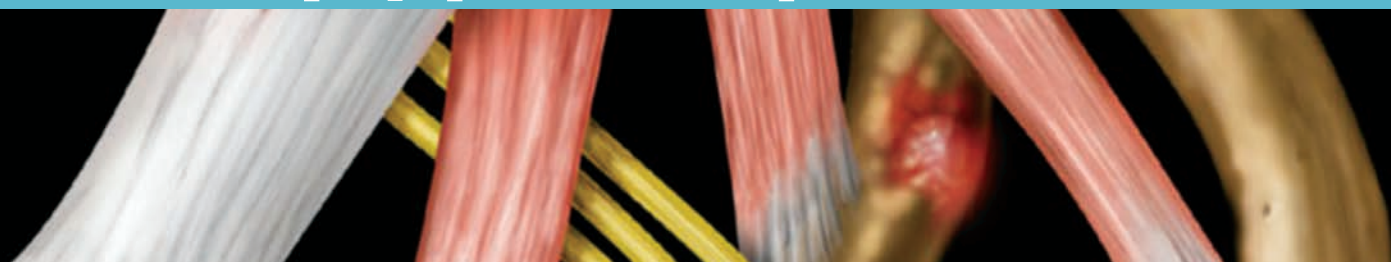


**ЧАСТЬ VI**  
**РАЗДЕЛ 1**

# Поражение нервных сплетений и периферических нервов



Нормальная анатомия нервов и нервных сплетений	<b>974</b>
Опухоль верхней борозды	<b>980</b>
Синдром верхней апертуры грудной клетки	<b>984</b>
Денервация мышц	<b>988</b>
Тракционное повреждение плечевого сплетения	<b>990</b>
Идиопатический плексит плечевого сплетения	<b>994</b>
Травматическая неврома	<b>998</b>
Постлучевая плексопатия	<b>1002</b>
Опухоль оболочки периферического нерва	<b>1006</b>
Периферический нейролимфоматоз	<b>1010</b>
Гипертрофическая нейропатия	<b>1012</b>
Нейропатия бедренного нерва	<b>1016</b>
Нейропатия локтевого нерва	<b>1018</b>
Нейропатия надлопаточного нерва	<b>1022</b>
Нейропатия срединного нерва	<b>1026</b>
Нейропатия общего малоберцового нерва	<b>1028</b>
Нейропатия большеберцового нерва	<b>1030</b>

## Терминология

**Корешковые волокна:** отдельные нервные волокна, выходящие непосредственно из спинного мозга и участвующие в образовании дорзального и вентрального корешков

**Корешки спинного мозга:** образуются при слиянии множества отдельных дорзальных или вентральных корешковых волокон

- Дорзальные чувствительные корешки спинного мозга отходят от дорзо-латеральной поверхности спинного мозга и состоят из аксонов клеток, расположенных в дорзальных корешковых ганглиях (ДКГ)
- Вентральные двигательные корешки начинаются от передней поверхности спинного мозга и связаны с серым веществом передних рогов спинного мозга, где расположены тела двигательных нейронов

**Дорзальный корешковый ганглий (ДКГ):** чувствительный ганглий дорзального корешка спинного мозга, расположен в невральном отверстии

**Спинномозговой нерв (собственно):** образуется путем слияния дорзального и вентрального корешков спинного мозга

- 31 пара нервов (восемь шейных, 12 грудных, пять поясничных, пять крестцовых и один копчиковый)
- Сам по себе спинномозговой нерв имеет небольшую длину и вскоре после образования разделяется на вентральную и дорзальную ветви

**Ветвь:** первичная ветвь спинномозгового нерва

- Более крупная вентральная первичная ветвь (ВПВ) иннервирует вентральные мышцы и дугоотростчатые суставы
- Меньшая дорзальная первичная ветвь (ДПВ) иннервирует паравертебральные мышцы и отчасти дугоотростчатые суставы

**Периферический нерв:** слияние одной и более ветвей в единый ствол

**Сплетение:** сеть анастомозирующих друг с другом нервов

## Лучевая анатомия

### Шейное сплетение

Шейное сплетение образуется вентральными ветвями C1–C4 спинномозговых нервов и иногда малой ветвью C5. Оно состоит из восходящих поверхностных, нисходящих поверхностных и глубоких ветвей, иннервирующих мышцы шеи, диафрагму и поверхностные ткани головы и шеи.

### Плечевое сплетение

Плечевое сплетение (ПС) образуется вентральными ветвями C5–T1, а также различными малыми ветвями C4 или T2 спинномозговых нервов. Плечевое сплетение отдает ветви нескольким нервам, начинающимся выше собственно ПС, — дорзальному лопаточному нерву, длинному грудному нерву, нервам, иннервирующим лестничные мышцы/длинные мышцы шеи, а также диафрагмальному нерву. Остальные малые и все крупные терминальные ветви берут начало из собственно плечевого сплетения.

С анатомической точки зрения ПС классически последовательно (в направлении сверху вниз) делится на 5 сегментов: корешки/первичные ветви, стволы, ветви, пучки и терминальные нервы. Корешки/ветви начинаются непосредственно от спинного мозга на уровне C5–T1. Три ствола включают верхний (C5–C6), средний (C7) и нижний (C8, T1). От этих стволов берут начало надлопаточный нерв и нерв, иннервирующий подключичную мышцу. Далее следуют передние и задние ветви плечевого сплетения: передние ветви иннервируют мышцы-сгибатели, задние — мышцы-разгибатели. В этих отделах сплетение не дает каких-либо малых ветвей. Три пучка плечевого сплетения включают латеральный пучок (передние ветви верхнего и среднего стволов), иннервирующий передние мышцы верхней конечности (сгибатели), медиальный пучок (передняя ветвь нижнего ствола), который также иннервирует мышцы-сгибатели, и задний пучок (задние ветви всех трех стволов), который иннервирует задние мышцы верхней конечности (разгибатели). Ветви этих трех пучков образуют несколько терминальных периферических нервов верхней конечности (табл. 1).

С клинической точки зрения ПС в зависимости от его взаимоотношений с ключицей можно подразделить на три отдельных сегмента.

Это надключичный сегмент (корешки, стволы), позаключичный сегмент (ветви стволов) и подключичный сегмент (пучки, терминальные нервы) плечевого сплетения.

### Поясничное сплетение

Поясничное сплетение образуется вентральными ветвями L1–L4 спинномозговых нервов и малой ветвью T12. Важными малыми терминальными ветвями этого сплетения являются подвздошно-подчревный нерв, подвздошно-паховый нерв, бедренно-половой нерв, латеральный кожный нерв бедра (L2–L3), верхний (L4–S1) и нижний (L5–S2) ягодичные нервы. Главными крупными терминальными ветвями сплетения являются бедренный нерв (задние ветви сплетения из L2–L4 корешков) и запирающий нерв (передние ветви сплетения из L2–L4 корешков) (табл. 2).

