

Р.Р. СИДОРОВИЧ, А.Ф. СМЕЯНОВИЧ

## МЕТОД АУТОНЕЙРОПЛАСТИКИ В ЛЕЧЕНИИ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИХ ДЕФЕКТОВ СТРУКТУР ПЛЕЧЕВОГО СПЛЕТЕНИЯ

ГУ «РНПЦ неврологии и нейрохирургии», г. Минск,  
Республика Беларусь

**Цель.** Изучение эффективности операций аутонейропластики структур плечевого сплетения (ПС) с учетом применения усовершенствованной методики, в зависимости от уровня повреждения плечевого сплетения, длины диастаза и сроков с момента травмы.

**Материал и методы.** Операция аутонейропластики выполнена 13 пациентам с последствиями травматического повреждения плечевого сплетения; по стандартной методике – 8 (61,5%), по усовершенствованной методике – 5 (38,5%) пациентам. Основными отличиями усовершенствованной методики являлось соблюдение дифференцированного подхода к выполнению метода в зависимости от длины диастаза на определенных уровнях ПС, расположения фасцикул отдельных нервов в стволах ПС, предупреждение расхождения швов на уровне анастомозов.

**Результаты.** Применение усовершенствованной методики позволило повысить результативность аутонейропластики с 22,8% до 100%. Эффективность аутонейропластики была более высокой при диастазе от 2,3 до 7,0 см и не зависела от уровня оперативного вмешательства. Операции аутонейропластики целесообразно выполнять в сроки до 6 месяцев с момента травмы.

**Заключение.** Усовершенствованная аутонейропластика структур ПС является эффективным методом хирургического лечения последствий его травматического повреждения с нарушением целостности на протяжении.

*Ключевые слова:* плечевое сплетение, травматическое повреждение, оперативное лечение, аутонейропластика плечевого сплетения

**Objectives.** The study of the effectiveness of autoneuroplasty operations of the brachial plexus (BP) structures with the use of advanced techniques depending on the level of the brachial plexus damage, the length of diastasis and timing of the injury.

**Methods.** Autoneuroplasty was carried out in 13 patients with the outcomes of the brachial plexus damage; according to a standard technique in 8 (61,5%) patients, according to an advanced technique in 5 (38,5%) patients. Following differentiated approach to the implementation of the method depending on the length of diastasis at certain levels of BP, on the localization of fasciculi of the separate nerves in the BP trunks, prevention of dehiscence at the level of anastomosis were the main differences of the advanced technique.

**Results.** Use of the advanced technique permitted to increase the results of autoneuroplasty from 22,8% up to 100%. Autoneuroplasty efficacy was higher at diastasis from 2,3 to 7,0cm and didn't depend on the level of the operative intervention. Autoneuroplasty surgeries are to be carried out more appropriately in terms up to 6 months after traumas.

**Conclusions.** Advanced autoneuroplasty of BP structures is an effective method of surgical treatment of outcomes of its traumatic injury with the disturbance of its integrity on the extension.

*Keywords:* brachial plexus, traumatic injury, operative treatment, autoneuroplasty of brachial plexus

### Введение

При нарушении целостности структур плечевого сплетения (ПС), когда невозможно произвести шов «конец в конец» из-за наличия диастаза, выполняется операция замещения дефекта при помощи аутотрансплантантов, которые располагаются и фиксируются между фасцикулами или фасцикулярными группами центрального и периферического концов поврежденной структуры ПС, т.е. проводится интерфасцикулярная аутонейропластика [1, 2].

Использование микрохирургической техни-

ки значительно расширило возможности и повысило результативность аутонейропластики периферических нервов [3, 4], однако выполнение метода на структурах ПС связано с определенными сложностями, обусловленными особенностями их анатомо-топографического строения [5, 6, 7, 8, 9].

Размеры диастаза при выполнении аутотрансплантации структур ПС, по данным разных исследователей, варьировали от 2,0 до 15,0 см [10, 11, 12, 13, 14], при этом не учитывался уровень выполнения оперативного вмешательства. До настоящего времени не установлена макси-

мальная длина диастаза, при которой достигается функциональная эффективность оперативного вмешательства. Применение некоторыми авторами при больших диастазах аутотрансплантатов на сосудистой ножке не увеличило эффективность методики по сравнению с традиционной пластикой [15].

