денервированных скелетных мышцах [6, 12, 13, 15].

Турецкие исследователи еще в 1999 г. [13] провели эксперименты на периферических нервах задних конечностей крыс: шов

нерва бок-в-бок и конец-в-бок между дистальной культей пересеченного малоберцового нерва и интактным большеберцовым нервом. Оценивали функцию прооперированных конечностей в различные периоды после операции (gaita-analysis) и глубину мышечной дистрофии в передних большеберцовых мышцах (гистологические исследования после выведения животных из эксперимента). Примечательно, что как функциональные («тест походки»), так и морфологические (глубина дистрофического процесса) результаты восстановления с применением шва нерва бок-в-бок оказались значительно лучше, чем конец-в-бок. Китайские исследователи провели сравнительное исследование шва нерва бок-в-бок и конец-в-конец с аутонервной вставкой. В экспериментах на крысах также пересекали малоберцовый нерв и его дистальный конец: сшивали бок-в-бок с рядом расположенным большеберцовым нервом. В другой конечности (контроль) этого же животного малоберцовый нерв резецировали на протяжении 0,5 см, а затем сразу этот фрагмент в виде ауотрансплантата реверсировали и вновь вшивали в сформированный дефект нервными швами конец-в-конец. Оценку результатов данных вмешательств (степень атрофии передней большеберцовой мышцы) проводили через 3 мес. с применением гистологических методов исследования поперечных срезов этой мышцы. Примечательно, что в обеих группах (опыт, контроль) состояние мышечных волокон на поперечных гистологических срезах передней большеберцовой мышцы было одинаковым, с минимальными дистрофическими явлениями.

Таким образом, в конце XX и начале XXI вв. были заложены экспериментальные основы для клинического внедрения технологий, предотвращающих прогрессирующую мышечную атрофию денервированных скелетных мышц, без нанесения ущерба донорскому нерву. И конечно, это не шов нерва конец-в-конец с различными вставками при протяженном дефекте периферических нервов. По образному выражению Susan Mackinnon (WSRM, 2013), реконструкция нерва с аутонервным графтом конец-в-конец — это уже не «золотой стандарт», это «бронзовый стандарт». Для того, чтобы делать такие заявления, нужны серьезные основания, подкрепленные не только экспериментальными, но и клиническими данными, подтверждающими «новую концепцию в хирургии периферических нервов». Они недавно появились.

КЛИНИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШВА НЕРВА БОК-В-БОК

Шов нерва бок-в-бок был впервые выполнен в 1999—2000 гг. в отделении ортопедии госпиталя Шанхая (Китай) у пациентов со спастическим церебральным параличом с целью ликвидации локального спазма мышц нижних конечностей при высокоуровневых повреждениях периферических нервов конечностей, а также для восстановления чувствительности у «парализованных пациентов» [15—19, 20].

В 2012 г. китайские хирурги впервые представили клинический материал (16 мужчин, 9 женщин) результатов лечения при высокоуровневых повреждениях периферических нервов конечностей с использованием шва нерва бок-в-бок. Пациенты были прооперированы в среднем через 5 мес. после травмы (табл. 1). Оценку результатов оперативного лечения проводили по шкале British Medical Research Council. Шов нерва бок-в-бок использовали главным образом в реконструкции повреждений двигательных нервов. Для этого сначала необходимо было найти соответствующий, родственный по функции, нормальный нервный ствол (донорский), расположенный близко к поврежденному нерву. Затем донорский нерв перемещали к поврежденному (реципиентному) нерву. Например, если были повреждены поясничные корешки L4 и L5, выделяли общий ствол бедренного нерва для шва нерва бок-в-бок на уровне нижней вентральной поверхности бедра. Если был поврежден нижний ствол плечевого нервного сплетения, сшивали бок-в-бок локтевой и срединный нервы. Два сегмента сшиваемых нервов (донорский и реципиентный) размещали близко друг к другу. В зависимости от толщины нервов продольно пересекали эпиневр и частично — периневр сшиваемых нервов. Длина разреза — 1—2 см. Затем монофиламентной нейлоновой нитью 9/0—11/0 с помощью микрохирургических инструментов выполняли шов нерва бок-в-бок в соответствии с представленной схемой (рис. 2). Один из результатов хирургического лечения представлен на рис. 3. Данный клинический материал подтверждает мысль о том, что шов нерва бок-в-бок, комбинированный в ряде случаев с другими рутинными методами реконструкции поврежденных нервов (шов нерва конец-в-конец), может стать весьма эффективной технологией в современной реконструктивной микрохирургии периферических нервов. Для шва нерва бок-в-бок есть только одно ограничение — отсутствие рядом донорского нерва.