### Пояснично-крестцовый ствол

Пояснично-крестцовый ствол (ПКС) образуется вентральными ветвями L4 (малая ветвь) и L5 спинномозговых нервов, его ход хорошо виден на аксиальных изображениях — он расположен вдоль вентральной поверхности боковых масс крестца и участвует в формировании крестцового сплетения.

### Крестцовое сплетение

Крестцовое сплетение (КС) образовано ПКС, вентральными ветвями S1–S3 спинномозговых нервов и малой ветвью S4. Крестцовые ветви и ПКС сливаются с образованием верхнего крестцового пучка (ПКС и S1–S3), из которого образуется седалищный нерв и нижний крестцовый пучок (S3–S4). Из последнего образуются половой нерв.

### Копчиковое сплетение

Копчиковое сплетение образовано вентральной ветвью S5, корешком Sx1 и малой ветвью S4. Основным нервом, образующимся из этого сплетения, является анально-копчиковый нерв.

## Анатомические аспекты лучевой диагностики

### Визуализация нормальных нервных стволов

Окружающая нервы периневральная клетчатка обеспечивает отличную визуализацию нервных стволов и позволяет отличить их от окружающих мягких тканей. Нормальный периферический нерв имеет округлую или овоидную форму и отличается хорошо выраженной внутренней волокнистой архитектурой. Нервные волокна в норме имеют одинаковые размеры и форму, а характерная волокнистая структура нерва позволяет отличить его от других образований, внутренние отделы которых отличаются высокой интенсивностью T2-сигнала, например, шванном или ганглионарных кист.

Интенсивность сигнала внутренних волокон периферических нервов определяется в основном эндоневральной жидкостью и жидкостным компонентом аксоплазмы, тогда как сигнал межфасцикулярных пространств, состоящих из фиброно-жировой соединительной ткани, можно подавить, используя режимы подавления жировой ткани. Таким образом, нормальные нервные волокна выглядят изоинтенсивно по сравнению с окружающими мышцами в T1 и несколько гиперинтенсивно в T2 и STIR-режимах, в последних режимах в структуре нервных волокон прослеживаются гипоинтенсивные фиброно-жировые соединительнотканые перегородки. В норме также не бывает резких изменений размеров или хода нервных стволов.

### Патологические изменения нервов

При тех или иных патологических изменениях нервов можно обнаружить один или несколько из следующих признаков: сегментарное увеличение размеров нерва, нарушение анатомической непрерывности нерва, интенсивность T2-сигнала, близкая к ИС регионарных кровеносных сосудов в режимах T2 или STIR с насыщением жировой ткани, нарушение целостности или искажение нормальной архитектуры нервных волокон. При сдавлении или рубцовых изменениях может резко меняться калибр или ход нерва.

Патологически измененный нерв, таким образом, остается изоинтенсивным в T1-режиме, однако становится несколько гиперинтенсивным по отношению к мышцам в T2-режиме. Считается, что при травме увеличение эндоневрального содержания жидкости приводит к изменению нормальных характеристик сигнала периферических нервов. Причина патологического усиления сигнала в T2 и STIR-режимах до конца неизвестна, чаще этот феномен связывается с отеком на фоне

нарушений эндоневрального тока жидкости или обструкции венозного кровотока. Изменения аксоплазматического тока жидкости также может привести к усилению сигнала. К блокаде аксоплазматического тока жидкости может приводить сдавление нерва, в связи с которым проксимальнее и дистальнее зоны повреждения объем аксоплазмы увеличивается, что способствует усилению интенсивности T2-сигнала.

## Нюансы лучевой диагностики

Периферический нерв иногда бывает сложно отличить от соседних сосудистых образований, особенно в условиях тех или иных патологических изменений, при которых нерв отличается гиперинтенсивностью T2-сигнала. Сосуды выглядят как пустоты, ветвятся под более значительными углами и характеризуются интенсивным контрастным усилением. Нервы в отличие от сосудов не выглядят как пустоты, ветвятся под острыми углами, минимально накапливают контраст, поперечное сечение нервов характеризуется отчетливой фасцикулярной архитектурой.

## Клиническое значение

MPT высокого разрешения обеспечивает отличные возможности визуализации крупных нервных стволов и нервных сплетений и достаточно точно позволяет оценить их внутреннюю архитектуру, но в то же время разрешения этого метода недостаточно для того, что оценить анатомию менее крупных, а также всех мелких периферических нервов.

Лучевое исследование периферической нервной системы требует от диагноста хорошего знания нормальной анатомии нервов и нервных сплетений. Кроме того, исследование периферических нервов — это достаточно длительный процесс, требующий ограничения зоны исследования только клинически значимой зоной, т. н. общие «скрининговые» методы здесь не работают. Чтобы правильно выбрать зону исследования и обнаружить даже мельчайшие изменения нервов, у диагноста должны быть в распоряжении все доступные данные клинических и электрофизиологических методов исследования.

## Дифференциальный диагноз

### Нормальные нервы/сплетения

Нормальные нервы/сплетения отличаются нормальным ходом и расположением, калибром, формой и внутренней фасцикулярной архитектурой. Не следует забывать о том, что причиной проблем у пациента могут быть не только патология нервов, но также различные миопатии и другие, не связанные с патологией нервов заболевания.

### Объемные образования нервов/сплетений

Опухоли нервов чаще всего развиваются из клеток оболочек нерва. Наиболее распространенными примерами таких опухолей являются солитарная или плексиформная нейрофиброма, шваннома или злокачественная опухоль оболочки периферического нерва. Менее распространенными опухолями нервов являются нейролимфоматоз и метастатическое поражение периферического нерва.

### Травма

Причиной травм нервов может быть тракция (растяжение или отрыв), прямое повреждение (осколочное, костным фрагментом или острым предметом) или прямое сдавление (гематома, перелом).

MPT является достаточно чувствительным методом диагностики травматических повреждений нервов, а в ряде случаев она даже позволяет отличить друг от друга все три описанных варианта травм нервов. **Нейропраксия**, наименее тяжелый тип повреждения нерва, характеризуется локальным повреждением миелиновой оболочки без нарушения непрерывности аксональных волокон, в результате чего нервные волокна визуализируются, однако они выглядят отечными и отличаются гиперинтенсивным сигналом. **Аксонотмезис** — это промежуточный тип повреждения нерва в результате его сдавления или тракции, которые приводят к нарушению целостности аксональных волокон с последующей валлеровой дегенерацией, при этом шванновская оболочка и эндоневрий остаются интактными. **Нейротмезис** — наиболее тяжелый тип повреждения нерва, который в случаях в большей степени функционального, нежели чем анатомического перерыва, не всегда возможно отличить от аксонотмезиса. Этот тип повреждения характеризуется нарушением целостности аксональных волокон и частичным или полным повреждением окружающих их оболочек с последующей валлеровой дегенерацией нерва.

## Синдром сдавления нерва

Сдавление нервов обычно происходит в строго определенных местах. Этот тип повреждений часто, однако не всегда, связан с монотонной низкоэргономичной работой или однотипными повторяющимися физическими нагрузками.

