DOI: 10.17650/1683-3295-2023-25-1-95-102

CC BY 4.0

ТРАНСПОЗИЦИЯ ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ МЫШЦ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ВЗРОСЛЫХ ПАЦИЕНТОВ С ПОВРЕЖДЕНИЯМИ ПЛЕЧЕВОГО СПЛЕТЕНИЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

А.В. Неведров, Д.И. Келбан, И.Б. Алейникова, П.А. Иванов, А.А. Гринь, К.В. Светлов

ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения города Москвы»; Россия, 129090 Москва, Б. Сухаревская пл., 3

Контакты: Ирина Борисовна Алейникова *alejnikova_irina@mail.ru*

Введение. Повреждения плечевого сплетения – один из самых тяжелых видов травм нервов верхней конечности, а варианты с отрывом корешков от спинного мозга представляют очень трудную для лечения категорию травм. Среди пациентов, получивших такие повреждения, весьма высока частота инвалидизации, поскольку удается достичь лишь частичного восстановления функции верхней конечности. В последнее время растет популярность метода транспозиции функционирующих мышц благодаря его надежности и относительно небольшим срокам восстановления функции.

Цель работы – анализ данных литературы по возможности применения метода транспозиции функционирующих мышц в комплексном лечении пострадавших с повреждениями плечевого сплетения.

Авторами осуществлен поиск в базах PubMed и РИНЦ за последние 25 лет по следующим ключевым словам: повреждения плечевого сплетения, транспозиция функционирующих мышц. В 23 наиболее релевантных работах, отобранных нами, проанализированы используемые для транспозиции мышцы, показания и сроки операций, результаты и осложнения, проведено сравнение с другими методами оперативного лечения повреждений плечевого сплетения. Анализ исследований показал, что транспозиция функционирующих мышц позволяет в большинстве случаев восстановить целевое движение до полезного уровня М3–М4 по шкале MRC, является более надежным методом и позволяет достичь лучших результатов, особенно у пациентов с тяжелыми и полными повреждениями плечевого сплетения. Важный недостаток операций по свободной пересадке тонкой мышцы бедра – риск тромбозов микроанастомозов, что требует детального предоперационного планирования и хорошей микрохирургической техники оперирующей бригады.

Заключение. Свободную пересадку 2 функционирующих мышц в настоящее время можно считать методом выбора для восстановления движений верхней конечности у пациентов с полными повреждениями плечевого сплетения.

Ключевые слова: повреждения периферических нервов, транспозиция сухожилий, транспозиция функционирующих мышц, травма нерва, травма плечевого сплетения, авульсия корешков спинного мозга

Для цитирования: Неведров А.В., Келбан Д.И., Алейникова И.Б. и др. Транспозиция функционирующих мышц в комплексном лечении взрослых пациентов с повреждениями плечевого сплетения (обзор литературы). Нейрохирургия 2023;25(1):95–102. DOI: 10.17650/1683-3295-2023-25-1-95-102

Transposition of functioning muscles in complex treatment of adult patients with injuries of the bracheric plexus (literature review)

A.V. Nevedrov, D.I. Kelban, I.B. Aleynikova, P.A. Ivanov, A.A. Grin, K.V. Svetlov

N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow Healthcare Department; 3 Bolshaya Sukharevskaya Sq., Moscow 129090, Russia

Contacts: Irina Borisovna Aleynikova *alejnikova_irina@mail.ru*

Introduction. Injuries to the brachial plexus are one of the most severe types of injuries to the nerves of the upper limb, and variants with the separation of the roots from the spinal cord represent a very difficult category of injuries to treat. Among patients who have received such injuries, there is a very high incidence of disability, since it is possible to achieve only partial restoration of the function of the upper limb. Recently, the method of transposition of functioning muscles has been growing in popularity due to its reliability and relatively short recovery time of function.

The purpose of the work is to analyze the literature data on the possibility of using the method of transposition of functioning muscles in the complex treatment of victims with brachial plexus injuries.
The authors have searched PubMed and RSCI databases over the past 25 years for keywords: peripheral nerve damage, tendon transposition, transposition of functioning muscles, nerve injury, brachial plexus injury, spinal cord root avulsion. In the selected 23 most relevant papers, the muscles used for transposition, indications and timing of operations, results and complications were analyzed, compared with other methods of surgical treatment of brachial plexus injuries.
The analysis of studies has shown that the transposition of functioning muscles allows in most cases to restore the target movement to the useful level of M3–M4 on the MRC scale, is a more reliable method and allows achieving better results, especially in patients with severe complete injuries of the brachial plexus. An important disadvantage of free hip thin muscle transplantation operations is the risk of microanastomosis thrombosis, which requires detailed preoperative planning and good microsurgical technique of the operating team.
Conclusion. Free transplantation of 2 functioning muscles is currently the method of choice for restoring upper limb movements in patients with complete brachial plexus injuries.