Большинством авторов аутонейропластика выполняется без учета особенностей внутривольного строения ПС [5, 12, 13], заключающихся в изменении расположения фасцикул определенных нервов на протяжении [16], не учитывается целесообразность соединения аутотрансплантатами фасцикул одноименных нервов центрального и периферического концов поврежденных стволов ПС.

Особенности анатомо-топографического строения ПС определяют невозможность его иммобилизации и риск расхождения швов в послеоперационном периоде. Способ фиксации центрального и периферического концов за эпинеуральные лоскуты к подлежащим тканям при аутонейропластике периферических нервов [17] является достаточным только в условиях иммобилизации верхней конечности и не может быть эффективным при операции на структурах ПС. До последнего времени методика аутонейропластики структур ПС, предусматривающая предупреждение расхождения швов, не разработана. Применяемая в настоящее время тактика предупреждения расхождения швов путем использования аутотрансплантатов с длиной, превышающей диастаз на 10-15% [5, 15, 16], приводит к увеличению расстояния, необходимого для прорастания аксонов из центрального в периферический конец поврежденной структуры ПС и снижению эффективности аутонейропластики

Результаты аутонейропластики по данным разных исследователей противоречивы, что указывает на отсутствие оптимального подхода к выполнению оперативного вмешательства. Восстановление силы мышц проксимальных отделов верхней конечности имело место в 54,1-87,5% случаев, дистальных отделов – от отсутствия положительного результата до 75,0% [2, 6, 7, 8, 12, 14].

Аутонейропластику структур ПС целесообразно выполнять до 12 месяцев с момента травмы [13, 14], однако до последнего времени не установлены оптимальные сроки выполнения оперативного вмешательства.

**Целью** настоящего исследования явилось

изучение эффективности операций аутонейропластики структур ПС с учетом применения усовершенствованной методики, а также в зависимости от уровня повреждения плечевого сплетения, длины диастаза и сроков с момента травмы

### Материал и методы

Операция аутонейропластики проведена 13 пациентам (11 мужчинам, 2 женщинам); у 11 (84,6%) имели место последствия закрытого, у 2 (15,4%) открытого повреждения ПС. Оперативные вмешательства в сроки до 3 месяцев с момента травмы выполнены 3 (23,1%), от 4 до 6 месяцев – 3 (23,1%), от 7 до 9 месяцев – одному (7,7%), от 10 до 12 месяцев – 6 (46,1%) пациентам.

По стандартной методике операция аутонейропластики выполнена 8 (61,5%) пациентам с последствием травматического повреждения ПС. Диастаз между проксимальным и дистальным концами поврежденной структуры ПС составлял от 2,3 см до 12,0 см.

После мобилизации и освежения центрального и периферического концов поврежденной структуры ПС, рассечения наружного эпинеурия и выделения крупных фасцикул или фасцикулярных групп устанавливают длину диастаза, с учетом которой проводится забор аутотрансплантатов. В качестве нервов-доноров наиболее часто используются функционально менее значимые двигательные и чувствительные нервы [15]. В связи с большим количеством фасцикул при аутонейропластике стволов для трансплантации применяли, как правило, отрезки нескольких нервов. Необходимое число отрезков аутотрансплантата ( $n$ ) определяется по формуле  $n = D^2 / d^2$ , где  $D$  и  $d$  – диаметры соответственно поврежденного и донорского нервов [5].

При выделении нервов-доноров для предупреждения расхождения швов предусматривалось, что длина отрезков аутотрансплантатов должна быть на 10-15% больше, чем длина диастаза. Общая длина нерва-донора определяется по формуле: количество отрезков аутотрансплантатов умножить на расстояние между периферическим и центральным концами ствола ПС плюс 10-15% [5].