## Наследственная моторная и сенсорная нейропатия (НМСН)

Наследственные заболевания периферических нервов характеризуются патологическим утолщением нервных стволов (которые, если они расположены неглубоко, можно даже пропальпировать) и проявлениями нейропатии, которые могут быть выражены в различной степени. В некоторых случаях при микроскопии биоптата нерва наблюдается характерная картина «луковой чешуи», которая является следствием повторяющихся эпизодов демиелинизации и ремиелинизации. Наиболее распространенное заболевание из группы НМСН — это болезнь Шарко-Мари-Тута, которая отличается характерными клиническими признаками поражения корешков конского хвоста, периферических нервов либо и тех, и других.

## Инфекция/воспаление

Эта разнородная группа заболеваний включает множество состояний, характеризующихся самыми различными причинами и клиническими проявлениями. Важнейшими представителями этих заболеваний являются сифилитическая инфекция («спинная сухотка»), лепра, инфекционный неврит (чаще всего вирусной этиологии) и саркоидоз. Иммуноопосредованные неинфекционные заболевания включают поствирусное или постинфекционное поражение (синдром Гийена-Барре), хроническую иммунную демиелинизирующую полинейропатию (ХИДП) и идиопатический плечевой плексит (синдром Парсонеджа-Тернера).

## Лекарственное/токсическое повреждение

К повреждениям нервов может приводить прием препаратов из группы алкалоидов барвинка, препаратов золота, амиодарона, дапсона, талидомида, а также интоксикация соединениями свинца или ртути.

## Сосудистые нарушения

Еще одной причиной повреждения периферических нервов является ишемия нерва, связанная с поражением периферических сосудов, их травмой или последствиями перенесенного васкулита. Наиболее частыми причинами васкулопатий являются сахарный диабет, синдром Чарга-Стросса, узелковый полиартериит и гранулематоз Бергера.

## Избранные ссылки

1. Chhabra A et al: Peripheral nerve injury grading simplified on MR neurography: As referenced to Seddon and Sunderland classifications. *Indian J Radiol Imaging.* 24(3):217-24, 2014
2. Crush AB et al: Malignant involvement of the peripheral nervous system in patients with cancer: multimodality imaging and pathologic correlation. *RadioGraphics.* 34(7):1987-2007, 2014
3. Demehri S et al: Conventional and functional MR imaging of peripheral nerve sheath tumors: initial experience. *AJNR Am J Neuroradiol.* 35(8):1615-20, 2014
4. Pham M et al: Peripheral nerves and plexus: imaging by MR-neurography and high-resolution ultrasound. *Curr Opin Neurol.* 27(4):370-9, 2014
5. Sureka J et al: MRI of brachial plexopathies. *Clin Radiol.* 64(2):208-18, 2009
6. Bowen BC et al: Plexopathy. *AJNR Am J Neuroradiol.* 29(2):400-2, 2008
7. Hof JJ et al: What's new in MRI of peripheral nerve entrapment? *Neurosurg Clin N Am.* 19(4):583-95, vi, 2008
8. Kim S et al: Role of magnetic resonance imaging in entrapment and compressive neuropathy—what, where, and how to see the peripheral nerves on the musculoskeletal magnetic resonance image: part 2. Upper extremity. *Eur Radiol.* 17(2):509-22, 2007
9. Castillo M: Imaging the anatomy of the brachial plexus: review and selfassessment module. *AJR Am J Roentgenol.* 185(6 Suppl):S196-204, 2005

## Основные нервы плечевого сплетения

Нерв	Происхождение	Двигательная/чувствительная иннервация	Важные ветви
Лучевой нерв	Терминальная ветвь заднего пучка плечевого сплетения	Иннервирует разгибатели плеча и предплечья (трехглавую, плечелучевую и мышцы-разгибатели на предплечье)	Наиболее важной ветвью является задний межкостный нерв
Срединный нерв	Терминальная ветвь, берущая начало от латерального и медиального пучков плечевого сплетения	Иннервирует мышцы-сгибатели на предплечье, а также первую и вторую червеобразные мышцы	Наиболее важной ветвью является передний межкостный нерв
Локтевой нерв	Терминальная ветвь медиального пучка плечевого сплетения	Иннервирует локтевой сгибатель кисти, третью и четвертую червеобразные мышцы и большинство собственных мышц кисти	
Мышечно-кожный нерв	Терминальная ветвь латерального пучка плечевого сплетения	Иннервирует мышцы-сгибатели на плече (ключоплечевую, двуглавую и плечевую мышцы)	
Подмышечный нерв	Терминальная ветвь заднего пучка плечевого сплетения	Иннервирует дельтовидную и малую круглую мышцы	

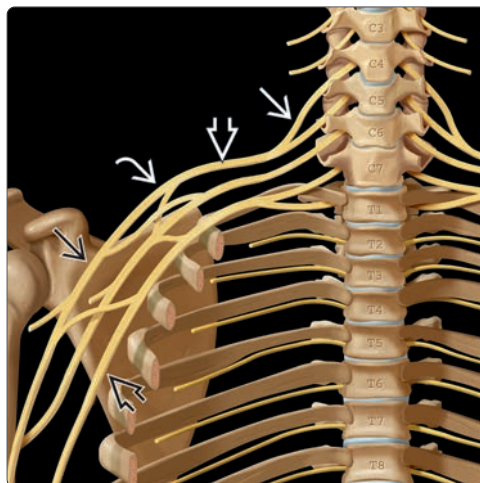
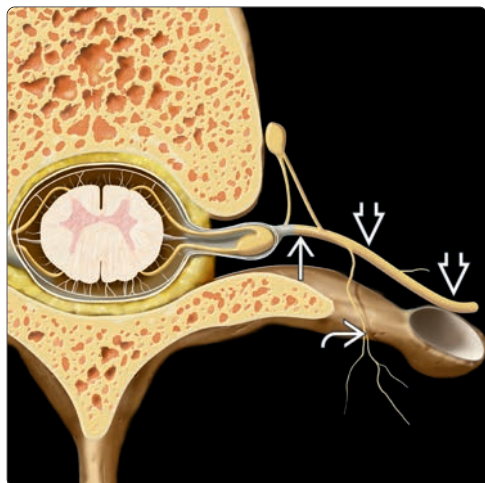
## Основные нервы пояснично-крестцового сплетения

Нерв	Происхождение	Двигательная/чувствительная иннервация
Запирательный нерв	Терминальная ветвь поясничного сплетения (передние ветви)	Иннервирует приводящие мышцы бедра
Бедренный нерв	Терминальная ветвь поясничного сплетения (задние ветви)	Иннервирует подвздошную, поясничную мышцы и четырехглавую мышцу бедра
Седалищный нерв	Наиболее крупный периферический нерв, ветвь крестцового сплетения	Иннервирует задние мышцы бедра (двуглавую, полусухожильную, полуперепончатую, большую приводящую) и все мышцы голени (посредством большеберцового и малоберцового нервов)
Общий малоберцовый нерв	Крупная передняя терминальная ветвь седалищного нерва	Иннервирует передние мышцы голени; поверхностный малоберцовый нерв иннервирует малоберцовые мышцы, короткий разгибатель пальцев; глубокий малоберцовый нерв иннервирует переднюю большеберцовую мышцу, длинный разгибатель пальцев, длинный разгибатель 1 пальца
Большеберцовый нерв	Крупная задняя ветвь седалищного нерва	Иннервирует задние мышцы голени (икроножные, камбаловидную, заднюю большеберцовую, длинный сгибатель пальцев, длинный сгибатель 1 пальца)