Keywords: peripheral nerve damage, tendon transposition, transposition of functioning muscles, nerve injury, brachial plexus injury, spinal root avulsion

For citation: Nevedrov A.V., Kelban D.I., Aleynikova I.B. et al. Transposition of functioning muscles in complex treatment of adult patients with injuries of the bracheric plexus (literature review). Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery 2023;25(1):95–102. (In Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2023-25-1-95-102

ВВЕДЕНИЕ

Повреждения плечевого сплетения – это один из самых тяжелых видов травм верхней конечности. Высокая социальная значимость этой проблемы объясняется тем, что основная категория пострадавших – это молодые люди трудоспособного возраста. Так, по данным O. Rühmann и соавт., средний возраст пострадавших составляет 29 лет, при этом основная доля пострадавших – мужчины [1].

По механизму повреждений первенствуют травмы плечевого сплетения при дорожно-транспортных происшествиях с участием мотоциклов. Среди повреждений выделяют надключичные, подключичные и травмы по типу отрыва от спинного мозга. Последние представляют наиболее трудную для лечения категорию с очень высокой частотой инвалидизации [2]. В данной группе пострадавших удается достичь лишь частичного восстановления функции верхней конечности, несмотря на прогресс в развитии микрохирургии, нейрохирургии и ортопедии, а также на использование самых современных методов оперативного лечения и реабилитации. И если при надключичных и подключичных повреждениях плечевого сплетения с успехом используют прямой эпи-перинервальный шов или пластику поврежденных элементов, то при отрыве от спинного мозга реплантация оторванных корешков не приводит к восстановлению [3].

Как метод реконструкции в ранние сроки при повреждениях плечевого сплетения по типу отрыва от спинного мозга применяется невротизация из интра- и экстраплексорных источников. Другим общепринятым методом восстановления движений при повреждениях плечевого сплетения выступает транспозиция функционирующих мышц. Обычно невротизация применяется в ранние сроки после травмы, тогда как транспозиция функционирующих мышц – в более поздние (от 12 мес с момента травмы), когда шансов на восстановление движений нативных мышц практически нет. В последнее время эта парадигма меняется для случаев полных отрывов сплетения от спинного мозга и так называемых нижних повреждений C8–Th1 [4]. В поздние сроки важное место в комплексном лечении повреждений плечевого сплетения занимает артродез плечевого и/или лучезапястного суставов. Важно отметить, что в ходе лечения тяжелого повреждения плечевого сплетения в разные сроки применяют, как правило, все 3 основных метода: невротизацию, артродез суставов и транспозицию функционирующих мышц. В последние годы растет популярность именно последнего метода по причине относительно небольших сроков восстановления функции и надежности метода, поэтому основная часть данной работы посвящена именно ему.

Цель работы – анализ данных литературы по возможности применения метода транспозиции функционирующих мышц в комплексном лечении пострадавших с повреждениями плечевого сплетения.

Для реализации цели исследования в базах PubMed и РИНЦ найдены работы за последние 25 лет по ключевым словам: *повреждения плечевого сплетения, транспозиция функционирующих мышц*. Были отобраны 23 наиболее релевантные работы, проанализированы используемые для транспозиции мышцы, показания и сроки операций, результаты и осложнения и проведено сравнение с другими методами оперативного лечения повреждений плечевого сплетения.

ОБЗОР ДОНОРСКИХ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ЕДИНИЦ

Основа метода транспозиции функционирующих мышц у пострадавших с повреждениями плечевого сплетения – замещение функции важных деиннервированных мышц с помощью перемещения менее функционально значимых двигательных

единиц. Донорскими мышцами могут быть мышцы как верхней конечности и плечевого пояса, так и нижней конечности. Последние перемещают как свободные реваскуляризированные и реиннервируемые лоскуты.

Длительное время в качестве источника двигательных единиц использовались лишь мышцы верхней конечности. Так, O. Rühmann и соавт. публикуют наблюдения применения трапециевидной мышцы для восстановления подвижности и стабильности плечевого сустава. Автономная (не из плечевого сплетения) иннервация данной мышцы ветвью 11-й пары черепно-мозговых нервов способствует тому, что функция данной мышцы сохраняется даже при самых тяжелых повреждениях по типу отрыва всех корешков плечевого сплетения от спинного мозга [2]. Эту мышцу используют в целях отведения и наружной ротации плеча, в некоторых случаях – для восстановления активного разгибания в локтевом суставе [5].

H.M. Alrabai и соавт. в своей работе описывают применение современной техники транспозиции трапециевидной мышцы для восстановления функции плечевого сустава, которая заключается в мобилизации от дистальных мест прикрепления в области лопатки и ключицы и включении в перемещаемую мышцу надкостницы. Мышечный лоскут удлиняется с помощью аутотрансплантата из широкой фасции бедра. Формируется новая дистальная точка фиксации на дельтовидной мышце в области ее прикрепления к плечевой кости [6].

Группа исследователей под руководством B.E. Crepaldi освещают хирургическую технику применения транспозиции трапециевидной мышцы с целью восстановления активного разгибания в локтевом суставе. Авторы выполняют мобилизацию нижней части трапециевидной мышцы от грудного и поясничного отделов позвоночника с удлинением с помощью периостальной полоски. Также нижнюю часть мышцы мобилизуют от ости лопатки, выполняют ее перемещение и сшивание с сухожилием трехглавой мышцы плеча. По данным авторов, основным недостатком применения трапециевидной мышцы является высокая травматичность операции, так как требуется выполнить разрезы суммарной длиной около 30–40 см и мобилизацию обширных участков мышцы, что сопровождается большой кровопотерей [7].

