

Травматические повреждения плечевого сплетения и современные способы хирургической коррекции

Часть I. Диагностика повреждений плечевого сплетения

М.Л. Новиков

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

Контакты: Михаил Леонидович Новиков novik6923@gmail.com

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

Подробно описана анатомия плечевого сплетения, рассматриваются основные механизмы его повреждения, дается их современная классификация. Особое внимание уделено тракционному механизму ППС, как наиболее сложному и часто встречающемуся и основному в группе пациентов, нуждающихся в оперативном лечении. Рассматриваются возможности различных инструментальных методов — рентгенологических, нейровизуализационных, электрофизиологических — в диагностике ППС. Предлагается авторский алгоритм дифференциально-диагностического поиска при данной патологии.

Ключевые слова: плечевое сплетение, спинномозговые нервы, миография, миелография

Traumatic brachial plexus injuries and current surgical correction methods Part I. Diagnosis of Traumatic brachial plexus injury

M.L. Novikov

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 injuries (BPI).

The anatomy of the brachial plexus is described in detail; the main mechanisms of its injuries are considered and their current classification is given. Particular emphasis is laid on the traction-based mechanism of BPI and its basic treatment in a group of patients who require (need) surgical treatment. The capabilities of various instrumental techniques, such as X-ray, neuroimaging, electrophysiological, in the diagnosis of BPI are considered. The author's algorithm for a differential diagnostic search is proposed in this pathology.

Key words: brachial plexus, spinal nerves, myography, myelography

Введение

Нейрохирургия, ортопедия, пластическая и реконструктивная хирургия — три основные специальности, делящие поле хирургии периферических нервов. Интерес к повреждениям плечевого сплетения (ППС) со стороны представителей этих специальностей драматически вырос за последнее два десятилетия. Об этом свидетельствуют многочисленные публикации, а также возрастающее количество узкоспециализированных конференций и курсов, посвященных хирургии плечевого сплетения (ПС) [1–5]. В Европе, Азии и США растет число центров, специализирующихся в лечении ППС. Для повышения эффективности они создаются по мультидисциплинарному принципу и объединяют врачей различных специальностей. В ежедневной практике неврологи сталкиваются с патологией ПС различной этиологии — аутоиммунной, компрессионной и травматической. Несмотря на позитивные тенденции и перспек-

тивы, общий уровень оказания помощи пациентам с ППС в нашей стране остается низким. Это относится ко всем компонентам медицинской помощи: диагностике, определению показаний для хирургического лечения, предоперационному ведению, тактике и технике первичных и вторичных хирургических реконструкций, реабилитационному лечению. Недостаточное понимание механизмов регенерации нервов, слабая информированность о возможностях современных методов диагностики и хирургического лечения нередко являются причиной позднего направления пациентов с тяжелыми ППС к специалисту. Задача этой публикации — познакомить врачей, к которым первично обращаются пациенты с ППС, с современными принципами диагностики и лечения ППС.

Прежде чем обсуждать клинические проявления ППС, целесообразно остановиться на особенностях анатомии ПС.

Анатомия ПС

ПС формируется передними ветвями 4 нижних шейных и 1 грудного спинномозговых нервов (C5–C8, Th1) (рис.1). Иногда в этом принимают участие спинномозговые нервы C4 и Th2. Такие варианты формирования ПС называются соответственно префиксом и постфиксом. Слиянием спинномозговых нервов C5 и C6 образуется верхний, а C8 и Th1 — нижний стволы ПС. Средний ствол является продолжением C7. Этот отдел ПС располагается в межлестничном промежутке шеи вместе с подключичной артерией, от которой отходят поперечные артерии шеи и лопатки, участвующие в его кровоснабжении.

Передняя лестничная мышца отделяет ПС от подключичной вены. По передней поверхности этой мышцы проходит диафрагмальный нерв, а медиально от нее — позвоночная артерия. На уровне ключицы каждый ствол делится на переднюю и заднюю ветви, формирующие 3 пучка ПС, которые получили назва-

ния в соответствии с их расположением относительно подмышечной артерии. Передние ветви верхнего и среднего стволов образуют латеральный пучок. Задние ветви всех 3 стволов образуют задний пучок. Медиальный пучок является продолжением нижнего ствола после отхождения от него задней ветви.

На всем протяжении ПС от него отходят так называемые короткие ветви, иннервирующие мышцы области надплечья. В клиническом отношении наиболее важны формирующийся из передних ветвей C5–C7 длинный грудной нерв, иннервирующий переднюю зубчатую мышцу, и тыльный нерв лопатки, отходящий от C5 и снабжающий ромбовидные мышцы, а также мышцу, поднимающую лопатку. Непосредственно от верхнего ствола отходит надлопаточный нерв, направляющийся через вырезку лопатки на ее заднюю поверхность к надостной и подостной мышцам. Две ветви, отходящие от медиального и латерального пучков, объединяясь, образуют дугу, из которой формируются медиальный и латеральный грудные нервы. Эти нервы содержат волокна только соответствующих пучков. Оба иннервируют грудино-реберную порцию большой грудной мышцы. Ключичную порцию этой мышцы снабжает исключительно латеральный грудной нерв.