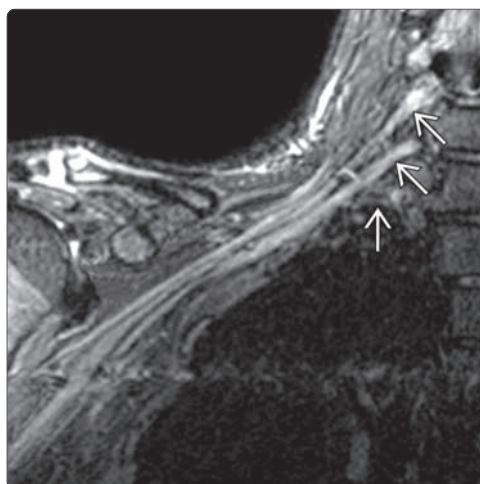
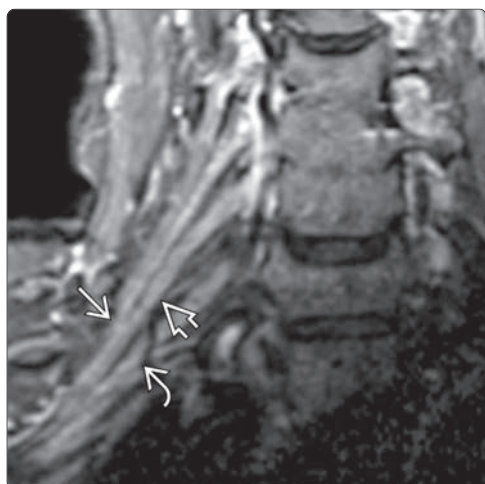
## Протоколы исследования МРТ высокого разрешения

Режим исследования	Технические параметры	Технические комментарии
Фронтальные T1-ВИ	Толщина среза 3–4 мм, область сканирования 20–24 см, без промежутков между срезами	Строго фронтальная плоскость, без перекоса
Фронтальные T2-ВИ или STIR с насыщением жировой ткани	Толщина среза 3–4 мм, область сканирования 20–24 см, без промежутков между срезами	Строго фронтальная плоскость, без перекоса
Прямые аксиальные или косо-сагиттальные T1-ВИ	Толщина среза 5–7 мм, область сканирования 16–20 см, без промежутков между срезами	Косо-сагиттальная плоскость ориентирована перпендикулярно ходу стволов сплетения
Прямые аксиальные или косо-сагиттальные T2-ВИ или STIR с насыщением жировой ткани	Толщина среза 5–7 мм, область сканирования 16–20 см, без промежутков между срезами	Косо-сагиттальная плоскость ориентирована перпендикулярно ходу стволов сплетения
Фронтальные и аксиальные T1-ВИ с КУ и насыщением жировой ткани (опционально)	Те же параметры, что и при исследовании без КУ	Применяется при подозрении или подтвержденной опухоли или инфекционном поражении

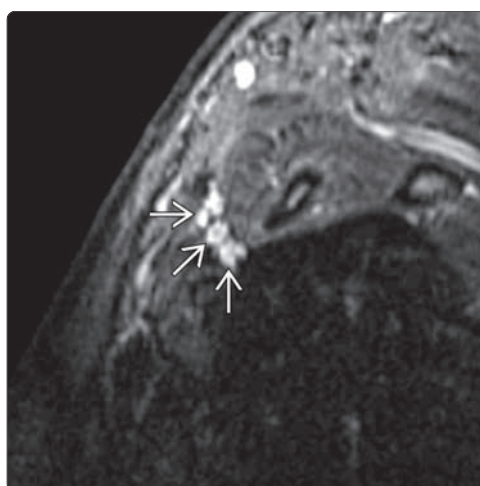
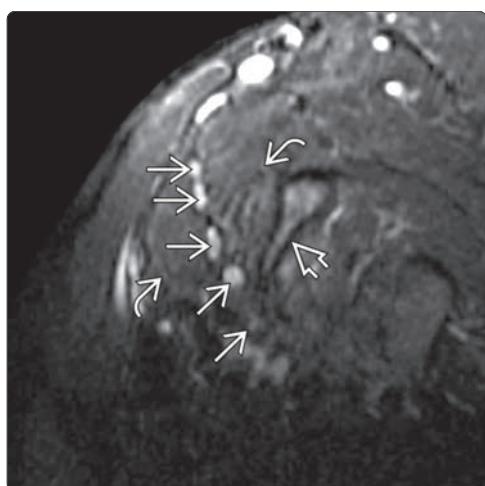




(Слева) На схеме аксиального среза грудного позвонка показан спинномозговой нерв, формирующийся из дорзального и вентрального корешков спинного мозга. Короткий спинномозговой нерв вскоре после своего формирования разделяется на более крупную вентральную и мелкую дорзальную первичные ветви. (Справа) Классическое анатомическое подразделение плечевого сплетения на пять сегментов (в направлении изнутри наружу): корешки спинного мозга (более точно — вентральные ветви спинномозговых нервов) C5–T1, стволы, ветви, пучки и терминальные нервы.

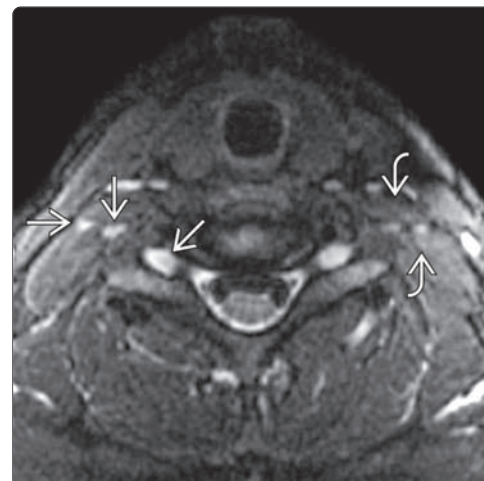


(Слева) На фронтальном STIR МР-И верхней части правого плечевого сплетения визуализируются нормальные несколько гиперинтенсивные корешки/ветви C5–T1 плечевого сплетения. Из корешков C5 и C6 формируется верхний ствол, из C7 — средний ствол, из C8 и T1 — нижний ствол. (Справа) На фронтальном STIR МР-И нижнего отдела правого плечевого сплетения визуализируются нормальные корешки/ветви C7–T1 плечевого сплетения, из которых последовательно формируются стволы, ветви стволы и пучки плечевого сплетения. В норме плечевое сплетение располагается позади ключицы и следует в подмышечную ямку.