M.D. Vekris и соавт. публикуют наблюдения применения широчайшей мышцы спины для восстановления сгибания и разгибания в локтевом суставе. Недостатками данной методики авторы считают иннервацию широчайшей мышцы спины за счет плечевого сплетения и, соответственно, высокую частоту деиннервации. Широчайшую мышцу спины используют как в варианте перемещенного лоскута с сохранением кровоснабжения по торакодорзальной артерии, так и в свободном варианте с реиннервацией за счет межреберных нервов и восстановлением кровоснабжения путем выполнения микроанастомозов. Важный технический момент перемещения широчайшей мышцы спины – это фиксация при 120° пассивного сгибания в локтевом суставе, так как в этом случае натяжение перемещенного мышечного лоскута оптимально [8].

Y.D. Shen и соавт. предлагают использовать плечевую мышцу для замещения функции сгибателей пальцев. По методике авторов, в ходе оперативного вмешательства выделяют и отделяют вместе с надкостницей дистальное сухожилие плечевой мышцы. Сухожилие длинной ладонной мышцы или одно из сухожилий поверхностного сгибателя пальцев забирают в качестве трансплантата. Выполняют шов между сухожилиями глубоких сгибателей 2–5-го пальцев и дистальным концом трансплантата и шов между проксимальным концом трансплантата и сухожилием плечевой мышцы. Натяжение должно быть таким, чтобы пальцы были на расстоянии не более чем 2 см от ладони при сгибании локтевого сустава под углом 30° и разгибании лучезапястного сустава [9]. Недостатком этого метода считают очень ограниченную область применения, а именно изолированные отрывы нижних корешков сплетения без нарушения функций плечевой и двуглавой мышц.

K. Doi и соавт. являются сторонниками применения тонкой мышцы бедра в варианте свободного реваскуляризированного и реиннервированного функционального лоскута для замещения функции мышц верхней конечности. Забор данной мышцы по их методике выполняют на сосудистой ножке из медиальной артерии, огибающей бедренную кость, и ветви запирательного нерва, иннервирующего тонкую мышцу. Как правило, забирают и сигнальный кожный островок для оценки кровоснабжения мышцы.

При перемещении свободной реваскуляризированной тонкой мышцы бедра замещаются функции сгибания и разгибания как локтевого сустава, так и пальцев. В определенной мере перемещение тонкой мышцы бедра влияет и на функцию стабилизации плечевого сустава [10].

Для создания проксимальной точки прикрепления мышцу фиксируют к дистальной трети ключицы или ко 2-му ребру, прошивая через отверстия в кости. Дистальную фиксацию осуществляют с помощью сухожильного шва Пулвертафта, в зависимости от цели перемещения, к сухожилию двуглавой мышцы плеча (сгибание в локтевом суставе) или сухожилиям разгибателей и сгибателей пальцев.

Реваскуляризацию осуществляют за счет микрохирургического шва «конец-в-конец» с ветвями подмышечной артерии и комитантными венами торакодорзальной артерии с венами. Реиннервацию проводят за счет или добавочного черепно-мозгового нерва, или межреберных нервов [4].

ПОКАЗАНИЯ К ТРАНСПОЗИЦИИ ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ МЫШЦ У ПОСТРАДАВШИХ С ПОВРЕЖДЕНИЯМИ ПЛЕЧЕВОГО СПЛЕТЕНИЯ

По данным M.S. Moneim и G.T. Omer, срок атрофии деиннервированных мышц верхней конечности составляет 12 мес от момента травмы. После этого срока мышцы, даже если иннервация восстановится, функционировать не будут, и требуется создание новой двигательной единицы [11]. Таким образом, традиционным показанием к транспозиции мышц у пострадавших с повреждениями плечевого сплетения считают длительный срок после травмы. В одних источниках упоминается период более 6 мес после травмы, в других – более 18 мес, но все же большинство придерживаются срока 12 мес [12]. Транспозиция мышц в сочетании с артродезом плечевого и/или лучезапястного суставов считается методом выбора для частичного восстановления функции верхней конечности при застарелых повреждениях плечевого сплетения.

По мнению J.A. Bertelli, при частичных повреждениях плечевого сплетения, особенно при так называемом нижнем типе (отрыв нижних корешков), восстановление функции сгибания пальцев может быть выполнено с помощью транспозиции плечевой мышцы [5]. При сохранении функции широчайшей мышцы спины она рассматривается как метод выбора (лоскут на сосудистой ножке) для восстановления сгибания в локтевом суставе. Однако, как отмечает K. Doi, при полных отрывах плечевого сплетения функции сгибания и разгибания в локтевом суставе и функция простейшего захвата могут быть восстановлены с помощью свободной пересадки тонкой мышцы спины [4].