Латеральный пучок ПС делится на 2 крупные ветви — мышечно-кожный нерв и латеральную ножку срединного нерва. Медиальный пучок отдает 2 свои главные ветви — локтевой нерв и медиальную ножку срединного нерва, а также медиальные кожные нервы плеча и предплечья. От заднего пучка отходят подлопаточный и грудоспинной нервы, иннервирующие соответственно подлопаточную, большую круглую мышцы и широчайшую мышцу спины. Последней ветвью заднего пучка является подкрыльцовый нерв, который, направляясь к дельтовидной мышце через 4-стороннее отверстие, дает ветвь малой круглой мышце и затем огибает хирургическую шейку плечевой кости. Задний пучок продолжается своей длинной ветвью — лучевым нервом.

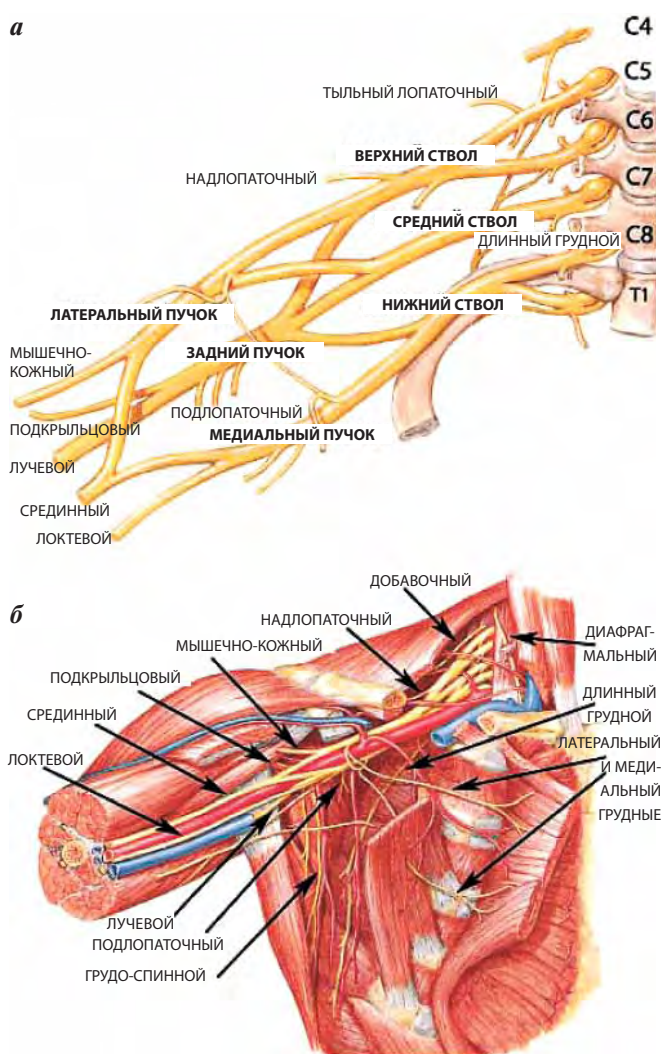


Рис. 1. Анатомия плечевого сплетения: а — относительно костных структур; б — относительно мягких тканей

Классификация и диагностика ППС

Существует несколько классификаций ППС.

По механизму повреждения:

закрытые ППС:

- тракционные;
- в результате удара в область ключицы со сдавлением ПС между ключицей и I ребром, иногда с прямым повреждением ПС их отломками;

открытые повреждения, составляющие в мирное время 3–6% от общего числа повреждений ПС:

- колото-резаные;
- огнестрельные.

Тракционный механизм ППС — основной в группе пациентов, нуждающихся в оперативном лечении. Примерно 1% пациентов с политравмой имеют ППС.

Более 50 % ППС возникают в результате дорожно-транспортных происшествий: автомобильные травмы — 29 % и мотоциклетные травмы — 21 %. Около 5 % пострадавших в мотоциклетных авариях имеют ППС.

Наиболее полной представляется классификация R.D. Leffert [6], учитывающая механизм, а также уровень ППС:

- I. Открытые повреждения плечевого сплетения.
- II. Закрытые повреждения плечевого сплетения.
- A. Надключичные повреждения.
 1. Супраганглиарные или интрадуральные.
 2. Инфраганглиарные.
- B. Подключичные повреждения.

Надключичные ППС происходят чаще, чем подключичные (60 и 40 % соответственно). Они тяжелее, при этом более половины пациентов нуждаются в оперативном лечении. При подключичных ППС только в 17 % показано оперативное лечение (табл. 1–3).

При определении показаний и выборе того или иного метода лечения, а также при оценке прогноза существенное значение имеет степень патоморфологических изменений, происходящих в поврежденном ПС. В классификации закрытых ППС по патоморфологическим изменениям (см. табл. 1–3) выделяются

6 степеней тяжести повреждения: I — минимальная, с травматизацией только миелиновой оболочки, т. е. нейропраксия, II–IV — с повреждением аксона и внутренних оболочек, т. е. аксонотмезис, V–VI — наиболее тяжелые, с дополнительным нарушением целостности эпинеурия, т. е. нейротмезис).

В первую очередь данные патологические изменения зависят от механизма травмы.

Тракция соответствует нейропраксии или аксонотмезису [7]. В этих случаях есть возможность спонтанной регенерации.

Разрыв полный или с формированием на протяжении нервных стволов рубцов, блокирующих регенерацию. В данном случае необходимо иссечение рубцовой ткани с аутоневральной пластикой.

Отрыв корешков от спинного мозга. Показана невротилизация или перемещение близлежащих нервов.

