

# Травматические повреждения плечевого сплетения: современные способы хирургической коррекции. Часть II. Тактика лечения повреждений плечевого сплетения

М.Л. Новиков, Т.Э. Торно

Клиническая больница скорой медицинской помощи им. Н.В. Соловьева, Ярославль

Контакты: Михаил Леонидович Новиков [novik6923@gmail.com](mailto:novik6923@gmail.com)

*Задача настоящей публикации — познакомить практикующих неврологов, нейрохирургов, травматологов и ортопедов с современными принципами диагностики и лечения различных повреждений плечевого сплетения (ПС).*

*В части I была подробно описана анатомия ПС, рассматривались основные механизмы его повреждения, была дана их современная классификация (Nervno-myshechnye bolezni 2012;4:19–27).*

*В части II рассматриваются возможные варианты лечения пациентов на всех этапах оказания медицинской помощи: определение показаний для консервативного или хирургического лечения, предоперационное ведение, реабилитационное лечение. Подробно разбираются тактика и техника первичных хирургических реконструкций.*

**Ключевые слова:** плечевое сплетение, спинномозговые нервы, электромиография, миелография, электростимуляция, кинезиотерапия

## Traumatic injuries of brachial plexus: present methods of surgical treatment Part II. Treatment policy for brachial plexus injuries

M.L. Novikov, T.E. Torno

N.V. Solovyev Clinical Hospital for Emergency Medical Care, Yaroslavl

*The task of this paper is to familiarize practicing neurologists, neurosurgeons, traumatologists, and orthopedists with the current principles of diagnosis and treatment of different brachial plexus (BP) injuries.*

*Part I describes the anatomy of BP in detail, considers the main mechanisms of its injuries, and gives their current classification (Nervno-Myshechnye Bolezni (Neuromuscular Diseases) 2012;4:19–27).*

*Part II presents the author's approach to treatment of brachial plexus injuries according to the type of lesion and period of denervation: nonoperative methods; rehabilitation; preoperative management; indications for surgical treatment. The tactics and techniques of primary brachial plexus reconstructions are discussed in detail.*

**Key words:** brachial plexus, spinal nerves, electromyography, myelography, electrostimulation, kinesiotherapy

Вопрос тактики ведения пациентов с повреждением плечевого сплетения (ПС) неоднозначный, требующий учета многих факторов и вызывающий определенные дискуссии в среде специалистов, которые занимаются этой патологией.

**Консервативное лечение.** В случаях, когда нет признаков отрыва корешков C5–T1 от спинного мозга или нейропраксии, целесообразна активно-выжидательная тактика, которую иногда называют «жди и смотри». С первых дней после травмы, если не препятствуют сопутствующие повреждения, необходимо проводить разработку пассивных движений во всех суставах конечности, где отсутствуют активные движения. Мы не будем останавливаться на деталях медикаментозного лечения, которое при повреждениях нервов и ПС носит преимущественно патогенетический и симптоматический характер и направлено на улучшение процес-

сов метаболизма, уменьшение ишемических и воспалительных явлений, болевого синдрома, а уделим внимание вопросам физиотерапии, кинезиотерапии и лечебной физкультуры (ЛФК).

**Кинезиотерапия и ЛФК.** В остром периоде необходимо избегать дополнительного натяжения поврежденного ПС в течение 3–4 нед. Для этого должно быть запрещено отведение плеча. При этом пациенты не должны терять время в ожидании восстановления функции, которое может никогда не наступить. Необходимо поощрять пассивные и активные движения в локтевом суставе, запястье и кисти. Если они парализованы, выполняется корригирующее шинирование кисти. Необходимо всеми силами предотвращать экстензионную установку в пястно-фаланговых суставах и приводящую контрактуру в первом межпальцевом промежутке.

Лечебная гимнастика включает лечение положением, специальные упражнения для мышц шеи с целью улучшения лимфооттока, пассивные движения во всех суставах конечности, при появлении самопроизвольных движений – активные упражнения со строго индивидуальным дозированием постепенно увеличиваемых физических нагрузок.

**Физиотерапия.** Физиотерапевтические процедуры выбираются с учетом срока заболевания, возраста пациента, сопутствующей патологии. Могут быть использованы электрофорез различных комбинаций лекарственных веществ, синусоидально-модулированные токи, ультразвук и ток д'Арсонваля по ходу нервных стволов. По завершении стационарного этапа лечения амбулаторно либо в условиях санатория применяют парафиновые, озокеритовые или грязевые аппликации.

**Электростимуляция парализованных мышц.** Мышцы, находящиеся в состоянии денервации, через 3–4 мес подвергаются атрофии, а через 1–1,5 года необратимо дегенерируют. К этому особенно чувствительна собственная мускулатура кисти. Темпы перерождения мышечных волокон могут быть замедлены посредством электрической стимуляции. Электростимуляция парализованных мышц на всех этапах лечения является важнейшим моментом восстановительной терапии. Она восполняет функциональный дефицит внутрисегментной импульсации, улучшая трофику и микроциркуляцию в мышечной ткани и нервных стволах, сохраняя синаптический аппарат денервированной мышцы и предотвращая ее атрофию. Электростимуляция мышц должна быть направлена на все парализованные мышцы и проводиться ежедневно. Параметры используемых токов на денервированных и реиннервированных мышцах отличаются и подбираются индивидуально. Электростимуляция может проводиться в течение многих месяцев – до наступления реиннервации стимулируемых мышц. Ее проводят до тех пор, пока она не будет мешать профессиональной или образовательной активности пациента. Следует помнить, что функциональный результат определяется не тем, стимулировались мышцы или нет, а качеством спонтанного или хирургического восстановления снабжающих их нервов.