В последние годы все больше авторов пишут о том, что транспозиция функционирующих мышц становится методом выбора при тяжелых повреждениях плечевого сплетения, причем в ранние сроки после травмы. Это обусловлено тем, что время прорастания и реиннервации мышц сгибателей и разгибателей пальцев очень длительное, и практически неизбежна их атрофия. Поэтому пересадка 2 функционирующих тонких мышц для сгибания и разгибания пальцев является методом выбора восстановления хвата кисти [13].

РЕЗУЛЬТАТЫ ТРАНСПОЗИЦИИ ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ МЫШЦ

O. Rühmann и соавт. публикуют результаты трансфера трапециевидной мышцы для восстановления функции плечевого сустава у 31 пациента. Все больные отметили улучшение стабильности сустава. Авторы считают, что отведение плеча у пациентов в среднем увеличилось с 11° до 39°, сгибание плеча улучшилось с 20° до 44°. Из 31 оперированного 29 пациентов были довольны результатом хирургического лечения и улучшением функции плечевого сустава. Из этого авторы делают вывод о том, что перемещение трапециевидной мышцы – это эффективный метод улучшения стабильности и функции отведения и сгибания в плечевом суставе у пострадавших с повреждениями плечевого сплетения [1].

M.S. Moneim и G.T. Omer приводят результаты перемещения широчайшей мышцы спины для восстановления функции сгибания в локтевом суставе у 5 больных с повреждениями плечевого сплетения. Средний срок наблюдения с момента операции составил 39,4 мес (от 25 до 68 мес). У всех пациентов улучшение объема сгибания в локтевом суставе составило от 0° до операции до 100° после нее. Также авторам удалось добиться супинации предплечья от 10° до 90° у 3 из 5 больных. Они отмечают, что противопоказанием к операции по перемещению широчайшей мышцы спины является паралич этой мышцы после травмы, даже при восстановлении ее функции [11].

M.D. Vekris и соавт. публикуют результаты восстановления функции сгибания в локтевом суставе с помощью перемещения широчайшей мышцы спины у 21 пациента. Из них у 10 прооперированных перемещение широчайшей мышцы спины выполнено в свободном реваскуляризированном и реиннервированном варианте, а у 11 – в виде лоскута на сосудистой ножке. Реиннервация свободно-перемещенных мышечных лоскутов выполнена из межреберных нервов или из C7 с нервным трансплантатом с противоположной стороны. У всех пациентов при перемещении широчайшей мышцы спины в качестве лоскута на сосудистой ножке функция сгибания на уровне мышечной силы M4 по MRC (6-балльная шкала количественной оценки мышечной силы) восстановлена в первые 3 мес после операции. При перемещении широчайшей мышцы спины в свободном варианте первые признаки сгибания в локтевом суставе отмечены через 6–8 мес после операции. У 8 из 10 больных в ходе длительного наблюдения удалось реанимировать функцию на уровне мышечной силы M3–M4 [8].

Важнейшее условие восстановления функции верхней конечности – это достижение стабильности плечевого сустава и отведения плеча. J.K. Terzis и V.K. Kostopoulos публикуют результаты лечения 22 пациентов с поздними повреждениями плечевого сплетения, которым функция плечевого сустава восстановлена с помощью транспозиции мышц. Пересадка лоскута из длинного абдуктора бедра и тонкой мышцы для восстановления отведения плеча и сгибания в локтевом суставе проведена 18 больным, 4 пациентам выполнена транспозиция широчайшей мышцы спины. При перемещении длинного абдуктора бедра и тонкой мышцы бедра среднее отведение плеча составило 30° ± 24°, средняя сила мышцы – 2,61 ± 0,76 балла по MRC. При транспозиции широчайшей мышцы спины среднее отведение плеча составило 40° ± 32°, сила мышцы – 3,25 ± 0,73 балла. Авторы отмечают, что в этом исследовании стабильность плеча достигнута у всех пациентов,

отведение плеча против силы тяжести – у 53 %, отведение плеча до горизонтального уровня [10] – у 9 %.

Захват кисти – это необходимое условие функционирования верхней конечности. По мнению Y.D. Shen и соавт., при нижних повреждениях плечевого сплетения возможно использование плечевой мышцы. Они описали восстановление захвата от пальмарной складки до среднего пальца менее 2,5 см на примере 6 из 10 пациентов через 12 мес после операции, остальным 4 пациентам для достижения приемлемого захвата потребовалась операция тенолиза. Средняя сила захвата в представленной группе больных составила 20 ± 4 кг. Таким образом, методом перемещения плечевой мышцы возможно восстановить функцию сгибания пальцев у пострадавших с нижними повреждениями плечевого сплетения [9].