Клинические проявления ППС

В зависимости от клинических проявлений ППС делят на 2 группы: верхний паралич (Дюшена–Эрба) и нижний паралич (Дежерин–Клюмпке). Для обозначения повреждения всех отделов ПС употребляется термин «тотальный паралич». При параличе Дюшена–Эрба повреждаются верхний ствол ПС или образующие его спинномозговые нервы C5 и C6. Соответственно нарушаются отведение и наружная ротация плеча, а также сгибание предплечья (рис. 2а, б). Расстройства чувствительности отмечаются на передне-наружной поверхности плеча, предплечья, лучевого края кисти, тыльной и ладонной поверхностям I пальца. При повреждении C5–C7 в дополнение к вышеописанным расстройствам становится невозможным разгибание предплечья, кисти и пальцев (рис. 2в, г).

Таблица 1. Классификации повреждений нервов

Seddon	Sunderland	Mackinnon и Dellon
Нейропраксия	I	
Аксонотмезис	II III IV	
Нейротмезис	V	
		VI
		Комбинация всех пяти степеней

Таблица 2. Распространенность гистологических изменений при различных степенях повреждений нервов

Степень повреждения	Миелин	Нервное волокно	Эндоневрий	Периневрий	Эпинеурий
I Нейропраксия	–+				
II Аксонотмезис	+	+			
III	+	+	+		
IV	+	+	+	+	
V Нейротмезис	+	+	+	+	+
VI	В различных волокнах и пучках имеются разнообразные патологические изменения				

Таблица 3. Степень повреждения нерва, возможность его спонтанной регенерации и необходимость операции

Степень повреждения	Знак Тинеля / его динамика	Спонтанное восстановление	Восстановление	Операция
I Нейропраксия	—/—	Полное	Быстрое (от 1 дня до 12 нед)	Не нужна
II Аксонотмезис	+ / +	Полное	Медленное (1 мм в сутки)	Не нужна
III	+ / +	Сильно различается	Медленное (1 мм/сут)	Не нужна или невролиз
IV	+ / —	Отсутствует	Отсутствует	Шов или пластика нерва
V Нейротмезис	+ / —	Отсутствует	Отсутствует	Шов или пластика нерва



Рис. 2. Клиническая картина повреждения верхнего ствола ПС или корешков С5, С6 (а, б), верхнего и среднего стволов ПС или корешков С5–С7 (в, г)

Пропадает чувствительность по ладонной и тыльной поверхностям II пальца.

При тотальном параличе отсутствуют активные движения во всех суставах верхней конечности (рис. 3а, б), отмечается полная анестезия конечности.

Реже приходится иметь дело с параличом Дежерин-Клюмпке, при котором повреждение изолированно затрагивает нижний ствол ПС или С8 и Th1 спинномозговые нервы. Поэтому движения в плечевом и локтевом суставах не нарушаются, но имеются проблемы со сгибанием кисти и пальцев (рис. 3в, г). Расстройства чувствительности по внутренней поверхности нижней трети плеча, всего предплечья и локтевому краю кисти.

Однако клиническая картина ППС гораздо разнообразнее в силу распространенности и неоднородности патологических изменений в ПС.

При обращении пациента с клиническими проявлениями ППС крайне важно определение уровня и степени тяжести поражения при клинической оценке функции мышц, иннервируемых ПС, а также с использованием инструментальных методов ди-

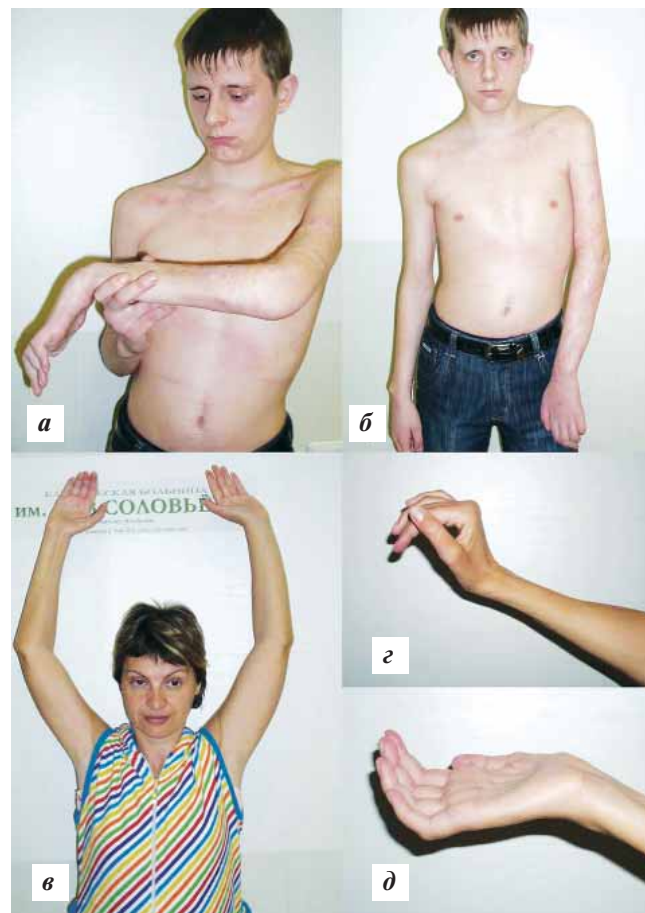


Рис. 3. Клиническая картина тотального повреждения верхнего ПС или корешков С5–Т1 (а, б), нижнего ствола ПС или корешков С8, Т1 (в – г)

агностики – нейровизуализации и электромиографии (ЭМГ).