#### **Определение показаний и сроки проведения хирургического лечения**

Показания и сроки проведения хирургического лечения при повреждениях ПС (ППС) зависят от локализации и тяжести поражения. При положительной динамике в виде продвижения знака Тинеля в дистальном направлении, восстановления функции проксимально расположенных мышц от операции следует воздержаться и продолжать динамическое наблюдение с детальным клиническим обследованием и проведением электромиографии (ЭМГ). Полнота восстанов-

ления функции будет определяться расстоянием от места повреждения нерва до мышц, которые в состоянии денервации через 3–4 мес. подвергаются атрофии, а через 1–1,5 года необратимо дегенерируют. Особенно чувствительна к денервации собственная мускулатура кисти. При II–III степенях повреждения знак Тинеля обычно появляется на 2–3-й неделе после травмы. Его локализация должна смещаться в дистальном направлении по 1мм в день, так же как и при аналогичных повреждениях других нервов. Например, динамика восстановления движений при ППС после вывиха плеча обычно следующая. Первыми появляются активные сокращения ключичной порции большой грудной мышцы, затем – грудино-реберной. Следующими восстановившими функцию будут большая круглая и надостная мышцы. Позже (через 3–4 мес после повреждения) активизируются двуглавая мышца плеча и подостная мышца. В некоторых случаях последняя восстанавливается медленнее, так как надлопаточный нерв может быть дополнительно сдавлен или поврежден на уровне ости лопатки, которую он пересекает, проходя в подостную ямку. Если восстановилась функция мышц, иннервируемых верхним стволом сплетения, а надостной и подостной мышц – нет, следует заподозрить повреждение надлопаточного нерва краем вырезки лопатки или сопутствующее повреждение ротационной манжеты плеча.

При III степени повреждения по Sunderland восстановление функции задней порции дельтовидной мышцы может произойти между 3-м и 9-м месяцем. Однако отсрочка операции до 7–9-го месяцев может привести к частичной или полной дегенерации мышечных волокон, что существенно снижает эффективность хирургического лечения ПС. Особенно это касается случаев повреждений с вовлечением нижнего ствола ПС, формирующих его C8 и T1 спинальных нервов (паралич Дежерин–Клюмпке или тотальный паралич), когда операция, выполненная через 6 мес, дает слабую надежду на удовлетворительное восстановление функции мышц предплечья, а следовательно, и простых видов захвата кисти. Лучшего результата можно достичь, предприняв реконструкцию ПС в сроки 3–4 мес после повреждения. При вовлечении только верхнего ствола и среднего (C5, C6 и C7) операция может быть эффективной, даже если она выполнена через 11–12 мес, особенно при условии предоперационной и послеоперационной электростимуляции парализованных мышц. Вторичные хирургические процедуры на мышцах, сухожилиях, суставах, костях могут быть эффективны спустя несколько лет после повреждения при наличии достаточного объема пассивных движений в суставах.

#### **Хирургическое лечение повреждений ПС**

Эволюция хирургических процедур в лечении больных с травматическими ППС прошла путь от ампутации пострадавшей конечности до сложных мик-

рохирургических реконструкций. Операции, выполняемые при ППС, можно разделить на 2 группы: 1) восстановление структур поврежденного ПС или первичные реконструкции; 2) операции на сухожильно-мышечном аппарате, костях и суставах, выполняемые в поздние сроки при последствиях ППС или вторичные реконструкции на верхней конечности.

### Операции на ПС

В нашем центре в период с 2004 по 2012 г. реконструкции ПС выполнены 124 пациентам. Не обсуждая деталей хирургической техники, остановимся на описании основных хирургических процедур, используемых при операциях на ПС.

**Невролиз** – освобождение нервных структур от рубцов. При наружном невролизе рубцовая ткань отсекается как снаружи нервов, так и внутри элементов ПС. Рубцовый процесс внутри ствол и пучков вызывается разрывом их оболочек и сосудов с образованием внутривольных гематом. Внутренний невролиз состоит из следующих этапов: продольной эпиневриотомии, эпиневриэктомии и освобождения пучков от сдавливающих рубцов [1]. Внутренний невролиз является сложной процедурой, которую необходимо выполнять только с использованием микрохирургической техники. Следует помнить, что распространенный внутренний невролиз может привести к нарушению кровоснабжения нервного ствола и повреждению функционирующих проводников, переходящих от пучка к пучку, количество и состав которых на протяжении ПС существенно меняется. Выбор вида и объема невролиза определяется опытом хирурга. Невролиз как самостоятельная процедура экспертами в ППС предпринимается крайне редко, так как наличие показаний к операции уже говорит о тяжести повреждения, требующего радикальных техник [2]. Невролиз может быть выполнен как компонент более серьезной реконструкции ПС. К сожалению, к нам не редко обращаются пациенты с тяжелыми повреждениями ПС, ранее подвергнутые оперативному лечению, во время которого хирурги неоправданно ограничивались только невролизом.