В другом клиническом исследовании J.A. Bertelli и M.F. Ghizoni в 6 наблюдениях переместили плечевую мышцу на глубокий сгибатель пальцев и длинный сгибатель 1-го пальца для восстановления функции захвата и в 3 случаях выполнили перемещение на короткий лучевой разгибатель кисти для реконструкции разгибания в лучезапястном суставе. У 2 пациентов, у которых функция сгибания пальцев была перед операцией частично сохранена, удалось после операции добиться полного объема сгибания пальцев. Среди 4 больных, у которых функция сгибания пальцев отсутствовала, в 3 наблюдениях удалось добиться расстояния между средним пальцем и ладонной складкой в 1 см и в 1 случае – расстояния в 2 см. У всех пациентов восстановились латеральный ключевой захват и хват крючком. Сила латерального хвата и хвата крючком составила 94 и 110 мм рт. ст. соответственно. В заключение авторы отмечают, что перемещение плечевой мышцы является эффективной технологией восстановления хвата и латерального ключевого захвата кисти в тех случаях, когда на предплечье нет подходящих донорских мышц [14].

Свободная пересадка реваскуляризированной и реиннервированной тонкой мышцы бедра – практически единственный метод восстановления функции верхней конечности у пациентов с полными повреждениями плечевого сплетения. По данным K.A. Barrie и соавт., из 29 пациентов, которым выполнена операция по свободной пересадке тонкой мышцы бедра, мышечная сила M5 была достигнута у 12 больных, M4 – у 4, M3 – у 8 и M2 и ниже – у 5. Средний срок реиннервации, по данным электронейромиографии, составил 5 мес. Авторы отмечают, что перемещение тонкой мышцы для восстановления 1 функции приводит к лучшим результатам, чем для 2 функций. Так, по результатам этого исследования, среди пострадавших, которым перемещена тонкая мышца для восстановления только сгибания в локтевом суставе, силы M4 и выше удалось добиться у 79 % пациентов, а у больных, которым тонкая мышца перемещена для восстановления сгибания в локтевом суставе и разгибания в лучезапястном, силы M4 и выше удалось добиться только в 63 % случаев [15].

Авторы другого исследования применили свободную пересадку тонкой мышцы бедра для восстановления функции сгибания в локтевом суставе 12 пациентам. У 5 имелись частичные повреждения сплетения (C5–C7), у 7 – полные (C5–Th1). Среднее время от момента травмы до операции составило 42 мес. Результаты операции авторы оценивали в среднем через 112 мес. Они отметили 2 случая артериального тромбоза ножки лоскута, который привел к полному некрозу. Среди пациентов, у которых пересадка мышцы была успешной, все достигли функции мышц M4. В подгруппе с частичными повреждениями средняя сила сгибания составляла 3,8 кг (от 2,7 до 55 кг), объем сгибания – 128°, разгибания – 38°, при полных повреждениях средняя сила сгибания была 1,6 кг, объем сгибания и разгибания – 103° и 23°. Средняя оценка по шкале DASH в группе полных повреждений равнялась 42 баллам, в группе частичных повреждений – 32 баллам [16].

E.P. Estrell и T.D. Montales приводят результаты операций по свободной пересадке функционирующей тонкой мышцы бедра у 42 пациентов с частичными повреждениями плечевого сплетения в поздние сроки после травмы. Средний возраст пострадавших составил 28,5 лет. Авторы отметили, что лоскуты прижились у 38 (90,5 %) пациентов. Полезной функции локтевого сустава (M3–M5) удалось достичь у 37 больных. Средняя амплитуда сгибания в локтевом суставе составила 107°. В среднем через 28,3 мес в приведенной группе после операции оценка по шкале неспособности/симптомов DASH составила 43,09. Авторы заключают, что свободная пересадка функционирующей тонкой мышцы бедра позволяет восстановить функцию в локтевом суставе у больных с застарелыми частичными повреждениями плечевого сплетения [17].

C. Dodakundi и соавт. приводят результаты применения перемещения 2 свободных реваскуляризированных тонких мышц бедра для восстановления функции верхней конечности у 37 пациентов с полными повреждениями плечевого сплетения. Результаты оценивали как минимум через 24 мес после 2-й пересадки. Средняя амплитуда сгибания в плечевом суставе составила 23° (от 0° до 80°), отведения плеча – 31° (от 0° до 90°), сгибания в локтевом суставе – 119° (от 90° до 150°). Сгибание в локтевом суставе M4 достигнуто у 25 пациентов, M3 – у 11 больных. Амплитуда сгибания пальцев равнялась в среднем 46° (от 0° до 98°), средняя сила захвата кисти – 4 кг (от 0 до 12 кг). Авторы показали, что благодаря пересадке 2 функционирующих тонких мышц бедра большинство пациентов вернулись к работе, однако поменяли вид деятельности. Больные также используют поврежденную конечность в быту и при действиях, требующих работы 2 рук. Большинство пациентов довольны результатами операций [18].