Клиническое обследование. Ввиду часто встречающегося смешанного механизма закрытых повреждений и вариантной анатомии ПС детализация топического диагноза возможна только во время операции. Однако еще на этапе планирования операции нужно ответить на 2 вопроса, определяющих тактику ведения больного:

- 1) имеются ли отрывы корешков от спинного мозга;
- 2) есть ли возможность спонтанной регенерации поврежденных структур.

Тяжело пострадавшие мотоциклисты после столкновения с автомобилем, имеющие тотальный паралич верхней конечности при наличии синдрома Горнера, гематомы в надключичной ямке без переломов ключицы и лопатки, вероятнее всего, имеют тяжелое ППС с множественными отрывами корешков от спинного мозга. Когда общее состояние больного позволяет, выполняется тщательное клиническое тестирование мышц. Все параметры измеряются и заносятся в специальную карту. Подробный анамнез и тщательное клиническое обследование в большинстве случаев

позволяют поставить диагноз и определить показания к оперативному лечению [8].

Очевидно, что шансы на спонтанное восстановление у пациентов после высокоэнергетического воздействия на ПС в момент автодорожной аварии или падения с большой высоты гораздо ниже, чем у тех, кто получил ППС в результате вывиха плеча при падении с высоты собственного роста. В первом случае повреждение локализуется в надключичном отделе на уровне стволов или спинальных нервов и чаще всего сопровождается отрывом хотя бы одного из них от спинного мозга. Лобовое столкновение, исходная высокая скорость транспортного средства, непристегнутый ремень безопасности повышают тяжесть ППС за счет увеличения количества оторванных спиналь-

ных нервов, не оставляя шансов для самостоятельного восстановления функции. Напротив, ППС после вывиха плеча в результате падения с высоты собственного роста локализуются на подключично-подмышечном уровне, затрагивая пучки ПС и их ветви, и в 80 % случаев имеют хорошие темпы спонтанной регенерации и не нуждаются в реконструктивной операции на нервных стволах. Только недостаточное восстановление функции коротких мышц кисти из-за их удаленности от места повреждения и в связи с этим длительным периодом денервации с последующей дегенерацией мышц, может потребовать вторичных реконструкций на сухожилиях и суставах кисти через год после травмы. Другие повреждения в составе политравмы могут указывать на возможную локализацию и механизм ППС,

Плечевое сплетение (правое, левое) № _____

Дата исследования _____ Время после травмы _____ Исследователь _____
 Ф.И.О. _____
 Дата рождения _____ Адрес _____
 Телефон _____ Основная профессия _____ Хобби _____
 Место работы, должность _____
 Дата и обстоятельства травмы _____
 Ранее оказанная мед. помощь (объем, место, специалисты) _____
 Сопутствующие повреждения _____
 Диагноз _____
 Сосудистый статус _____ С-м Кл. Б. Горнера _____
 Диафрагма _____ Миелография _____
 ЭМНГ _____ С-м Тинеля _____

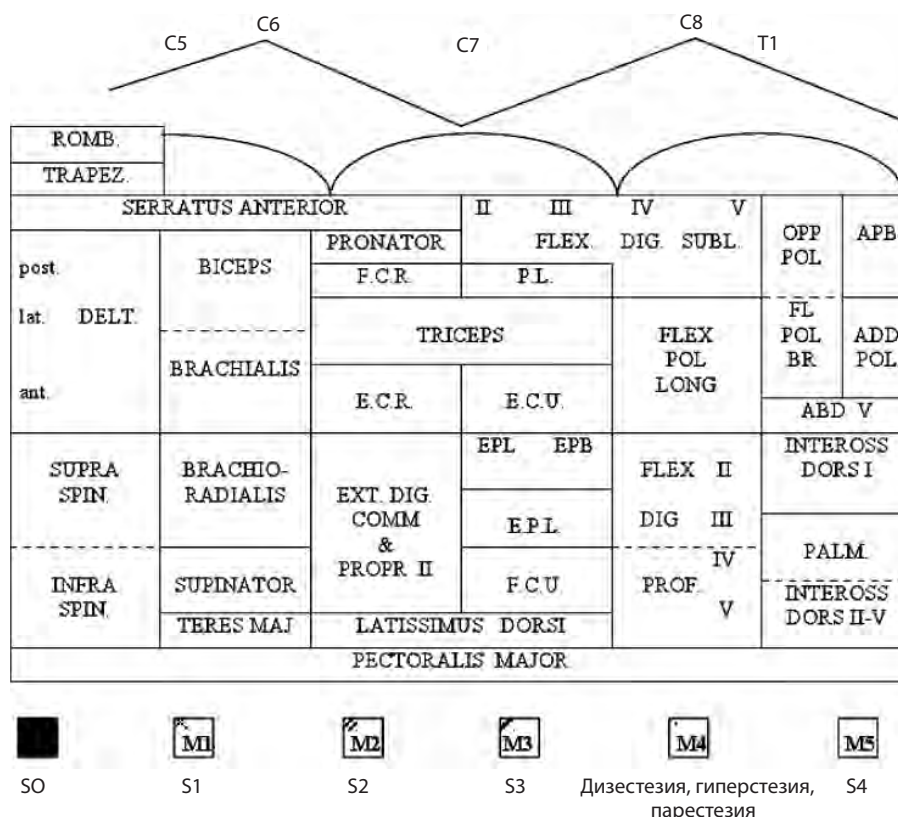


Рис. 4. Форма обследования пациента с ППС

а также влиять на выбор хирургической тактики и конкретных хирургических способов восстановления функции.