**Шов элементов плечевого сплетения «конец-в-конец»** может быть выполнен только в «свежих» случаях открытых повреждений, сопровождающихся ровным пересечением нервов с хорошей перспективой гладкого заживления раны. Шов выполняется при первичной хирургической обработке раны или в отсроченном порядке. Следует отметить, что диастаз между отрезками поврежденного нервного ствола может сформироваться уже через 2 нед после ровного его пересечения острым предметом.

S. Sunderland [3, 4] в своем классическом руководстве «Nerves and nerve injuries» (1978) пишет: «Натяжение по линии шва – главная причина неудач при восстановлении нервов». Это относится и к поврежде-

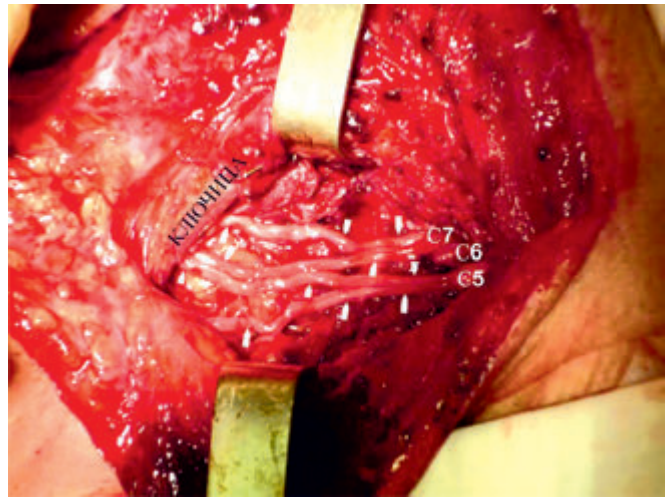


Рис. 1. Аутонервные трансплантаты (белые стрелки), расположенные между культами C5, C7 и ветвями ПС. Культя C6 не использована ввиду отрыва

ниям ПС. Предельно допустимым считается натяжение, при котором отрезки нерва удастся сопоставить двумя одновременно завязываемыми нитями 8–0. Во всех случаях закрытых ППС дефект нерва, образующийся после иссечения внутривольной невромы, не позволяет выполнить шов без натяжения и для восстановления нерва может быть выполнена его пластика аутонервными трансплантатами [5, 6]. Последние могут быть некровоснабжаемыми и кровоснабжаемыми. Некровоснабжаемые трансплантаты формируют из икроножного и скрытого нерва бедра, медиальных кожных нервов плеча и предплечья, латерального кожного нерва предплечья, поверхностного лучевого нерва [7]. Длина тонкого трансплантата не влияет на его ревазуляризацию, так как соотношение объема пересаженных нервов и площади их поверхности остается прежним. Одним из условий пластики такими трансплантатами является хорошее кровоснабжение окружающих тканей и тщательное удаление параневральных тканей самих трансплантатов, так как от этого зависит их ревазуляризация, происходящая в первые дни после операции.

Если в области пластики нерва имеется выраженный рубцовый процесс, может наступить некроз центральной части трансплантата. В этой ситуации предпочтительно следует отдавать кровоснабжаемым аутогенным трансплантатам. В качестве кровоснабжаемых аутогенных нервов могут быть использованы икроножный нерв на ветвях подколенных сосудов, поверхностная ветвь лучевого нерва на лучевых сосудах. При ППС мы используем только один вид кровоснабжаемого трансплантата – локтевой нерв со стороны повреждения, который при тотальных повреждениях ПС с отрывом корешков C8 и Th1 становится свободным пластическим материалом из-за бесперспективности восстановления функции иннервируемых им собс-

твенных мышц кисти. Локтевой нерв может быть взят как островковый или как свободный лоскут на одной из возможных сосудистых ножек, образованных ветвями плечевых сосудов, отходящими в средней или верхней трети плеча. Пластика нервов выполняется только с использованием микрохирургической техники. Трансплантаты вшивают между отдельными пучками или группами пучков нерва атравматическими иглами с полипропиленовой или нейлоновой нитью 9-0 или 10-0 (рис. 1). Обычно накладывается по 3–4 шва с каждой стороны трансплантата в зависимости от его диаметра. Во время межпучковой пластики крупных нервов множественными ауто трансплантатами для повышения точности сопоставления пучков и увеличения скорости самой процедуры мы используем биологический клей.