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕИННЕРВАЦИИ И ТРАНСПОЗИЦИИ ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ МЫШЦ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ПОСТРАДАВШИХ С ПОВРЕЖДЕНИЯМИ ПЛЕЧЕВОГО СПЛЕТЕНИЯ

Приведенные результаты исследований показывают, что транспозиция функционирующих мышц – это действенный метод восстановления функции руки при повреждениях плечевого сплетения. Если этот метод традиционно применяли в позднем периоде, то в последние десятилетия все больше сообщений о хорошей его эффективности в раннем периоде. Так, N.G. Satbhai и соавт. публикуют результаты лечения 81 пациента с полным отрывом плечевого сплетения от спинного мозга. У 47 больных применена свободная пересадка 2 тонких мышц бедра в сочетании с невротизацией мышц плечевого пояса, у 16 пациентов – пересадка 1 функционирующей мышцы и/или изолированная невротизация у 18 человек. Авторы отмечают, что показатели сгибания и отведения плеча были сравнимы во всех группах, но наружная ротация плеча была лучше в группе пересадки 2 мышц. Также в этой группе отмечались больший объем активных движений и большая сила захвата кисти, чем в группе невротизации и пересадки 1 мышцы. В заключение авторы отмечают, что транспозиция 2 функционирующих мышц в ранние сроки – это метод, который в сочетании с невротизацией позволяет добиться максимальной функции у пациентов с полными повреждениями плечевого сплетения [19].

Другое исследование сравнения первичной невротизации и пересадки свободной функционирующей тонкой мышцы бедра приводят S.M. Potter и S.I. Ferris. Для восстановления активного сгибания в локтевом суставе авторы выполнили невротизацию двуглавой мышцы плеча и плечевой мышцы с помощью васкуляризированного трансплантата локтевого нерва из С7-корешка у 8 пациентов. В 13 случаях осуществлена первичная пересадка васкуляризированной тонкой мышцы бедра реиннервированной ветвью добавочного черепно-мозгового нерва. Через 45 мес после операции полезная функция достигнута у 4 больных после невротизации (у 1 пациента с мышечной силой М3 и у 3 – с мышечной силой М4). Из 13 больных, которым выполнена транспозиция функционирующей мышцы, все достигли сгибания в локтевом суставе с силой М4. Такие результаты показывают, что невротизация с помощью васкуляризированного нервного трансплантата из локтевого нерва позволяет добиться полезной функции сгибания в локтевом суставе менее чем в половине случаев. Свободная пересадка функционирующей тонкой мышцы бедра является значительно более надежным методом у пациентов с полными повреждениями плечевого сплетения [20].

A.R. Wali и соавт. сравнивали стоимость лечения при применении метода невротизации и использовании свободной пересадки тонкой мышцы бедра. Была выработана модель пациента (25-летнего мужчины) с полным повреждением плечевого сплетения, у которого в течение 4,5 мес не было признаков восстановления. Авторы оценили стоимость операции, реабилитации и последующих выплат по инвалидности при реиннервации бицепса ветвью добавочного черепно-мозгового нерва (683400 долл.), реиннервации межреберными нервами (727400 долл.) и свободной пересадки функционирующей тонкой мышцы бедра (704900 долл.), а также при отсутствии лечения (783700 долл.). Данная работа показывает, что стоимость лечения при невротизации и свободной пересадке мышцы практически одинакова, однако приведенные выше результаты исследований говорят о большей надежности второго способа [21].

Важнейшим недостатком свободной пересадки васкуляризированной функционирующей мышцы признана опасность тромбоза микрососудистых анастомозов с последующим некрозом перемещенных тканей и неудачей всей большой операции. Частота этого осложнения может достигать 17 %. Избежать подобных проблем позволяет детальное предоперационное планирование с выполнением компьютерной томографии с ангиографией. Некоторые авторы приводят данные о возможности подключения мышечного лоскута даже при наличии тромбоза магистральной плечевой артерии. Источниками кровоснабжения пересаженной мышцы в данном случае становятся сохраненные ветви, такие как торакодорзальная, торакоакромиальная и надлопаточная артерии.

КОМПЛЕКСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСПОЗИЦИИ ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ МЫШЦ И АРТРОДЕЗА КРУПНЫХ СУСТАВОВ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

При транспозиции функционирующих мышц у пациентов с тяжелыми поражениями плечевого сплетения некоторые важные функции, такие как динамическая стабилизация, сгибание, разгибание кисти, заместить невозможно. По мнению J.K. Terzis и A. Barmpitsioti, нестабильность запястья значительно нарушает функцию кисти, делает невозможным захват предметов, несмотря на восстановление движений пальцев. Артродез лучезапястного сустава позволяет стабилизировать кисть в функционально выгодном положении. При оценке функциональных результатов у 35 пациентов с повреждениями плечевого сплетения авторы отметили улучшение стабильности запястья и улучшение функции верхней конечности в целом при выполнении данной процедуры [22].