На этапе сбора анамнеза и документации, относящейся к ранее проведенному лечению, особое внимание следует обратить на наличие повреждений подключичных и подмышечных сосудов, спинного мозга, травмы груди на стороне ППС. Открытые повреждения или операции в проекции магистральных нервных стволов на уровне плеча или предплечья указывают на возможность двухуровневого поражения (например, остеосинтез диафиза плечевой кости может указывать на возможность повреждения лучевого нерва на уровне перелома).

Жалобы на острую приступообразную жгучую боль в анестезированном участке кисти при наличии симптома Горнера косвенно указывают на отрыв корешков C8 и/или T. В свою очередь, наличие «крыловидной» лопатки — признак отрыва корешков C5, C6 и C7.

Мануальное тестирование мышц проводится путем визуального и пальпаторного определения сокращения отдельной мышцы или натяжения ее сухожилия. Поскольку однонаправленные движения обеспечиваются несколькими мышцами, определение силы производится по отношению к группе мышц, часто иннервируемых различными нервами. Сила оценивается по системе M0–M5 BMRC (British Medical Research Council grading system) [9]:

- M0 — сокращение мышцы отсутствует;
- M1 — пальпаторно и визуально определяется сокращение мышцы, но движения в соответствующих суставах отсутствуют;
- M2 — мышца способна осуществлять движения, но при устранении гравитации соответствующего сегмента (например, отведение плеча или сгибание предплечья при их горизонтальном положении);
- M3 — мышца способна обеспечивать движения сегмента, преодолевая его силу тяжести, но не более;
- M4 — мышца способна обеспечивать движения сегмента, преодолевая дополнительное сопротивление, но сила ее меньше нормальной;
- M5 — нормальная сила мышц.

Измерение амплитуды активных и пассивных движений в суставах проводится с помощью гониометра. Сохранение полного объема пассивных движений — приоритетная задача для всех пациентов с ППС независимо от выраженности функциональных расстройств. Наличие выраженных контрактур суставов в ранние сроки после повреждения является неблагоприятным прогностическим признаком. Особое внимание следует уделять пястно-фаланговым (ПФС) и межфаланговым суставам (МФС), контрактура которых может иметь не только нейрогенную, но и ишемическую природу, если в конечности прерывалось кровоснабжение более чем на 4 ч. Длительная аноксия мышц может привести к утрате их сократительной

способности и некрозу. В силу анатомических особенностей фасциальных футляров чаще страдают мышцы передней области предплечья. Вследствие укорочения подвергшихся полному или частичному некрозу мышц формируется сгибательная контрактура в ПФС и МФС (контрактура Фолькмана). Мышцы задней группы предплечья и собственные мышцы кисти при этом могут иметь удовлетворительную силу. Правильная оценка причин отсутствия движений помогает избежать диагностических ошибок при определении локализации повреждения нервов, а также выбрать соответствующую тактику лечения.

Инструментальная диагностика

Рентгенологическое исследование должно выполняться во всех случаях ППС независимо от механизма травмы. При закрытых повреждениях R-графия косвенным образом указывает на локализацию повреждения. Так, при переломах или вывихах в шейном отделе позвоночника возможна травма спинного мозга и его корешков, при переломах поперечных отростков позвонков — локальное повреждение спинномозговых нервов. Перелом I ребра может указывать на повреждение нижнего ствола или образующих его C8 и Th1. Смещенные отломки ребер, ключицы, рубцы и костная мозоль могут быть причиной хронической компрессии нижнего ствола ПС. Вывихи в плечевом суставе нередко сопровождаются повреждением ПС, отрывом большого бугорка или разрывом ротационной манжеты. Перелом лопатки служит причиной изолированного повреждения надлопаточного нерва. При переломе плеча в области хирургической шейки возможно повреждение подкрыльцового нерва. Необходимо помнить о вероятности двухуровневого повреждения нервов при диафизарных переломах плечевой кости со значительным смещением отломков. Выявленный на R-грамме подвывих плеча является следствием паралича стабилизирующих его над- и подостной мышц, двуглавой мышцы плеча. При обзорной R-графии или R-скопии груди следует обращать внимание на состояние диафрагмы и наличие переломов ребер на стороне повреждения ПС, так как сопутствующее повреждение диафрагмального и межреберных нервов ограничивают использование последних для невротизации ПС. В то же время повреждение диафрагмального нерва часто ассоциировано с повреждением C5 и C6 спинномозговых нервов [10].

Миелография. При ППС с отрывом корешков от спинного мозга происходит разрыв арахноидальной и твердой мозговых оболочек, которые плотно обхватывают спинномозговые нервы в области межпозвоночных отверстий. Через эти разрывы цереброспинальная жидкость (ЦСЖ) вытекает за пределы позвоночного канала. В этих случаях при выполнении рентгенмиелографии с контрастированием ЦСЖ в области шеи и верхнегрудного отдела позвоночника

на уровне отрыва спинального нерва можно увидеть псевдоменингоцеле [11, 12].