Table 1 Age, type of injury, surgical data and nerve function for all patients

Patient	Gender/age	Injury type: injured point (related injury) ^a	Recipient nerve (point) ^b	Donor nerve	Interval between injury and surgery	Nerve function	
						Before operation	After operation
1	F/34	Distraction: brachial plexus middle trunk	Radial nerve	Ulnar and median nerves	72 h	M1/S1	M3/S4
2	M/26	Distraction: brachial plexus middle trunk	Radial nerve	Ulnar and median nerves	6 days	M0/S1	M3/S4
3	F/33	Distraction: brachial plexus middle trunk	Radial nerve	Ulnar and median nerves	3 days	M0/S0	M2/S3
4	M/25	Distraction: C7 nerve root and brachial plexus lower trunk	Radial nerve	Ulnar and median nerves	5 days	M0/S1	M3/S3
5	M/17	Distraction: C7 nerve root and brachial plexus lower trunk	Radial nerve	Ulnar and median nerves	7 days	M0/S0	M3/S4
6	M/14	Iatrogenic: L4 nerve root	Sciatic nerve	Femoral nerve	10 days	M0/S1	M3/S3
7	M/22	Iatrogenic: L4, L5 nerve root	Sciatic nerve	Femoral nerve	8 days	M1/S1	M3/S4
8	M/18	Iatrogenic: L5, S1 nerve root	Sciatic nerve	Femoral nerve	6 days	M1/S1	M3/S4
9	F/36	Iatrogenic: S1 nerve root	Sciatic nerve	Femoral nerve	7 days	M1/S1	M3/S3
10	M/27	Iatrogenic: S1, S2 nerve root	Sciatic nerve	Femoral nerve	5 days	M1/S1	M3/S3
11	F/21	Iatrogenic: S2 nerve root	Sciatic nerve	Femoral nerve	7 days	M0/S1	M3/S3
12	M/25	Knife: CPN at the outlet of sciatic nerve	Common peroneal nerve	Tibial nerve	7 h	M0/S1	M2/S3
13	F/20	Knife: CPN at the outlet of sciatic nerve	Common peroneal nerve	Tibial nerve	4 h	M0/S0	M2/S3
14	F/34	Knife: CPN at the outlet of sciatic nerve	Common peroneal nerve	Tibial nerve	7 h	M1/S1	M3/S3
15	M/28	Knife: CPN at the outlet of sciatic nerve	Common peroneal nerve	Tibial nerve	5 h	M0/S0	M2/S3
16	M/38	Knife: CPN at upper thigh	Common peroneal nerve	Tibial nerve	4 h	M0/S0	M2/S3
17	F/19	Knife: CPN at upper thigh	Common peroneal nerve	Tibial nerve	5 h	M0/S1	M2/S3
18	M/27	Knife: CPN at upper thigh	Common peroneal nerve	Tibial nerve	4 h	M0/S0	M3/S4
19	M/35	Knife: tibial nerve at the outlet of the sciatic nerve	Tibial nerve	Peroneal nerve	6 h	M1/S1	M3/S4
20	M/26	Open torsion: axillary radial nerve	Radial nerve	Ulnar nerve	4 h	M0/S0	M2/S3
21	F/32	Open torsion: axillary radial nerve	Radial nerve	Ulnar nerve	5.5 h	M0/S0	M2/S3
22	M/29	Open torsion: axillary ulnar nerve	Ulnar	Radial nerve	4 h	M0/S0	M2/S3
23	M/15	Open torsion: axillary ulnar nerve (axillary artery injury)	Ulnar	Median nerve	8 h	M0/S0	M2/S3
24	F/26	Sacrum: 1 st and 2 nd sacral nerve root injuries (sacrum fracture)	Sciatic nerve	Femoral nerve	1 day	M0/S1	M3/S3
25	M/23	Sacrum: 1 st and 2 nd sacral nerve root injuries (sacrum fracture)	Sciatic nerve	Femoral nerve	2 days	M1/S1	M3/S3