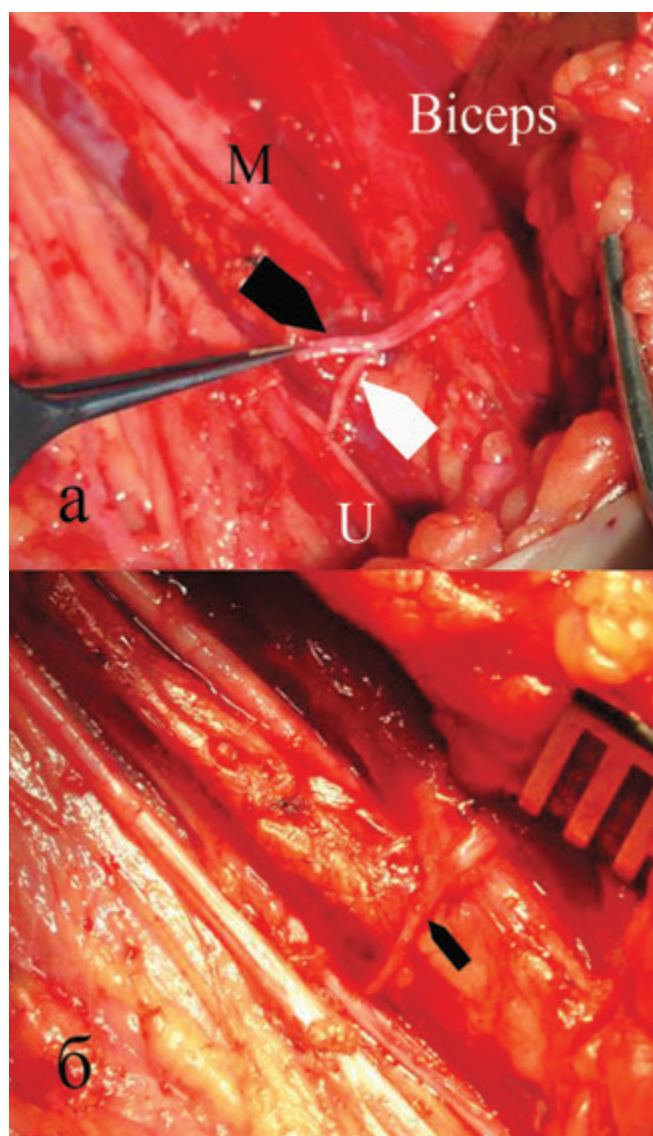
**Перемещение нервов (ПН).** Суть этой техники состоит в сшивании центрального отрезка донорского нерва с периферическим отрезком поврежденного. Она широко используется при отрывах корешков от спинного мозга. В случаях множественных отрывов спинномозговых нервов с тотальным параличом конечности ПН является единственной альтернативой ампутации. Оно стало особенно популярно в последние годы и существенно улучшила результаты хирургического лечения ППС. Интересен тот факт, что данная техника была разработана в первой половине прошлого века при участии выдающегося отечественного нейрохирурга А.С. Лурье, который не только предложил конкретные способы ПН, но, что более важно, сформулировал концепцию использования ПН дистальнее зоны повреждения [8]. Он назвал эту технику «невротизация». В литературе этот термин нередко используется как синоним ПН. Невротизация двигательных ветвей ПС в непосредственной близости от парализованной мышцы позволяет эффективно использовать сравнительно небольшое число донорских аксонов, сокращает время от момента операции до реиннервации мышцы с 8–18 до 2–6 мес, предотвращая их дегенерацию. Это расширяет показания к дистальным перемещениям нервов при ППС без отрыва корешков, когда реконструкция ПС выполняется спустя 6 и более месяцев после травмы (рис. 2).

После реиннервации мышц аксонами нового донорского нерва выполнение активных контролируемых движений требует обучения пациента новому двигательному стереотипу. В качестве донорских используются межреберные (рис. 3), добавочный, диафрагмальный нервы и ветви шейного сплетения со стороны повреждения, латеральный грудной и 7-й спинномозговой нервы с противоположной повреждению стороны. Перемещения могут выполняться и внутри самого поврежденного плечевого сплетения, от проксимального отрезка разорванного ствола к стволам или нервам, образованным оторванными спинномозговыми нервами [8–15]. При значительной

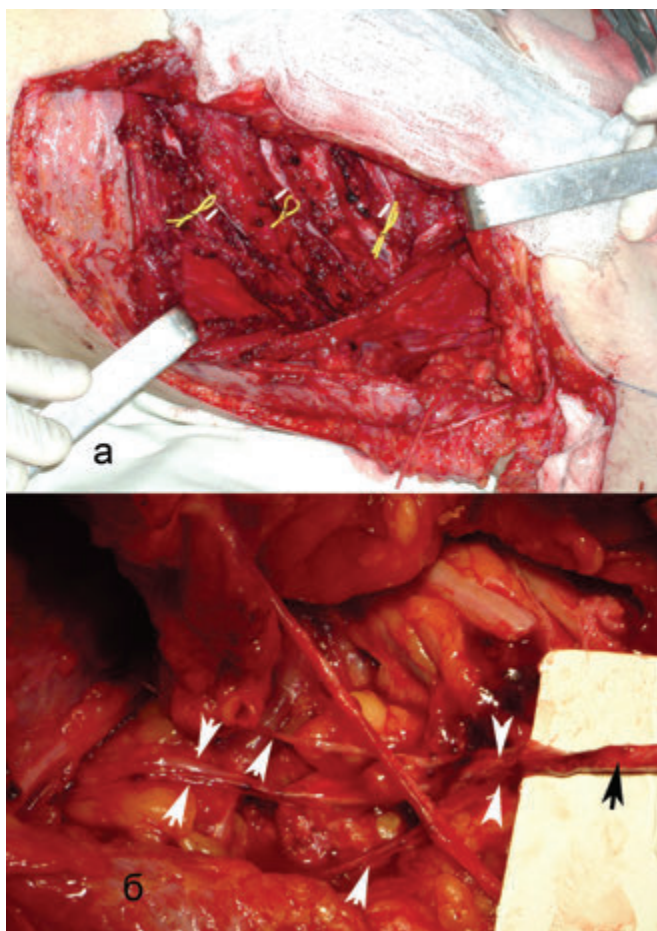
удаленности донорского нерва от реципиентного могут быть использованы ауто нервные трансплантаты. Однако последней ситуации необходимо избегать, отдавая предпочтение прямому шву между перемещаемым и воспринимающим нервами.