Достоверность этого метода ограничена. Это обусловлено тем, что стандартная миелография может дать ложноположительный результат при обширных менингоцеле, так как вытекающий контраст «наплывает» на проекцию соседних спинномозговых нервов. В то же время отрыв корешков может быть и без образования менингоцеле, которое является только признаком тракционного воздействия, но не гарантирует отрыва корешков. Это доказывается возможностью полного спонтанного восстановления у детей с множественными менингоцеле [10]. Таким образом, менингоцеле не является патогномоничным признаком отрыва корешков от спинного мозга, так как может быть ложноположительным или ложноотрицательным. По этой причине рентгенографическая миелография утратила свою диагностическую значимость, уступив место КТ-миелографии [13, 14] и МРТ-миелографии [15, 16], позволяющим визуализировать передние и задние корешки спинного мозга, локализовать их по сегментам, и даже увидеть их частичный отрыв. Иногда поврежденным оказывается только один из корешков (передний или задний). Всем пациентам с подозрением на отрывы корешков спинномозговых нервов должна быть выполнена шейная миелография (рис. 5).

Сравнивая КТ- и МРТ-миелографию, отметим, что обе методики имеют достоинства и недостатки [18, 19]. Так, КТ-миелография, выполненная на обычном томографе дает более четкое и контрастное изображение корешков, позволяющие достигать точного диагноза в 97% оцененных сегментов. Главный недостаток этой методики — инвазивность исследования, требующего пункции субарахноидального пространства с введением около 10 мл контрастного вещества, что повышает риск осложнений. Другими недостатками являются лучевая нагрузка и худшая визуализация сегментов С8 и Т1 из-за помех, вызванных «фоном» плечевых суставов.

Преимущества МРТ — неинвазивность исследования, отсутствие лучевой нагрузки, т. е. его безопасность. Недостатки МРТ-миелографии субъективны — мощность томографа не менее 1,5 Т при оснащении его соответствующим программным обеспечением, а также достаточная квалификация и опыт работающего на нем специалиста. Главным недостатком или ограничением использования МРТ по сравнению с КТ-миелографией является невозможность ее выполнения у пациентов с наружными или внутренними металлоконструкциями. Предполагаем, что по мере оснащения клиник современным оборудованием и ростом квалификации персонала МРТ вытеснит

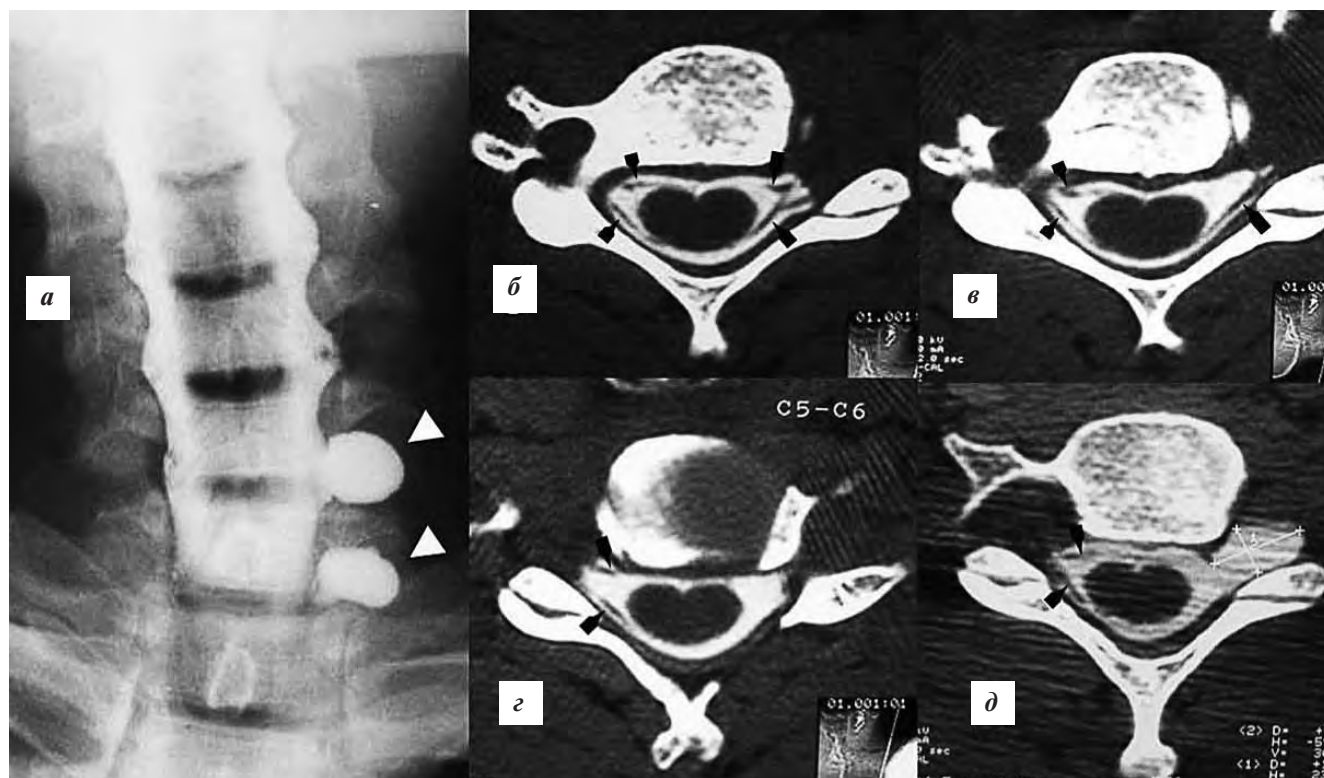


Рис. 5. Миелография при ППС. Обычная шейная рентгенмиелография (а). Белые указатели направлены на псевдоменингоцеле. КТ-миелография: аксиальные срезы толщиной 1 мм (б–д) при ППС слева. Черные указатели направлены на присутствующие корешки; б — корешки присутствуют с обеих сторон; в — оторван передний корешок при сохраненности заднего корешка; г — оторваны оба корешка без формирования менингоцеле; д — оторваны оба корешка с формированием менингоцеле