^a Injured point was anastomosed by end-to-end neurorrhaphy^b Recipient point was at the downstream distal side of the injured point at the same peripheral nerve that was anastomosed with donor nerve by side-to-side neurorrhaphy

Distraction: distraction injury; Torsion: open torsional injury; Knife: knife stab injury; Sacrum: with sacrum fracture; Iatrogenic: iatrogenic injury. CPN: common peroneal nerve

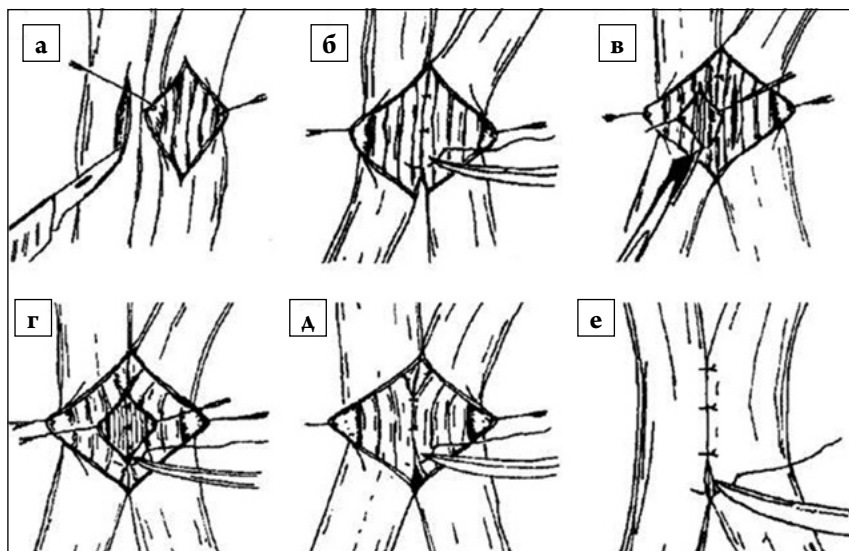


Рис. 2. Микрохирургический эпи-периневральный шов нерва бок-в-бок по Zhang S.C. et al. (2000): а — продольное рассечение эпинеургии сшиваемых нервов; б — узловый шов эпинеургии задней стенки анастомоза (9/0); в — рассечение периневрия на прилежащих фасцикулах сшиваемых нервов; г — шов периневрия по задней стенке (11/0); д — шов периневрия по передней стенке (11/0); е — узловый шов эпинеургии передней стенки анастомоза (9/0)



Рис. 3. Клинический результат применения шва нерва бок-в-бок: а — ножевое ранение общего малоберцового нерва в области верхней 1/2 бедра, шов общего малоберцового нерва (реципиента) бок-в-бок с большеберцовым нервом (донор); б — функциональное восстановление конечности через 3 года после операции