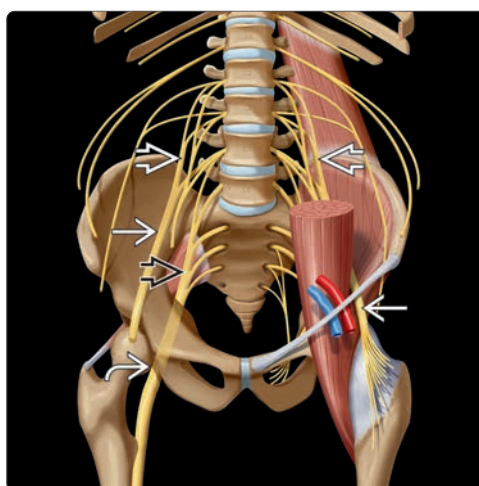


(Слева) На косо-сагитальном STIR МР-И визуализируются вентральные первичные ветви C5–T1 на участке до формирования стволы плечевого сплетения. Корешок C8 выходит над первым ребром, а T1 — под ним. Плечевое сплетение наподобие сэндвича располагается между передней и средней лестничными мышцами. (Справа) На косо-сагитальном STIR МР-И дистальной части корешков можно увидеть формирование верхнего, среднего и нижнего стволы плечевого сплетения, расположенных вертикально между лестничными мышцами.

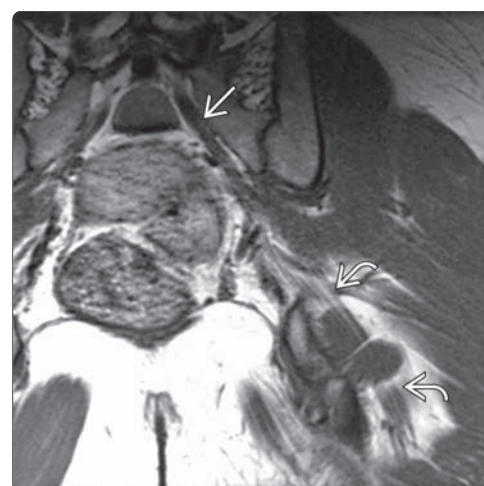
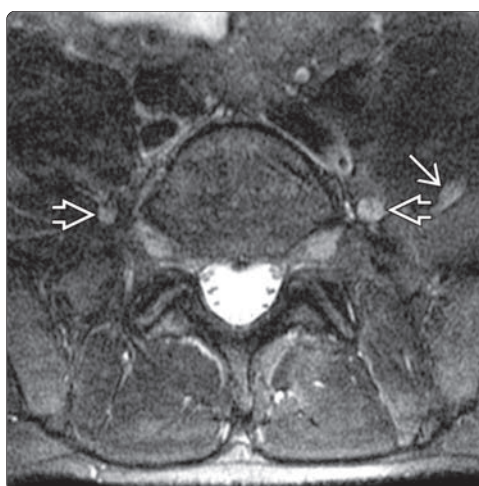
(Слева) Косо-сагиттальный STIR МР-И правого плечевого сплетения дистальнее уровня стволов и их ветвей: формирование трех пучков плечевого сплетения (латерального, медиального и заднего) [1]. (Справа) Аксиальный срез, STIR МР-И: вентральные первичные ветви C5, C6 и C7 [2], расположенные между передней и средней лестничными мышцами [3]. На этом скане показано то, как выглядит плечевое сплетение на рутинных томограммах шейного отдела позвоночника.



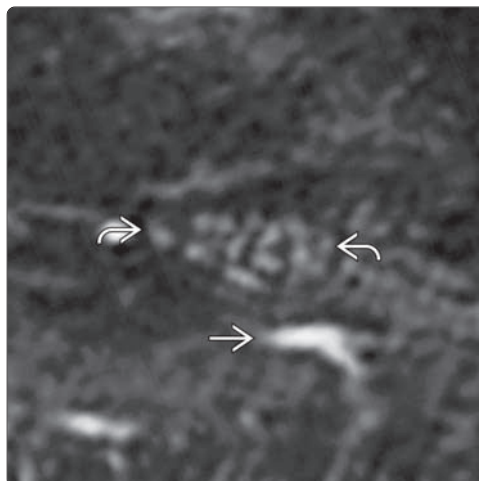
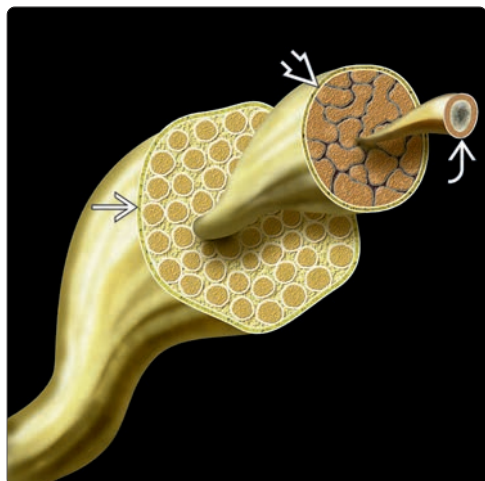
(Слева) На схеме показано пояснично-крестцовое сплетение [4], стволы которого проходят вентральной квадратной мышцей поясницы и подвздошной мышцей и медиальной поясничной мышцей. Бедренный нерв [5], крупная терминальная ветвь поясничного сплетения, проходит между подвздошной и поясничной мышцами под паховой связкой. Седалищный нерв [6] — это основная терминальная ветвь пояснично-крестцового сплетения [4]. (Справа) Фронтальный срез, FS T2-ВИ: корешки L4 [7] и L5 [8], из которых формируется пояснично-крестцовый ствол [9].



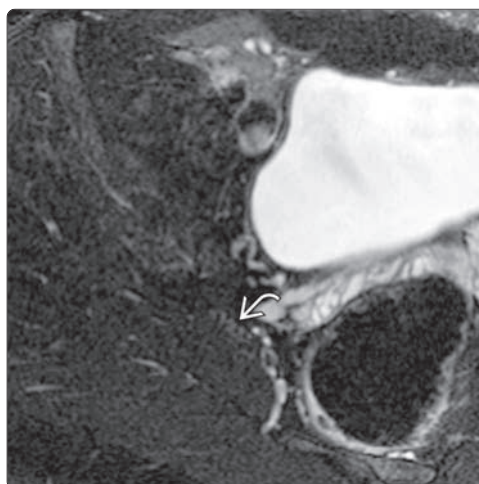
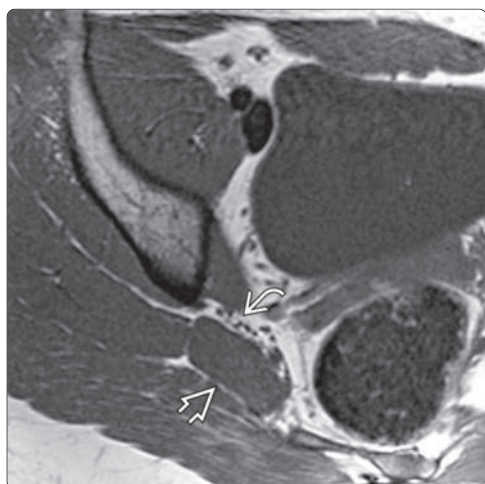
(Слева) Аксиальный срез, FS T2-ВИ на уровне пояснично-крестцового сочленения: стволы поясничного сплетения [10] после вхождения в его состав корешков L4, все стволы расположены кнутри от поясничных мышц. Левый бедренный нерв [11] на этом уровне расположен уже отдельно от остальных стволов и следует в подвздошно-поясничной борозде. (Справа) На фронтальном T1-ВИ на уровне таза визуализируется нормальный левый спинномозговой нерв S2 [12], выходящий через одноименное крестцовое отверстие и участвующий в формировании крестцового сплетения и левого седалищного нерва [13], который мы видим выходящим из таза через седалищную вырезку.