Основным и заключительным этапом интерфасцикулярной аутонейропластики являлась фиксация трансплантатов в дефект структур ПС к его центральному и периферическому



## Результаты и обсуждение

В общей группе пациентов в результате аутонейропластики структур ПС у 2 (15,4%) оперированных отмечен отличный, у 4 (30,8%) – хороший, у 3 (23,1%) – удовлетворительный функционально значимый результат с учетом силы максимально восстановившейся мышцы. В общей сложности положительный функционально значимый результат имел место у 9 из 13 оперированных, т.е. эффективность аутонейропластики составила 69,2%. У 2 (15,4%) пациентов отмечен удовлетворительный функционально незначимый результат (были возможны движения конечности при исключении тяжести), у 2 (15,4%) – отрицательный результат.

В группе пациентов, оперированных по усовершенствованной методике, эффективность составила 100,0% (положительный функционально значимый результат получен у всех пяти оперированных), эффективность аутонейропластики по стандартной методике – 50,0% (положительный функционально значимый результат получен у 4 из 8 оперированных), различия не были статистически значимы. В то же время частота отличных и хороших результатов при выполнении усовершенствованной методики (5 из 5 – 100,0%) значительно превышала таковую в группе оперированных по стандартной методике (1 из 8 – 12,5%),  $p < 0,05$ .

Результативность восстановления силы отдельных мышц верхней конечности в общей группе пациентов составила 42,5% (положительный функционально значимый результат получен в 20 из 47 реиннервируемых мышц). Сила дельтовидной мышцы, двуглавой мышцы плеча и трехглавой мышцы плеча восстановилась до положительных функционально значимых результатов в 4 из 6 (66,7%), 4 из 7 (57,1%) и 4 из 9 (44,4%) случаях; сгибателей I-III, IV-V пальцев, кисти, разгибателей кисти и пальцев – в 2 из 6 (33,3%), 1 из 4 (25,0%), 2 из 6 (33,3%), 3 из 9 (33,3%) случаях соответственно. Результативность восстановления проксимальной группы мышц верхней конечности составила 54,5% (положительный функционально значимый результат получен в 12 из 22 случаев), дистальной группы – 32,0% (8 из 25 случаев), различия не были статистически значимы ( $p > 0,05$ ).

Результативность аутонейропластики по восстановлению отдельных мышц верхней конечности в группе пациентов, оперированных по усовершенствованной методике, составила

100,0% (во всех 12 реиннервируемых мышцах получено восстановление силы до М3 и выше). В группе пациентов, которым выполняли аутонейропластику по стандартной методике, показатель результативности был значительно ниже – 22,8% (положительный функционально значимый результат получен в 8 из 35 мышц),  $p < 0,05$ .

При выполнении усовершенствованной методики в 2 из 12 (16,7%) случаях получен отличный результат, в то время как в группе пациентов, оперированных по стандартной методике отличные результаты не были получены, а доля хороших результатов (2 из 35 – 5,7%) значительно уступала доле отличных и хороших результатов в группе оперированных по усовершенствованной методике (11 из 12 – 91,7%),  $p < 0,05$ . Частота получения отрицательных результатов при аутонейропластике, выполненной по стандартной методике составила 19 из 35 (54,3%), при выполнении операции по усовершенствованной методике отрицательные результаты не были получены ( $p < 0,05$ ).

Клиническое восстановление активных движений в мышцах верхней конечности при последствиях травматического повреждения ПС было подтверждено результатами дополнительных исследований (электронейромиографией, тепловизионным исследованием).

При анализе результатов аутонейропластики в зависимости от уровня повреждения структур ПС установлено, что общая эффективность аутонейропластики при повреждении стволов ПС значительно не отличалась от таковой при операциях на проксимальных отделах длинных нервов (3 из 6 – 50% – при повреждении стволов и 6 из 7 – 85,7% – при повреждении проксимальных отделов нервов ПС), хотя отрицательные результаты (2 из 6 – 33,3%) были получены только при операциях на стволах ПС.

Отмечена зависимость результатов операции аутонейропластики структур ПС от размера диастаза: чем больше диастаз, тем менее эффективно оперативное лечение. Если при диастазе от 2,3 до 5,0 см преобладали отличные и хорошие, то при диастазе от 5,1 до 7,0 см отличных результатов отмечено не было, имели место хорошие, удовлетворительный функционально значимый и отрицательный результаты. Эффективность аутонейропластики при диастазе до 7,0 см (90,0% – 9 из 10) превышала таковую при диастазе более 7,0 см (0 из 3),  $p < 0,05$ . Увеличение диастаза до 10,0 см определило получение лишь удовлетворительных функцио-

нально незначимых результатов, а до 12,0 см – отрицательного результата. Это согласуется с результатами исследований других авторов указывавших на более высокую эффективность аутонейропластики при диастазе между центральным и периферическим концами поврежденных нервов до 5 см [18] и рекомендовавших проведение данного оперативного вмешательства при диастазе не превышающем 6,0 - 8,0 см [10, 12, 13, 14].