ОБСУЖДЕНИЕ

Шов нерва бок-в-бок ни в коей мере не является альтернативой другим швам (конец-в-конец, конец-в-бок). Однако с его появлением резко возросли возможности врачей в реконструктивной микрохирургии высокоуровневых повреждений периферических нервов. Для успешной реализации появившейся возможности необходимы передовые знания о внутривольной анатомии периферических нервов и мастерство микрохирургического исполнения данного метода. Нельзя и без фундаментальных знаний. После повреждения нервных стволов наряду с дистальным, валеровским перерождением (дегенерацией) запускается механизм ретроградной дегенерации, например, в мотонейронах передних рогов спинного мозга. Данное обстоятельство предполагает снижение регенераторных способностей шванновских клеток в проксимальной культе поврежденного нерва [9, 10], что будет существенно влиять на процесс регенерации и, соответственно, результат операции. Другими словами, выполнение швов нервов при их повреждениях предпочтительно выполнять как можно раньше; при травмах — в экстренном порядке. В настоящее время становится понятным, что перспектива получения хороших клинических результатов лечения травм периферических нервов — не столько в ликвидации самого повреждения, особенно высокоуровневого, сколько в разработке

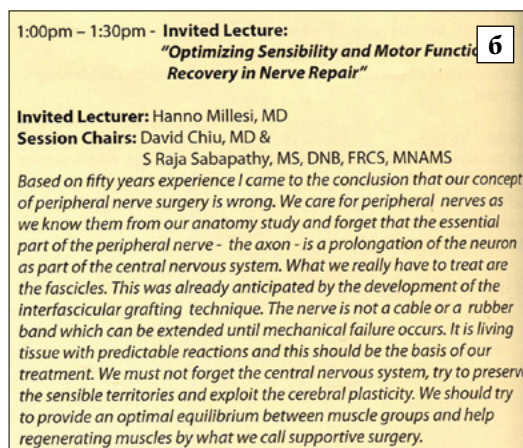


Рис. 4. Hanno Millesi (а) и его новая концепция хирургии периферических нервов (б)

технологий направленной реиннервации как можно ближе к таргетным зонам! Такая идея появилась не на пустом месте. Она возникла на базе новой концепции хирургии периферических нервов, сформулированной 13 июля 2013 г. на 7-м Конгрессе WSRM (Чикаго, США), озвученной Hanno Millesi (Австрия) (рис. 4 а, б).