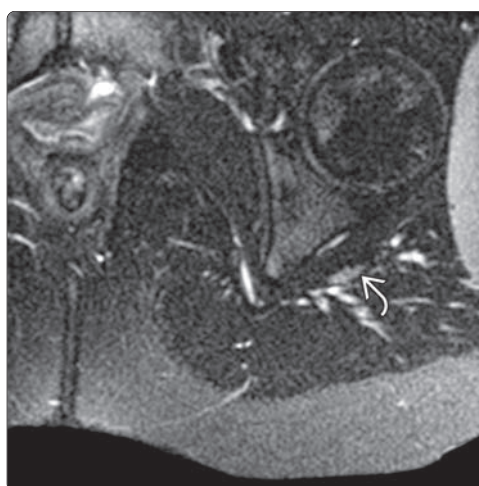
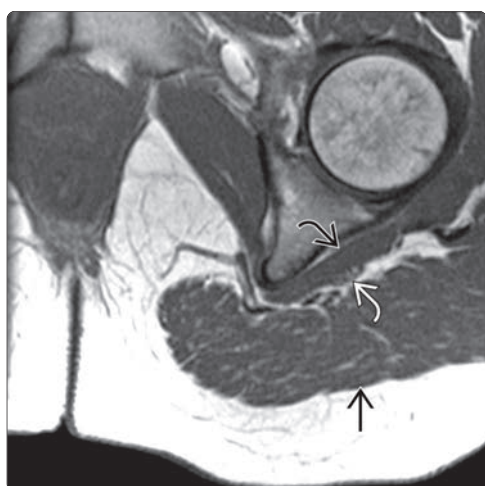




(Слева) Трехмерная схема нормальной архитектуры периферического нерва. Периферический нерв сам по себе состоит из множества пучков волокон, окруженных эпиневрием. Каждый из этих пучков в свою очередь окружен периневрием. Каждый пучок содержит большое число заключенных в эндоневрий аксонов. (Справа) Аксиальный срез, STIR МР-И нормального седалищного нерва: типичные характеристики периферического нерва. Внутренние пучки волокон в его составе отличаются некоторой гиперинтенсивностью сигнала, однако все равно выглядят не так ярко, как соседние кровеносные сосуды.



(Слева) На косо-аксиальном T1-ВИ визуализируется нормальный седалищный нерв, проходящий вдоль вентральной поверхности грушевидной мышцы. Хотя нерв (а это самый крупный нерв человеческого тела) и окружен эпиневрием, значительная доля фиброзно-жировой ткани в составе эпинеурия создает впечатление, что отдельные нервные волокна свободно располагаются в тазовой жировой клетчатке. (Справа) На косо-аксиальном FS T2-ВИ визуализируется нормальный седалищный нерв, включающий несколько гиперинтенсивных пучков нервных волокон, окруженные темной (режим подавления жира) фиброзно-жировой соединительной тканью.



(Слева) Аксиальный срез, T1-ВИ: нормальный седалищный нерв на уровне внутренней запирательной мышцы хорошо виден между этой мышцей и большой ягодичной мышцей. На этом уровне седалищный нерв меньше в размере и несколько уплотнен по сравнению с тем, как он выглядит на уровне грушевидной мышцы. (Справа) Аксиальный срез, FS T2-ВИ: нормальный седалищный нерв на уровне большой ягодичной и внутренней запирательной мышц. Достаточно хорошо видна характерная архитектура нерва, что позволяет отличить его от сосудов.

# Опухоль верхней борозды

## КЛЮЧЕВЫЕ ФАКТЫ

### ТЕРМИНОЛОГИЯ

- Синоним: опухоль Панкоста
- Доброкачественная или злокачественная опухоль, распространяющаяся в верхнюю апертуру грудной клетки и проявляющаяся выраженным болевым синдромом в области надплечья, верхней конечности в зоне иннервации C8, T1, T2 корешков, синдромом Горнера, слабостью + атрофией собственных мышц кисти (синдром Панкоста)

### ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

- Опухоль верхушки легкого, в различной степени распространяющаяся на грудную стенку с деструкцией костных структур и инвазией в плечевое сплетение

### ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ДИАГНОЗ

- Метастатическое поражение
- Другие опухоли грудной клетки (помимо немелкоклеточного рака легкого [NSCLC])
- Нейрогенные опухоли плечевого сплетения
- Онкогематологические заболевания
- Постлучевой фиброз
- Сосудистые (венолимфатические) мальформации
- Инфекция

### ПАТОЛОГИЯ

- Бронхогенный рак легкого может развиваться в любом сегменте верхних долей легких
- Инвазия париетальной плевры, внутригрудной фасции, подключичных сосудов, плечевого сплетения, тел позвонков и верхних ребер
- Наиболее частая причина — NSCLC

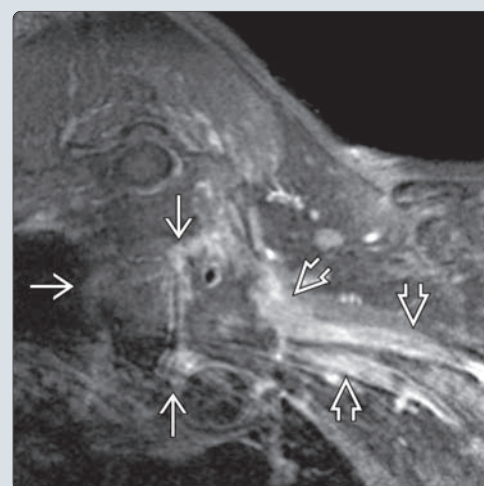
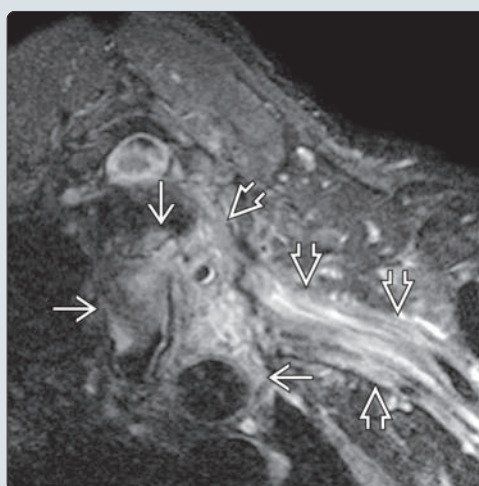
### КЛИНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