Стабилизация и движение плечевого сустава являются важнейшим условием функционирования всей верхней конечности. При неудаче транспозиции функционирующих мышц или реиннервации методом выбора становится артродез плечевого сустава. При выполнении

этой процедуры функцию проксимальных стабилизаторов верхней конечности берут на себя мышцы лопатки, иннервируемые из экстраплексорных источников. По данным M. Chammas и соавт., у 16 пациентов после выполнения артродеза плечевого сплетения отведение составило в среднем 25°, сгибание – 18°, внутренняя ротация – 22°. У 14 из 16 пациентов появилась возможность дотронуться поврежденной рукой до рта [23]. В другом исследовании авторы добились увеличения отведения в среднем на 25° и наружной ротации на 45° у группы из 15 больных с застарелыми повреждениями плечевого сплетения. Срок консолидации артродеза в этой группе составил в среднем 5,23 мес. Артродез плечевого сустава – это надежный метод восстановления стабильности плечевого сустава и минимального объема движений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Повреждения плечевого сплетения по типу отрыва корешков от спинного мозга – это одна из самых тяжелых травм верхней конечности с высокой частотой инвалидизации. К основным методам оперативного лечения относятся реиннервация, транспозиция функционирующих мышц и артродез крупных суставов верхней конечности. По данным литературы, традиционно используются трапециевидная мышца для стабилизации плечевого сустава и разгибания локтевого, широчайшая мышца спины для сгибания или разгибания в локтевом суставе, плечевая мышца для сгибания и разгибания пальцев. Однако в последние годы растет популярность обеспечения функции верхней конечности с применением тонкой мышцы бедра, которую используют для восстановления сгибания и разгибания в локтевом суставе, сгибания и разгибания пальцев. Публикуемые исследования показывают, что транспозиция функционирующих мышц позволяет в большинстве случаев восстановить целевое движение до полезного уровня М3–М4. При сравнении результатов реиннервации основных нервов и транспозиции функционирующих мышц последний метод показывает себя более надежным и позволяет достичь лучших результатов, особенно у пациентов с тяжелыми полными повреждениями плечевого сплетения. В парадигме прошлых лет метод транспозиции функционирующих мышц показан только для застарелых случаев (более 12 мес), однако в последние годы появляется много сообщений об эффективности этого способа при лечении пациентов в ранние сроки в сочетании с методиками реиннервации мышц и артродеза. Важным недостатком операций по свободной пересадке тонкой мышцы бедра представляется риск тромбозов микроанастомозов, что требует детального предоперационного планирования и хорошей микрохирургической техники оперирующей бригады. Несмотря на это, свободная пересадка 2 функционирующих мышц в настоящее время является методом выбора для восстановления движений верхней конечности у пациентов с полными повреждениями плечевого сплетения.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Rühmann O., Wirth C.J., Gossé F., Schmolke S. Trapezius transfer after brachial plexus palsy. Indications, difficulties and complications. J Bone Joint Surg Br 1998;80(1):109–13. DOI: 10.1302/0301-620x.80b1.8195
2. Chuang D.C. Brachial plexus reconstruction based on the new definition of level of injury. Injury 2008;39(Suppl 3):S23–9. DOI: 10.1016/j.injury.2008.05.012
3. Bishop A.T. Functioning free-muscle transfer for brachial plexus injury. Hand Clin 2005;21(1):91–102. DOI: 10.1016/j.hcl.2004.10.005
4. Doi K., Shigetomi M., Kaneko K. et al. Significance of elbow extension in reconstruction of prehension with reinnervated free-muscle transfer following complete brachial plexus avulsion. Plast Reconstr Surg 1997;100(2):364–72. DOI: 10.1097/00006534-199708000-00013
5. Bertelli J.A. Lower trapezius muscle transfer for reconstruction of elbow extension in brachial plexus injuries. J Hand Surg Eur Vol 2009;34(4):459–64. DOI: 10.1177/1753193408101466
6. Alrabai H.M., Gesheff M.G., Hammouda A.I., Conway J.D. Trapezius muscle transfer for restoration of elbow extension in a traumatic brachial plexus injury. J Hand Surg Am 2018;43(9):872.e1–872.e6. DOI: 10.1016/j.jhsa.2018.02.005
7. Crepaldi B.E., Neto J.Q.L., Rezende M.R. et al. Lower trapezius transfer for patients with brachial plexus injury. Hand (NY) 2019;14(2):179–86. DOI: 10.1177/1558944717735944
8. Vekris M.D., Beris A.E., Lykissas M.G. et al. Restoration of elbow function in severe brachial plexus paralysis via muscle transfers. Injury 2008;39(Suppl 3):S15–22. DOI: 10.1016/j.injury.2008.06.008
9. Shen Y.D., Zheng M.X., Hua X.Y. et al. Brachialis muscle transfer for reconstructing digital flexion after brachial plexus injury or forearm injury. J Hand Surg Eur Vol 2018;43(3):259–68. DOI: 10.1177/1753193417730656
10. Terzis J.K., Kostopoulos V.K. Free muscle transfer in posttraumatic plexopathies. P. 1: The shoulder. Ann Plast Surg 2010;65(3):312–7. DOI: 10.1097/SAP.0b013e3181cbfe9d
11. Moneim M.S., Omer G.E. Latissimus dorsi muscle transfer for restoration of elbow flexion after brachial plexus disruption. J Hand Surg Am 1986;11(1):135–9. DOI: 10.1016/s0363-5023(86)80121-6
12. Новиков М.Л., Торно Т.Э. Травматические повреждения плечевого сплетения и современные способы хирургической коррекции. Ч. II: Тактика лечения повреждений плечевого сплетения. Нервно-мышечные болезни 2013;1:18–25. DOI: 10.17650/2222-8721-2013-0-1-18-25
Novikov M.L., Torno T.E. Traumatic injuries of brachial plexus: present methods of surgical treatment. P. II: Treatment policy for brachial plexus injuries. Nervno-my`shechny`e bolezni = Neuromuscular Diseases 2013;1:18–25. (In Russ.). DOI: 10.17650/2222-8721-2013-0-1-18-25
13. Hattori Y., Doi K., Sakamoto S., Satbhai N.G. Complete avulsion of brachial plexus with associated vascular trauma: feasibility of reconstruction using the double free muscle technique. Plast Reconstr Surg 2013;132(6):1504–12. DOI: 10.1097/PRS.0b013e3182a80616