### Стратегия и тактика операций на ПС

Использование вышепредставленных техник позволяет существенно улучшить функцию верхней конечности даже в случаях тяжелых ППС. Результат операции определяется главным образом не уровнем владения специалистом той или иной техникой, а выбором правильного сочетания этих хирургических приемов. Этот выбор основывается на максимально



**Рис. 2.** Операция Oberlin: а – подготовленные для микрохирургического шва «конец-в-конец» ветвь МК-нерва к двуглавой мышце (черная стрелка) и пучок локтевого нерва (белая стрелка); М – средний нерв, U – локтевой нерв; б – шов, соединяющий нервы (черная стрелка)



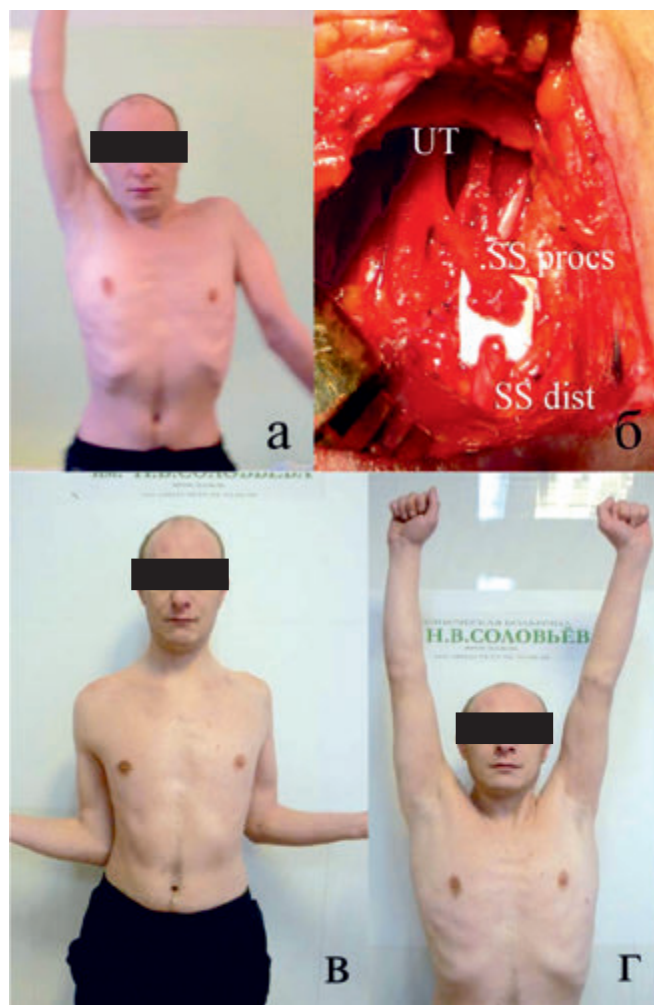
**Рис. 3.** Доступ и мобилизация межреберных нервов: а – 4 нерва взяты на сосудистые петли-держалки (желтые), мобилизованы и отсечены на уровне срединной ключичной линии; б – межреберные нервы переведены в подмышечную область (белые стрелки) и сшиты с МК-нервом (черная стрелка)

объективной оценке локализации и распространенности повреждения, функционального состояния элементов ПС. Последнее достигается тщательной до- и интраоперационной диагностикой. Поэтому во всех случаях первичных реконструкций мы осуществляем доступ к надключичному отделу, где чаще всего и локализовано повреждение. В большинстве случаев доступ осуществляется и к подключичному отделу. Правильный прогноз восстановления функции отдельных мышц или их групп дает возможность наиболее рационального использования имеющихся источников аксонов, будь то культы спинальных нервов или донорские нервы. Мы представим нашу тактику и подходы в зависимости от характера ППС, времени, прошедшего после травмы, и степени вторичных изменений, таких как контрактуры суставов и дегенерация мышц. Начиная с 2004 г. мы не выполняем полные «анатомические» реконструкции, при которых аутонервные трансплантаты располагаются точно на месте дефекта нерва после иссечения рубца. Мы располагаем ауто-

трансплантаты между проксимальными культями спинальных нервов, перемещаемыми донорскими нервами, и проксимальными отделами нервов, которые определены как главные цели для реконструкции.