В сроки до 3 месяцев после травматического повреждения ПС у всех 3 оперированных были получены положительные функционально значимые результаты. Эффективность аутонейропластики, выполненной в сроки до 6 месяцев с момента травмы ПС (83,3% – 5 из 6), несколько превышала таковую в более поздние сроки (57,1% – 4 из 7), хотя различия не были статистически значимы,  $p > 0,05$ . Развитие дегенеративных изменений обуславливает снижение эффективности и определяет нецелесообразность выполнения операций на поврежденных нервных структурах ПС спустя 12 месяцев после травмы.

Таким образом, применение усовершенствованной методики позволило повысить результативность аутонейропластики структур ПС на 77,2% ( $p < 0,05$ ); частоту отличных и хороших результатов восстановления силы отдельных мышц на 86,0% ( $p < 0,05$ ); снизить число отрицательных результатов на 54,3% ( $p < 0,05$ ).

### Выводы

1 Особенности выполнения методики аутонейропластики структур ПС являлось следующее:

1.1 Минимальный размер диастаза между центральным и периферическим концами поврежденной структуры ПС, при котором принималось решение о выполнении аутонейропластики, составлял на уровне первичных стволов и проксимальных отделов вторичных стволов более 1,0 см, на уровне дистальных отделов вторичных стволов, проксимальных отделов длинных нервов ПС – более 2,0 см;

1.2 Восстановление анатомической целостности поврежденной структуры проводилось по принципу дифференцированного сопоставления фасцикулярных групп одноименных нервов с учетом внутривольного строения ПС;

1.3 Укрепление линии швов между централь-

ным, периферическим концами поврежденной структуры ПС и аутотрансплантатом фасциальными лоскутами

1.4 Укрепление шва на уровне анастомозов позволило уменьшить длину аутотрансплантата, которая превышала длину диастаза не более чем на 10%.

1.5 Окутывание центрального и периферического концов поврежденной структуры ПС и уровня анастомоза с аутотрансплантатом жировой тканью на сосудистой ножке для предупреждения образования фиброзной ткани.

2. Операция аутонейропластики структур ПС является эффективным методом хирургического лечения последствий его травматического повреждения с нарушением целостности на протяжении. В общей группе пациентов эффективность аутонейропластики составила 69,2%, результативность восстановления силы отдельных мышц верхней конечности – 42,5%.

3. Применение усовершенствованной методики аутонейропластики позволило повысить результативность – с 22,8% (по стандартной методике) до 100,0% ( $p < 0,05$ ); долю пациентов с отличным и хорошим результатом с 12,5 % до 100,0% ( $p < 0,05$ ), частоту отличных и хороших результатов восстановления силы отдельных мышц с 5,7% до 91,7% ( $p < 0,05$ ); снизить число отрицательных результатов восстановления силы мышц на 54,3% ( $p < 0,05$ ).

4. Установлена зависимость эффективности аутонейропластики от величины диастаза между проксимальным и дистальным концами поврежденных структур ПС. Эффективность операции при диастазе более 7,0 см была значимо ниже, чем при диастазе от 2,3 до 7,0 см ( $p < 0,05$ ). Максимальный размер диастаза между центральным и периферическим концами поврежденной структуры ПС, при котором выполняется операция аутонейропластики, не должен превышать 7,0 см.

5. Эффективность аутонейропластики, выполненной на уровне стволов и проксимальных отделов длинных нервов значимо не отличалась.

6. Операции аутонейропластики целесообразно выполнять в первые 6 месяцев после травмы ПС.