14. Bertelli J.A., Ghizoni M.F. Brachialis muscle transfer to reconstruct finger flexion or wrist extension in brachial plexus palsy. J Hand Surg Am 2006;31(2):190–6. DOI: 10.1016/j.jhsa.2005.09.020
15. Barrie K.A., Steinmann S.P., Shin A.Y. et al. Gracilis free muscle transfer for restoration of function after complete brachial plexus avulsion. Neurosurg Focus 2004;16(5):E8. DOI: 10.3171/foc.2004.16.5.9
16. Coulet B., Boch C., Boretto J. et al. Free gracilis muscle transfer to restore elbow flexion in brachial plexus injuries. Orthop Traumatol Surg Res 2011;97(8):785–92. DOI: 10.1016/j.otsr. 2011.07.012
17. Estrella E.P., Montales T.D. Functioning free muscle transfer for the restoration of elbow flexion in brachial plexus injury patients. Injury 2016;47(11):2525–33. DOI: 10.1016/j.injury.2016.08.011
18. Dodakundi C., Doi K., Hattori Y. et al. Outcome of surgical reconstruction after traumatic total brachial plexus palsy. J Bone Joint Surg Am 2013;95(16):1505–12. DOI: 10.2106/JBJS.K.01279
19. Satbhai N.G., Doi K., Hattori Y., Sakamoto S. Functional outcome and quality of life after traumatic total brachial plexus injury treated by nerve transfer or single/double free muscle transfers: a comparative study. Bone Joint J 2016;98-B(2):209–17. DOI: 10.1302/0301-620X.98B2.35101
20. Potter S.M., Ferris S.I. Reliability of functioning free muscle transfer and vascularized ulnar nerve grafting for elbow flexion in complete brachial plexus palsy. J Hand Surg Eur Vol 2017;42(7):693–9. DOI: 10.1177/1753193417702029
21. Wali A.R., Santiago-Dieppa D.R., Brown J.M., Mandeville R. Nerve transfer versus muscle transfer to restore elbow flexion after pan-brachial plexus injury: a cost-effectiveness analysis. Neurosurg Focus 2017;43(1):E4. DOI: 10.3171/2017.4.FOCUS17112
22. Terzis J.K., Barmpitsioti A. Wrist fusion in posttraumatic brachial plexus palsy. Plast Reconstr Surg 2009;124(6):2027–39. DOI: 10.1097/PRS.0b013e3181bcefe0
23. Chammas M., Meyer zu Reckendorf G., Allieu Y. Arthrodesis of the shoulder for post-traumatic palsy of the brachial plexus. Analysis of a series of 18 cases. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 1996;82(5):386–95. PMID: 8991161

Вклад авторов
А.В. Неведров: написание текста статьи;
Д.И. Келбан: написание текста статьи, аналитическая работа;
И.Б. Алейникова: доработка структуры статьи, аналитическая работа, окончательная проверка статьи, оформление, подготовка к печати;
П.А. Иванов: создание условий для написания статьи, аналитическая и оценочная работа;
А.А. Гринь: создание условий для написания статьи, аналитическая и оценочная работа;
К.В. Светлов: аналитическая и оценочная работа.
Author's contribution
A.V. Nevedrov: writing the text of the article;
D.I. Kelban: writing the text of the article, analytical work;
I.B. Aleynikova: finalization of the structure of the article, analytical work, final check of the article, design, preparation for printing;
P.A. Ivanov: creation of conditions for writing an article, analytical and evaluation work;
A.A. Grin: creation of conditions for writing an article, analytical and evaluation work;
K.V. Svetlov: analytical and evaluation work.

ORCID авторов/ ORCID of authors
А.В. Неведров / A.V. Nevedrov: https://orcid.org/0000-0002-1560-6000
Д.И. Келбан / D.I. Kelban: https://orcid.org/0000-0001-7561-8209
И.Б. Алейникова / I.B. Aleynikova: https://orcid.org/0000-0003-4937-0400
П.А. Иванов / P.A. Ivanov: https://orcid.org/0000-0002-2954-6985
А.А. Гринь / A.A. Grin: https://orcid.org/0000-0003-3515-8329
К.В. Светлов / K.V. Svetlov: https://orcid.org/0000-0002-1538-0515

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Работы выполнялись без внешнего финансирования.
Funding. The work was performed without external funding.

Статья поступила: 26.10.2021. **Принята к публикации:** 24.11.2022.
Article submitted: 26.10.2021. **Accepted for publication:** 24.11.2022.