- Клинические находки определяются положением опухоли относительно лестничных мышц
- Выраженный болевой синдром в области надплечья и верхней конечности
- Симптоматика со стороны соответствующего легкого на ранних стадиях процесса наблюдается нечасто

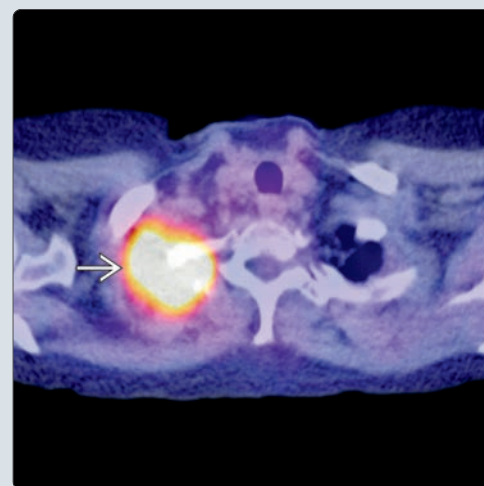
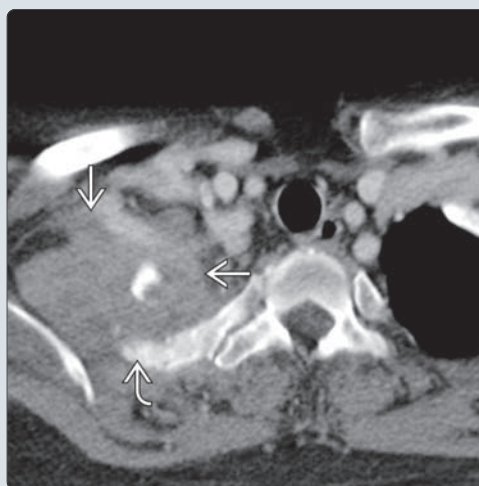
### ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ПАМЯТКА

- Объемное образование верхушки легкого с инвазией и деструкцией костных структур = бронхогенный рак, пока не будет доказана другая этиология
- Изредка похожие находки могут обнаруживаться при доброкачественных опухолях или инфекциях

(Слева) На фронтальном STIR МР-И (немелкоклеточный рак легкого [NSCLC], боль и слабость в руке) отмечается выраженное изменение структуры верхушки легкого за счет периферической опухоли [1], распространяющейся по ходу стволов плечевого сплетения [2]. (Справа) На фронтальном FS T1-ВИ с КВ (NSCLC, боль и слабость в руке) определяется неоднородно накапливающее контраст объемное образование верхушки легкого [1], распространяющееся вдоль нижних элементов плечевого сплетения [2].



(Слева) Аксиальный КТ-срез с КВ: мягкотканное образование [1], поражающее верхнюю долю правого легкого и распространяющееся на грудную стенку с деструкцией 1 и 2 ребер [2]. (Справа) На аксиальном ПЭТ/КТ-скане (с ФДГ) отмечается выраженное усиление захвата радиофармпрепарата опухолью (бронхогенный рак) верхней доли правого легкого [1].





## ТЕРМИНОЛОГИЯ

### Синонимы

- Опухоль Панкоста

### Определения

- Доброкачественная или злокачественная опухоль, распространяющаяся в верхнюю апертуру грудной клетки и проявляющаяся выраженным болевым синдромом в области надплечья, верхней конечности в зоне иннервации C8, T1, T2 корешков, синдромом Горнера, слабостью + атрофией собственных мышц кисти (синдром Панкоста)
  - Наиболее частой причиной является немелкоклеточный рак легкого (non-small cell lung carcinoma [NSCLC])

## ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

### Общие характеристики

- Наиболее значимый диагностический признак
  - Образование вершины легкого с признаками деструкции смежных ребер
- Локализация
  - Вершина легкого и соседние участки грудной стенки, плечевое сплетение, тела позвонков шейно-грудного перехода
- Размеры
  - Вариабельны
- Морфология
  - Объемное образование вершины легкого с нечеткими границами, деструкция костных структур

### Рентгенологические данные

- Рентгенография
  - Образование мягкотканной плотности в области вершины легкого, ± деструкция первого или второго ребер

### КТ

- КТ с КУ
  - Образование мягкотканной плотности, поражающее вершину легкого, с признаками в той или иной мере выраженной инвазии в грудную стенку и деструкции смежных костных структур
    - Деструкция первого, второго ребер
    - Может быть инвазия в тела позвонков с эпидуральным/интраформинальным распространением ± компрессией спинного мозга
- КТ-ангиография
  - Может подтвердить вовлечение или стеноз подключичной артерии и ее ветвей

### МРТ

- T1-ВИ
  - Объемное образование промежуточной интенсивности сигнала в области вершины легкого, с распространением на грудную стенку/паравертебральные ткани
    - Позволяет оценить вовлечение в процесс подключичных сосудов, взаимоотношение опухоли с элементами плечевого сплетения
- T2-ВИ
  - ± гиперинтенсивное в T2 образование вершины легкого с распространением на грудную стенку/паравертебральные ткани
- T1-ВИ с КУ
  - Образование может отличаться различной степенью накопления контраста
    - Подавление сигнала жира позволяет более точно оценить распространение опухоли в эпидуральное пространство/межпозвонковые отверстия
- МР-ангиография
  - Техники 2D или 3D TOF, либо контрастная динамическая МРА TRICKS позволяют подтвердить поражение дуги аорты/проксимальных сегментов ее крупных ветвей

### Ангиография

- Стандартная ангиография
  - Используется для оценки степени поражения опухолью сосудов, однако в настоящее время ей на смену пришли МР-/КТ-ангиографические техники

## Несосудистые интервенционные рентгенологические вмешательства

- Миелография
  - В наиболее запущенных случаях с эпидуральным распространением опухоли может обнаруживаться типичный экстрадуральный дефект наполнения в колонне контраста на уровне шейно-грудного перехода

## Радиоизотопные исследования

- Костная сцинтиграфия
  - Информативна при поражении смежных ребер/тел позвонков ± множественных метастазах в кости
- ПЭТ
  - Информативна в отношении диагностики первичной опухоли и поражения лимфоузлов
    - Медиастиноскопия выполняется вне зависимости от результатов ПЭТ, поскольку поражение лимфоузлов уровня N2, N3 является неблагоприятным прогностическим фактором