ВЫВОДЫ

Шов нерва бок-в-бок, в отличие от шва конец-в-бок, обеспечивает лучшие условия для коллатерального спрутинга и дает более полноценную регенерацию при реконструкции высокоуровневого повреждения периферических нервов. Имеется лишь одно техническое ограничение для выполнения шва нерва бок-в-бок: отсутствие сохранного донорского нерва рядом с поврежденным, т. е. ограничений практически нет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Amr S. M., Essam A. M., Abdel-Meguid A. M. et al. Direct cord implantation in brachial plexus avulsions: revised technique using a single stage combined anterior (first) posterior (second) approach and end-to-side side-to-side grafting neurorrhaphy // J. Brachial Plex. Peripher. Nerve Inj. — 2009. — Vol. 4:8. — P. 1—17.
2. Bertelli J. A., Ghizoni M. F. Nerve repair by end-to-side coaptation or fascicular transfer: a clinical study // J. Reconstr. Microsurg. — 2003. — Vol. 19. — P. 313—318.
3. Gatta R. Sulla anastomosi latero-terminale dei tronchi nervosa // Arch. Ital. Chir. — 1938. — Vol. 45. — P. 155—171.
4. Haninec P., Kaiser R., Dubovy P. A comparison on collateral sprouting of sensory and motor axons after end-to-side neurorrhaphy with and without the perineurial window // Plast. Reconstr. Surg. — 2012. — Vol. 130, № 3. — P. 609—614.
5. Hynes N. M., Bain J. R., Thoma A et al. Preservation of denervated muscle by sensory protection in rats // J. Reconstr. Microsurg. — 1997. — Vol. 13. — P. 337—343.
6. Ma Y. H., Zhang S. C., Cao L. et al. Experimental study of peripheral nerve regeneration after side-to-side neurorrhaphy in rabbits // Chin. Int. J. Med. — 2002. — Vol. 2. — P. 206—210.
7. Papakonstantinou K. C., Kamin E., Terzis J. K. Muscle preservation by prolonged sensory protection // J. Reconstr. Microsurg. — 2002. — Vol. 18. — P. 173—184.
8. Ray W. Z., Kazukurthi R., Yee A., Mackinnon S. E. Functional recovery following an end-to-side neurorrhaphy of the accessory nerve to the suprascapular nerve: case report // Hand. — 2010. — Vol. 5. — P. 313—317.
9. Sulaiman O. A. R., Boyd J., Gordon T. Neurologia. In: Kettenmann H., Ransom B. R. (Eds) Regeneration in the peripheral nervous system of mammals. 2nd edn. — Oxford : Oxford University Press, 2004. — P. 454—466.
10. Sulaiman O. A. R., Gordon T. Role of chronic Schwann cell denervation in poor functional recovery after nerve injuries and experimental strategies to combat it // Neurosurgery. — 2009. — Vol. 65 (4 Suppl). — P. A105—A114.
11. Sulaiman W. A., Kline D. G. Nerve surgery: a review and insights about its future // Clin. Neurosurg. — 2006. — Vol. 53. — P. 38—47.
12. Xiu X. L., Zhang S. C., Xu S. G. et al. Experimental study of peripheral nerve side-to-side neurorrhaphy // Chin. J. Orthopaed. — 2000. — Vol. 20. — P. 583—585.
13. Yuksel F., Karacaoglu E., Guler M. M. Nerve regeneration through side-to-side neurorrhaphy sites in a rat model: a new concept in peripheral nerve surgery // Plast. Reconstr. Surg. — 1999. — Vol. 104. — P. 2092—2099.
14. Yuksel F., Peker F., Celikoz B. Two applications of end-to-side nerve neurorrhaphy in severe upper extremity nerve injuries // Microsurgery. — 2004. — Vol. 24. — P. 363—368.
15. Zhang S. C., Xiu X. L., Yu B. Q. et al. Experimental study and primary clinical report on peripheral nerve side-to-side neurorrhaphy // Chin. J. Anat. — 1999. — Vol. 22. — P. 314.
16. Zhang S. C., Xiu X. L., Huang P. et al. The treatment of spastic cerebral palsy patients with side-to-side neurorrhaphy. // Academ. J. Second Military Med. University. — 2000. — Vol. 21. — P. 395—396.
17. Zhang S. C., Luo C. L., Zhang X. S. Spastic cerebral palsy treatment with side-to-side neuroanastomosis // J. Neurol. Orthopaed. Med. Surg. — 2001. — Vol. 21. — P. 307—310.
18. Zhang S. C., Guo F. L., Yan G. Z. et al. The reconstruction of sensory function for paralysis patients with side-to-side neurorrhaphy // Orthoped. J. Chin. — 2002. — Vol. 9. — P. 987—988.
19. Zhang S. C., Ma Y. H., Sun L. Q. et al. Prevention irreversible muscle atrophy after high-level nerve injury by side-to-side neurorrhaphy // Chin. J. Orthopaed. Trauma. — 2005. — P. 335—337.
20. Zhang S. C., Ji F., Tong D. K., Li M. Side-to-side neurorrhaphy for high-level peripheral nerve injuries // Acta Neurochir. — 2012. — Vol. 154. — P. 527—532.

Поступила в редакцию __. __. 2013

Утверждена к печати __. __. 2013

Авторы:

Байтингер В. Ф. — д-р мед. наук, профессор, президент АНО «НИИ микрохирургии», г. Томск.

Байтингер А. В. — студент 6-го курса лечебного факультета, ГБОУ ВПО СибГМУ Минздрава России, г. Томск.

Контакты

Байтингер Владимир Федорович

e-mail: baitinger@mail.tomsknet.ru