### С5, С6 или верхний ствол ПС

При тракционном механизме повреждение верхнего ствола ПС, как правило, распространяется проксимальнее отхождения надлопаточного нерва. Надостная мышца – главная в обеспечении отведения плеча. Подостная мышца отвечает за наружную ротацию. Дельтовидная мышца также парализована при этом варианте повреждения. Изолированный паралич дельтовидной мышцы не приводит к существенному ограничению объема активных движений в плечевом суставе. Парализованы двуглавая и плечевая мышцы, поэтому отсутствует активное сгибание в локте. Пле-



**Рис. 4.** Клиническое наблюдение 1: а – пациент с повреждением надлопаточного нерва (SS) вследствие ножевого ранения шеи до операции; б – фрагмент операции, проведенной через 14 дней: верхний ствол ПС (UT), проксимальный (SS procs) и дистальный (SS dist) отрезки нерва; в, г – пациент с полностью восстановленной функцией через 1 год после наложения шва нерва

челуечная мышца и мышцы передней группы предплечья только у немногих пациентов способны обеспечить сгибание в локте с силой М3.

Таким образом, главные цели реконструкции в порядке важности можно расположить следующим образом:

- двигательная порция МК-нерва или его ветви к двуглавой и плечевой мышцам, надлопаточный нерв.
- подмышечный нерв.

В случае адекватного сокращения ромбовидных мышц в ответ на прямую электростимуляцию отходящего от С5 тыльного лопаточного нерва и передней зубчатой мышцы в ответ на стимуляцию ветви С6 к длинному грудному нерву, наличия в срезе С5 и С6 после иссечения невротомы хорошей внутривольной структуры, мы делаем вывод об их пригодности для реконструкции. Наш план для данного повреждения будет следующим:

1. Один аутонервный трансплантат между культей С5 и надлопаточным нервом.
2. Четыре аутонервных трансплантата между культей С5 и/или С6 (тот, что лучшего качества) и МК-нервом или соответствующим сегментом латерально-гучка ПС.
3. Три аутонервных трансплантата между культей С5 или С6 (тот, что остался после реконструкции МК-нерва) и подмышечным нервом.

При ненадежных культей С5, С6 или подтвержденном отрыве одного из них план был бы следующим:

1. Перемещение ветви добавочного нерва на надлопаточный с прямым их швом.
2. Перемещение одного внутривольного пучка локтевого нерва на ветку МК-нерва к двуглавой мышце (операция Oberlin), в некоторых случаях дополнительное перемещение пучка срединного нерва на ветвь МК-нерва к плечевой мышце (двойная невротизация по Oberlin).
3. Три аутонервных трансплантата между культей С5/С6 и подмышечным нервом. В случае отрыва С5 и С6 без повреждения С7 — перемещение ветви лучевого нерва к длинной головке трехглавой мышцы на ветвь подмышечного нерва к дельтовидной мышце.

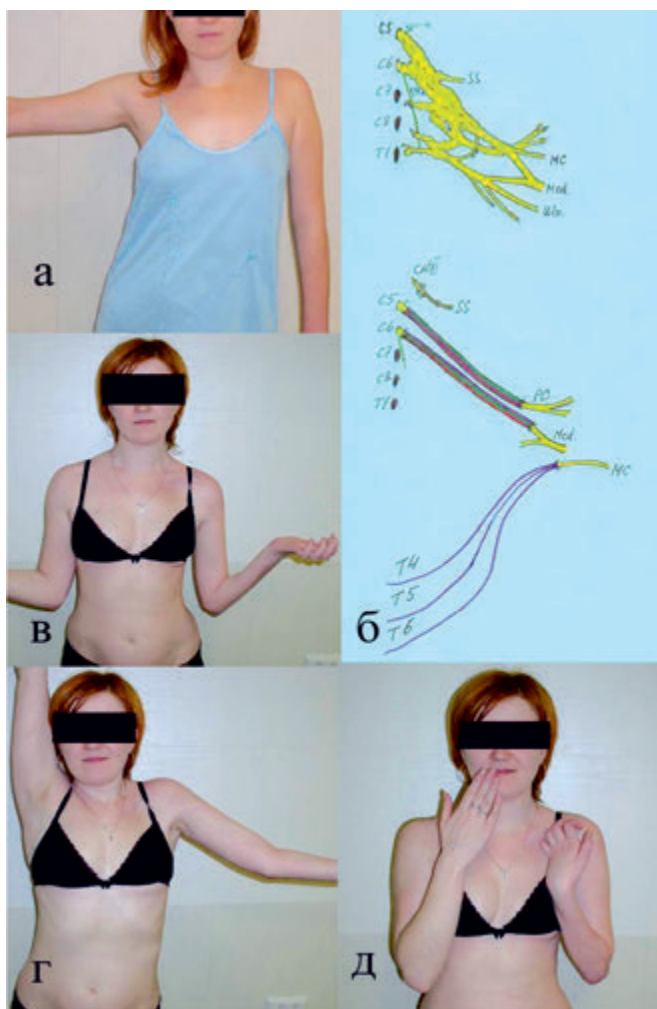
### С5, С6, С7 или верхний и средний стволы ПС