КТ-миелографию в диагностике ППС. Важно отметить, что оценивать состояние заднего и переднего корешков на стороне повреждения следует на аксиальных срезах, выполненных от тела С3 до тела Т2 с шагом 1 мм. Коронарные срезы не позволяют надежно идентифицировать передние и задние корешки, но помогают правильно маркировать сегменты на коронарных срезах.

Ультразвуковое исследование (УЗИ) при повреждениях ПС необходимо для исключения сопутствующих повреждений магистральных сосудов, ротационной манжеты плеча, длинных ветвей ПС на уровне плеча-предплечья при переломах и открытых повреждениях дистальных сегментов верхней конечности. УЗИ [20] или МРТ-визуализация самого ПС при его травматических повреждениях служит вспомогательным методом, не отражает функционального состояния элементов ПС, а следовательно, не имеет прогностического значения и не исключает необходимости ревизии ПС в случае оперативного лечения. Ненадежность УЗИ внутри позвоночного канала делает этот метод бесполезным в оценке состояния корешков, особенно на фоне высокой точности КТ- и МРТ-миелографии [21].

Электрофизиологическое обследование

Несмотря на неоднозначные мнения экспертов о месте ЭМГ и электронейромиографии (ЭНМГ) в оценке состояния ПС при разных типах его поражения, для нас очевидна важность комплексного электрофизиологического обследования в диагностике ППС [22–24]. Оно должно включать накожную и игольчатую ЭМГ, исследование проведения по нервам.

Отсутствие потенциалов фибрилляций в парализованных мышцах при сохраненности на минимальном уровне проводимости по нерву выше и ниже места его повреждения означает нейропраксию, т. е. поражение аксонов на уровне миелиновой оболочки, без их дегенерации. При ППС, за исключением вызванных электрическим током, наличие нейропраксии во всех отделах сплетения (от С5 до Т1) маловероятно. Воздействие на ПС не может равномерно распределяться между всеми его волокнами, вызывая одинаковые выраженные функциональные расстройства. Поэтому нейропраксия присутствует только в некоторых отделах сплетения и вызывает частичный паралич соответствующих мышечных групп. Другие отделы сплетения могут иметь более выраженные повреждения или оставаться интактными. В подтвержденных случаях нейропраксии имеется хороший прогноз. Полное выздоровление обычно наступает в течение нескольких недель. В целом прогностические возможности ЭМГ-методов при ППС ограничены случаями нейропраксии и отрыва корешков от спинного мозга. Но когда имеется Валлеровская дегенерация (II–V

степени повреждения по Sunderland), электрофизиологическое исследование не позволяет дифференцировать степень тяжести повреждения, а следовательно, и помочь хирургу решить вопрос, лечить ли больного консервативно, как при II и III степени, или оперировать, как при IV и V. Главным в этой ситуации остается клиническое исследование, проводимое регулярно и тщательно протоколируемое.

Игольчатая ЭМГ выполняется при необходимости изолированно оценить состояние диагностически важной мышцы, находящейся в глубоких слоях, таких как ромбовидные, передняя зубчатая, над- и подостная. Например, наличие спонтанной активности в ромбовидных мышцах свидетельствует о повреждении спинномозговых нервов С5 очень близко от межпозвоночного отверстия и косвенным образом подтверждает отрыв корешков от спинного мозга.

В нашей практике ЭМГ-исследование помогает в оценке функционального состояния потенциально донорских мышц. Например, наличие наряду с произвольной активностью выраженной спонтанной активности мышечных волокон или уменьшение частоты при увеличении амплитуды интерференционной ЭМГ-кривой при исследовании локтевого сгибателя запястья ставит под сомнение целесообразность перемещения соответствующего пучка локтевого нерва к ветви мышечно-кожного нерва для восстановления сгибания в локте. Накожная и игольчатая ЭМГ позволяют регистрировать начало процессов реиннервации мышц еще до появления видимого глазом произвольного их сокращения, а также дает возможность количественно оценить динамику спонтанного восстановления.

Исследование проведения по чувствительным волокнам помогает в диагностике отрыва корешков С8, Т1 (рис. 6).