7. Результативность восстановления проксимальной группы мышц значимо не отличалась от восстановления дистальной группы мышц верхней конечности.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Dubuisson, A. S. Brachial plexus injury: a survey of 100 consecutive cases from a single service / A. S. Dubuisson, D. O. Kline // *Neurosurgery*. – 2002. – Vol. 51. – P. 673-683.
2. Nerve grafting in brachial plexus injuries / N. Ochiai [et al.] // *J. Bone. J. Surg.* – 1996. – Vol. 76B. – P. 754-758.
3. Kline, D. G. Axillary nerve repair in 99 patients with 101 stretch injuries / D. G. Kline, D. H. Kim // *J. Neurosurg.* – 2003. – Vol. 99, N 4. – P. 630-636.
4. Spinner, R. J. Surgery for peripheral nerve and brachial plexus injuries or other nerve lesions / R. J. Spinner, D. G. Kline // *Muscle Nerve*. – 2000. – Vol. 23. – Is. – P. 680-695.
5. Дольницький, О. В. Атлас мікрохірургічних операцій на периферических нервах / О. В. Дольницький, Ю. О. Дольницький. – Киев, 1991. – 182 с.
6. Infraclavicular brachial plexus stretch injury / D. H. Kim [et al.] // *Neurosurg. Focus*. – 2004. – Vol. 16, N 5. – P. 1-6.
7. Mechanisms of injury in operative brachial plexus lesions / D. H. Kim [et al.] // *Neurosurg. Focus*. – 2004. – Vol. 16, N 5. – Art. – P. 1-8.
8. Penetrating injuries due to gunshot wounds involving the brachial plexus / D. H. Kim [et al.] // *Neurosurg. Focus*. – 2004. – Vol. 16, N 5. – Art. 3.
9. Surgical interventions for traumatic lesions of the brachial plexus: a retrospective study of 134 cases / J. A. Kandenwein [et al.] // *J. Neurosurg.* – 2005. – Vol. 103, N 4. – P. 614-621.
10. Chuang, D. C. Functional restoration of elbow flexion in brachial plexus injuries: results in 167 patients (excluding obstetric brachial plexus injury) / D. C. Chuang [et al.] // *J. Hand Surg. Am.* – 1993. – Vol. 18, N 2. – P. 285-291.
11. Chuang, D. C. Nerve transfers in adult brachial plexus injuries: my methods / D. C. Chuang // *Hand Clin.* – 2005. – Vol. 21. – P. 71-81.
12. Renner, A. Late results after nerve transplantation on the upper extremities / A. Renner, F. Cserkuti, J. Hankiss // *Handchir. Mikrochir. Plast Chir.* – 2004. – Vol. 36. – P. 13-18.
13. Ricardo, M. Surgical treatment of brachial plexus injuries in adults / M. Ricardo // *Int. Orthop.* – 2005. – Vol. 29, N 6. – P. 351-354.
14. Surgical reconstruction of the musculocutaneous nerve in traumatic brachial plexus injuries / M. Samii [et al.] // *J. Neurosurg.* – 1997. – Vol. 87, N 6. – P. 881-886.
15. Хірургічне лікування ушкоджень плечевого сплетення / В. І. Цимбалюк [и др.]. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2001. – 212 с.
16. Шевелев, И. Н. Травматические поражения плечевого сплетения (диагностика, микрохирургия) / И. Н. Шевелев. – М., 2005. – 384 с.
17. Борода, Ю. И. Хирургия дефектов нервных стволов конечностей / Ю. И. Борода, В. П. Берснев // *Материалы III съезда нейрохирургов России, 4–8 июня 2002 г.* / Ю. И. Борода, В. П. Берснев; под ред. Б. В. Гайдара. – СПб., 2002. – С. 524-525.
18. Злотник, Э. И. Некоторые вопросы аутотрансплантации при травме периферических нервов конечностей / Э. И. Злотник, Е. А. Короткевич // *Вопр. нейрохирургии*. – 1986. – № 1. – С. 52-58.

**Адрес для корреспонденции**

220114, Республика Беларусь,  
г. Минск, ул. Ф. Скорины, 24,  
ГУ «РНПЦ Неврологии и нейрохирургии»,  
нейрохирургический отдел,  
тел. моб.: +375 29 130-82-17,  
e-mail: rsidorovich@mail.ru,  
Сидорович Р.Р.

*Поступила 24.05.2011 г.*