По причине повреждения среднего ствола трехглавая мышца, разгибатели кисти и пальцев оказываются парализованными. Появляется еще одна цель для реконструкции — лучевой нерв. Последний при множественных отрывах и дефиците донорских аксонов может вытеснить из ранее составленного плана подмышечный нерв, который не является определяющим для функции плечевого сустава. Нередко при данном варианте повреждения нижний ствол (С8, Т1) тоже страдает, хоть и в меньшей степени, поэтому сила сгибателей кисти и пальцев может быть снижена. Следует учитывать, что в будущем может возникнуть необходимость перемещения сухожилий для разгиба-

ния кисти и пальцев. Если сила сгибателей кисти снижена до М3 или М4 и при игольчатой ЭМГ локтевого и лучевого сгибателей запястья имеются признаки продолжающихся или завершившихся денервационно-реиннервационных процессов (спонтанная активность, укрупнение двигательных единиц), использование части локтевого или срединного нервов для невротизации двуглавой мышцы может существенно ослабить сгибатели кисти и пальцев, круглый пронатор. В этой ситуации предпочтение может быть отдано перемещению медиального грудного нерва на МК-нерв, при котором ослабляется только большая грудная мышца. При повреждении С5, С6 и С5—С7 на выбор варианта реконструкции существенно влияют время, прошедшее после травмы (период денервации мышц), и возраст пациента. При сроке 8—12 мес после травмы, а также у пожилых пациентов предпочтение следует отдать перемещениям нервов, выполняемым



Рис. 5. Клиническое наблюдение 2: а — пациент с повреждением С5 (отрыв), С 6 (разрыв) до операций; б — схема операции: перемещение ветви добавочного нерва (XI) на надлопаточный (SS), пучочка локтевого нерва (Ulnar) на ветвь МК-нерва (MC) к двуглавой мышце, 2 аутотрансплантата между С6 и подмышечным нервом (Axillar); в, г — пациент через 3 года после операции, функция восстановлена



**Рис. 6.** Клиническое наблюдение 3: а – пациентка до операций; б – схема операции: перемещение добавочного нерва (CNXI) на надлопаточный (SS), трех межреберных нервов (Т4–6) на МК-нерв, аутонервная пластика между культей С5 и задним пучком (РС) ПС, культей С6 и латеральной ножкой срединного нерва (Med); в, г, д – пациентка через 2 года после операции, восстановлен удовлетворительный объем активного отведения и наружной ротации плеча, сгибания в локтевом суставе

в непосредственной близости от целевых мышц, после которых требуется существенно меньше времени на реиннервацию. Использование длинных (10–15 см) аутонервных трансплантатов, проведенных от культей спинальных нервов под ключицей, предпочтительнее у молодых пациентов с периодом денервации не более 7 мес.

### С8–Т1 или нижний ствол ПС

При этом относительно редком варианте повреждения оказываются парализованными все сгибатели пальцев, короткие мышцы кисти, становятся невозможными все виды захвата кисти. Отсутствует чувствительность на ладонной поверхности пальцев. При отсутствии отрывов от спинного мозга восстановление чувствительности кисти – это единственное, что может дать реконструкция, выполненная непосредственно

в зоне повреждения на самом ПС (нижнем стволе). Восстановление функции сгибателей пальцев возможно только за счет перемещения нервов на уровне нижней трети плеча или локтевого сустава. Из небольшого количества имеющихся методик мы выбираем перемещение ветви МК к плечевой мышце на внутривольный пучок срединного нерва, содержащий аксоны к сгибателям пальцев. Мы не используем ветви лучевого нерва к разгибателям кисти и плечелучевой мышце, так как эти мышцы очень важны для восстановления захвата кисти посредством вторичных реконструкций. Более того, этот тот случай, когда по причине ограниченных возможностей перемещений нервов в этой зоне вторичные реконструкции являются основными в восстановлении функции кисти.

### С5–Т1 или все стволы (тотальный паралич)

В случаях, когда нет отрыва корешков от спинного мозга, возможна полная реконструкция сплетения. Если имеет место обширное повреждение с отрывом нескольких корешков, как в большинстве случаев, необходимо выбирать для восстановления наиболее важные из утраченных движений и зон иннервации верхней конечности. Этот выбор должен быть реалистичным. Например, не нужно надеяться на восстановление функции собственных мышц кисти в случаях, если оторваны от спинного мозга С8–Т1 или разрушены медиальный пучок, проксимальные отделы срединного и локтевого нервов. Поэтому нами определены следующие приоритеты в восстановлении функции верхней конечности посредством первичной реконструкции ПС при тотальном параличе:

- Отведение и наружная ротация плеча.
- Сгибание в локтевом суставе.
- Разгибание кисти.
- Функция длинных сгибателей пальцев и кисти.
- Функция длинных разгибателей пальцев и кисти.

Стабильность плечевого сустава может быть обеспечена восстановлением функции надостной и подостной мышц. Для этого выполняется невротизация надлопаточного нерва дистальными отделами добавочного нерва. Одновременно могут быть получены отведение и наружная ротация плеча. Сгибание в локтевом суставе может быть достигнуто восстановлением МК нерва или его невротизацией межреберными или добавочным нервом. Перемещение С7 с противоположной стороны через кровоснабжаемый локтевой нерв на срединный может быть использовано для невротизации длинных сгибателей пальцев.