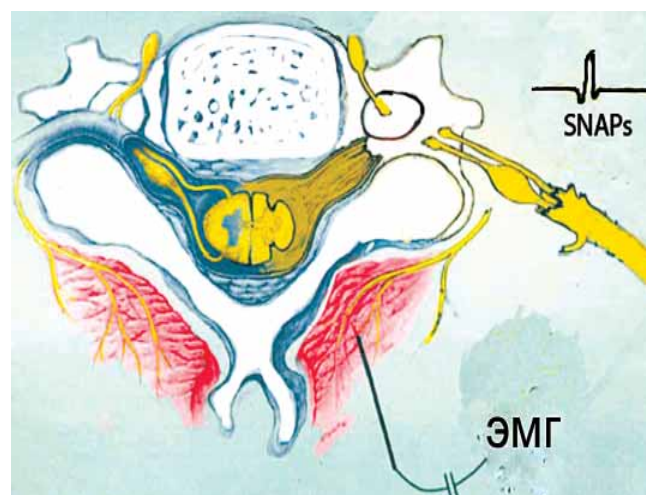


Рис. 6. ЭМГ- и ЭНМГ-признаки отрыва: наличие проведения по чувствительным нервам при анестезии в зоне их иннервации. Отсутствие потенциалов двигательных единиц, спонтанная активность в ромбовидных и передней зубчатой мышцах

Таким образом, ввиду сложности анатомического строения ПС не всегда можно определить клинически точную локализацию поражения. На помощь приходят инструментальные методы диагностики (нейровизуализация, нейрофизиология), которые позволяют не

только локализовать топик повреждения ПС, но и определить его тяжесть.

Разбор современных подходов к лечению при ППС с описанием возможных способов хирургической коррекции будет представлен в последующих номерах журнала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Narakas A. Brachial plexus surgery. *Orthop Clin North Am* 1981;12:303–23.
2. Millesi H. Brachial plexus injuries: management and results. In: Terzis J.K., ed. *Microreconstruction of nerve injuries*. Philadelphia: WB Saunders, 1987:247–260.
3. Terzis J.K., Papakostantinou K.C. The surgical treatment of brachial plexus injuries in adults. *Plast Reconstr Surg* 2000;106:1097–118.
4. Songcharoen P. Brachial plexus injury in Thailand: a report of 520 cases. *Microsurgery* 1995;16:35–9.
5. Jennifer L. Giuffre, Sanjiv Kakar, Allen T. Bishop et al. Current concepts of the treatment of adult brachial plexus injuries. *J Hand Surg* 2010;35(4):678–88.
6. Leffert R.D. Brachial plexus. In: Green DP (ed.). *Operative hand surgery*, ed. 2nd. Churchill Livingstone, 1988. P. 1091–1108.
7. Sunderland S. A classification of peripheral nerve injuries producing loss of function. *Brain*, 1951.
8. Tubiana R. Clinical examination and functional assessment of the upper limb after peripheral nerve lesions. In: Tubiana R., ed. *The hand*. Philadelphia: WB Saunders, 1988.
9. *Aids to the examination of the peripheral nervous system*. 4-th edition. London: Elsevier Saunders, 2000.
10. Sloof A.C., Versteeg C.W., Blaauw G. et al. Radiological and related investigations. In: Gilbert A. (ed.). *Brachial plexus injuries*. Martin Dunitz, 2001. P. 31–37.
11. Murphey F., Hartung W., Kirklin J.W. Myelographic demonstration of avulsing injury of the brachial plexus. *AJR Am J Roentgenol* 1947;58:102–5.
12. Nagano A., Ochiai N., Sugioka H. et al. Usefulness of myelography in brachial plexus injuries. *J Hand Surg [Br]* 1989;14:59–64.
13. Marshall R.W., De Silva R.D.D. Computerized axial tomography in traction injuries of the brachial plexus. *J Bone Joint Surg Br* 1986;68:734–8.
14. Cobby M.J.D., Leslie I.J., Watt I. Cervical myelography of nerve root avulsion injuries using water-soluble contrast media. *Br J Radiol* 1988;61:673–8.
15. Ochi M., Ikuta Y., Watanabe M. et al. The diagnostic value of MRI in traumatic brachial plexus injury. *J Hand Surg [Br]* 1994;19:55–9.
16. Sureka J., Cherian R.A., Alexander M. et al. MRI of brachial plexopathies. *Clin Radiol* 2009;64:208–18.
17. Tagliafico A., Succio G., Neumaier C.E. et al. MR imaging of the brachial plexus: comparison between 1.5-T and 3-T MR imaging: preliminary experience. *Skeletal Radiol* 2010;40(6):717–24.
18. Rapoport S., Blair D.N., McCarthy S.M. et al. Brachial plexus: correlation of MR imaging with CT and pathologic findings. *Radiology* 1988;167:161–5.
19. Doi K., Otsuka K., Okamoto Y. et al. Cervical nerve root avulsion in brachial plexus injuries: magnetic resonance imaging classification and comparison with myelography and computerized tomography myelography. *J Neurosurg* 2002;96(Suppl. 3):277–84.
20. Shafighi M., Gurunluoglu R., Ninkovic M. et al. Ultrasonography for depiction of brachial plexus injury. *J Ultrasound Med* 2003;22:631–4.
21. Martinoli C., Bianchi S., Santacroce E. et al. Brachial plexus sonography: a technique for assessing the root level. *AJR Am J Roentgenol* 2002;179:699–702.
22. Bufalini C., Pescatori G. Posterior cervical electromyography in the diagnosis and prognosis of brachial plexus injuries. *Bone Joint Surg* 1969;1B:627–31.
23. Leffert R.D. Clinical diagnosis, testing, and electromyographic study in brachial plexus traction injuries. *CORR* 1988;237:24–31.
24. Balakrishnan G., Kadadi B.K. Clinical examination versus routine and paraspinal electromyographic studies in predicting the site of lesion in brachial plexus injury. *J Hand Surg Am* 2004;29(1):140–3.