Для пациентов с отрывом от всех 5 корешков, образующих ПС, нами выбирается следующая тактика:

- Ничего не делать.
- Ампутация конечности на уровне шейки плеча.
- Использовать множественные перемещения нервов для восстановления ограниченного контроля над плечевым суставом и сгибания в локтевом суставе с до-

стижением защитной чувствительности на I–II и возможно на III пальцах. В таком случае кисть может остаться без активных движений.

Все возможности должны быть обсуждены с пациентом и его родственниками. Около 70 % пациентов с множественными отрывами корешков, особенно C7, C8 и T1, имеют выраженный болевой синдром. После реконструктивной операции на ПС у части таких пациентов боль существенно регрессирует. Мы определенно против ампутаций, если учесть хорошую перспективу достижения контроля над конечностью путем восстановления отведения плеча и сгибания в локте. Пациент должен реально оценивать возможности хирургического лечения, участвовать в социальной реабилитации. Во всех случаях ППС большое значение имеет психологическая поддержка семьи пациента.

**Клинические наблюдения.** Пример ППС приводится на рис. 4. Клиническое наблюдение 1: пациент А., 30 лет, в результате ножевого ранения области шеи получил открытое ППС с пересечением надлопаточного нерва.

Клиническое наблюдение 2 (см. рис. 5): пациент Б., юноша, 16 лет, получил тракционное ППС справа при

падении с мотоцикла. Клиническая картина паралича Эрба (рис. 5а). Предоперационное обследование указывало на отрыв корешков C5 от спинного мозга, разрыв C6. Пациент оперирован через 5 мес после травмы. Диагноз подтвержден интраоперационно. Выполнено перемещение ветви добавочного нерва (XI) на надлопаточный, пучочка локтевого нерва на ветвь МК-нерва к двуглавой мышце. Вшиты 2 аутотрансплантата длиной 22 см между C6 и подмышечным нервом (рис. 5б). В результате операции у больного восстановлен полный объем активных движений в плечевом и локтевом суставах. Сила сгибания в локте достигла 8 кг (рис. 5в, г).

Клиническое наблюдение 3 (см. рис. 6): пациентка В., 18 лет, в результате автоаварии получила тотальное ППС. Диагноз: разрыв C5 и C6, отрыв C7–T1. Оперирована через 3 мес после повреждения. Выполнено: перемещение добавочного нерва на надлопаточный, 3 межреберных нервов на МК-нерв, аутонервная пластика между культей C5 и задним пучком ПС, культей C6 и латеральной ножкой срединного нерва. Через 2 года после операции восстановлен удовлетворительный объем активного отведения и наружной ротации плеча, сгибания в локтевом суставе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Terzis J.K., Papakonstantinou K.C. The surgical treatment of brachial plexus injuries in adults. *Plast Reconstr Surg* 2000;106:1097–118.
2. Merle M., Lim A. Surgical techniques: neurolysis, sutures, grafts, neurotizations. In: Gilbert A.(ed.). *Brachial plexus injuries*. Martin Dunitz, 2001. P. 51–56.
3. Sunderland S. *Nerves and nerve injuries*. Ed. 2nd. Churchill Livingstone. 1978.
4. Sunderland S. *Nerve injuries and repair*. Churchill Livingstone. 1991.
5. Seddon H.J. Nerve grafting. *J Bone Joint Surg* 1963;45B:447.
6. Millesi H. The nerve gap: theory and clinical practice. *Hand Clin* 1987;2:651–64.
7. Breindenbach W.C., Terzis J.K. The blood supply of vascularized nerve grafts. *J Reconstr Microsurg* 1986;3:43–56.
8. Lurje A. Concerning surgical treatment of traumatic injury of the upper division of the brachial plexus (Erb's-type). *Ann Surg* 1948;127:317–26.
9. Narakas A., Herzberg G. Plexo-plexual nerve transfers. Report on 17 cases. Meeting of French speaking and German speaking Societies of microsurgery, Strasbourg. 1984.
10. Oberlin C., Beal D., Leechavengvongs S. et al. Nerve transfer to biceps muscle using a part of ulnar nerve for C5–C6 avulsion of the brachial plexus: anatomical study and report of four cases. *J Hand Surg* 1994;19A:232–7.
11. Liverneaux P.A., Diaz L.C., Beaulieu J.Y. et al. Preliminary results of double nerve transfer to restore elbow flexion in upper type brachial plexus palsies. *Plast Reconstr Surg* 2006;117: 915–9.
12. Samardzic M., Grujicic D., Rasulic L., Bacetic D. Transfer of the medial pectoral nerve: myth or reality? *Neurosurgery* 2002;50:1277–82.
13. Gu Y.D., Wu M.M., Zhen Y.L. et al. Phrenic nerve transfer for brachial plexus motor neurotization. *Microsurgery* 1989;10:287–9.
14. Leechavengvongs S., Witoonchart K., Uerpairojkit C. Combined Nerve Transfers for C5 and C6 Brachial Plexus Avulsion Injury. *J Hand Surg* 2006;31A:183–9.
15. Wood M.B., Murray P.M. Heterotopic nerve transfers: recent trends with expanding indication. *J Hand Surg* 2007;32A:397–408.