## Рекомендации по визуализации

- Наиболее оптимальный метод диагностики
  - МРТ и КТ являются в данном случае взаимодополняющими методами
    - МРТ позволяет выявить опухоль вершины легкого и оценить ее взаимоотношение с плечевым сплетением/подключичными сосудами
    - КТ позволяет оценить состояние лимфоузлов средостения, выявить метастазы в легких, печени, надпочечниках
- Протокол исследования
  - Многоплоскостные T1-ВИ, T2-ВИ, FS T1 с КУ для оценки инвазии костных структур, эпидурального распространения, взаимоотношения с подключичными сосудами/лестничными мышцами

## ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ДИАГНОЗ

### Метастатическое поражение

- Обычно это метастатическое поражение лимфоузлов на фоне рака молочной железы или легкого

### Другие опухоли органов грудной клетки (помимо NSCLC)

- Мезотелиома
- Гемангиоэпителиома
- Саркомы

### Нейрогенные опухоли плечевого сплетения

- Шваннома может выглядеть как накапливающее контраст объемное образование, расположенное между передней и средней лестничными мышцами
- Нейрофибромы отличаются инфильтративным ростом в области элементов плечевого сплетения, накопление контраста нередко минимальное

### Онкогематологические заболевания

- Лимфома
- Плазмацитома

### Постлучевой фиброз

- Гипоинтенсивность в T2 в области, ранее подвергшейся облучению
- В различной степени выраженное контрастное усиление
- Изменения могут захватывать в т.ч. плечевое сплетение

### Сосудистая (венолимфатическая) мальформация

- Значительная гиперинтенсивность в T2 (лимфатическая мальформация), в различной степени выраженное контрастное усиление, дольчатые границы

### Инфекции

- Стафилококковая пневмония
- Аспергиллез
- Криптококкоз
- Туберкулез
- Гидатидная киста

## ПАТОЛОГИЯ

### Общие характеристики

- **Этиология**
  - Бронхогенный рак, исходящий из любых сегментов верхних долей легких
  - Одной из основных причин рака легкого считается табакокурение
    - 80% случаев рака легкого связывают с курением
    - Риск развития рака легкого у курильщиков в 20 раз превышает таковой у некурящих людей
- **Генетика**
  - В 40–80% случаев NSCLC имеет место гиперэкспрессия гена рецептора эпидермального фактора роста (*EGFR*)
    - Терапевтический ответ на химиотерапию ингибитором тирозинкиназы (целью которой является как раз рецептор эпидермального фактора роста) зависит от наличия в клетках специфической мутации гена *EGFR*
    - Эти мутации способствуют активации сигнальной системы соответствующего фактора роста, что в свою очередь определяет чувствительность к молекулам-ингибиторам
  - При раке легкого описан и ряд других генетических аномалий
    - Наиболее частой из них является мутация гена-супрессора опухолей *TP53*, расположенного в кодоне 157
    - С курением связывают мутации генов *KRAS* (ras-онкогены, кодирующие структуру ГДФ/ГТФ-связывающих белков)
    - Гиперэкспрессия генов *PTGS2*, *ERBB2*, *VEGFA*
- Инвазия париетальной плевры, внутригрудной фасции, подключичных сосудов, плечевого сплетения, тел позвонков и верхних ребер

### Стадирование, степени и классификация

- Диагноз/стадия заболевания устанавливаются на основании результатов рентгенографии органов грудной клетки, КТ органов грудной клетки, бронхоскопии и игольной биопсии опухоли
- Степень поражения опухолью плечевого сплетения определяется на основании данных клинического обследования, ЭМГ, МРТ
- Степень вовлечения сосудов определяется данными КТ-/МР-ангиографии или катетерной ангиографии (артериальной или венозной)

### Макроскопические и хирургические особенности

- Плотное, серо-белое полипоидное образование, инфильтрирующее легкое и грудную стенку

### Микроскопия

- Бронхогенная карцинома различного клеточного состава: сквамозная > аденокарцинома > крупноклеточная

## КЛИНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

### Клиническая картина

- Наиболее распространенные симптомы/признаки
  - Боль
    - Выраженная невропатическая боль в области надплечья/плеча в зоне иннервации C8–T2 корешков
    - Боль в верхней части грудной клетки при поражении первого межреберного нерва
  - Симптоматика со стороны соответствующего легкого на ранних стадиях процесса наблюдается нечасто
    - Опухоль характеризуется периферической локализацией, поэтому легочная симптоматика (кашель, кровохарканье, диспноэ) появляется поздно
- Другие симптомы/признаки
  - Синдром Горнера (птоз, ангидроз, миоз)
  - Атрофия мышц кисти

### Демография

- Возраст
  - Взрослые
- Пол
  - М > Ж
- Этническая предрасположенность
  - Имеет место значительная вариабельность заболеваемости и смертности от рака легкого в различных популяциях
- Эпидемиология
  - Рак легкого в США является ведущей причиной смерти от онкологических заболеваний как среди мужчин, так и среди женщин
  - Опухоли верхней борозды составляют < 5% всех случаев бронхогенного рака

### Течение заболевания и прогноз

- Медиана выживаемости на фоне проводимой предоперационной лучевой терапии и последующей резекции опухоли составляет 22 месяца, пятилетняя выживаемость – 27%
- Поражение регионарных лимфоузлов уровня N2, N3 является основным неблагоприятным прогностическим фактором
- Развитие синдрома Горнера ассоциируется с неблагоприятным прогнозом заболевания
- Поражение тел позвонков или подключичных сосудов также характеризуются неблагоприятными результатами лечения, в т.ч. хирургического

### Лечение

- Стандартной лечебной тактикой является индукционная химиотерапия с последующей хирургической резекцией опухоли
- Другие варианты лечения включают лучевую терапию в изолированном виде, предоперационную лучевую терапию и последующую резекцию или химиотерапию в изолированном виде
- Лучевая терапия в изолированном виде позволяет эффективно добиться симптоматического (обезболивающего) эффекта в 75% случаев
  - Долговременная выживаемость при использовании только одной лучевой терапии не превышает 5%
- Абсолютными противопоказаниями к хирургическому лечению являются экстраторакальные метастазы опухоли или поражение лимфоузлов средостения
  - Поражение опухолью плечевого сплетения выше уровня T1 является относительным противопоказанием; современные микрохирургические техники позволяют при поражении корешков C8 и T1 сохранить функцию кисти

## ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ПАМЯТКА

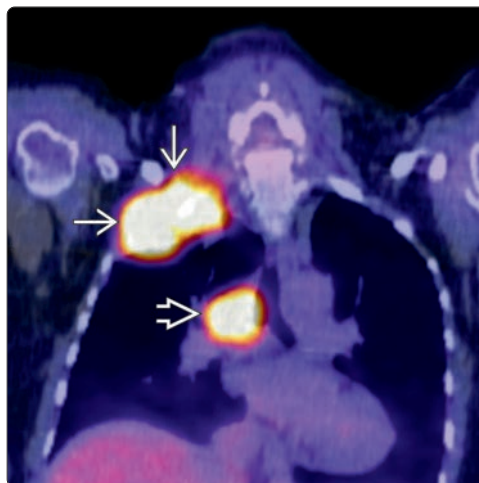
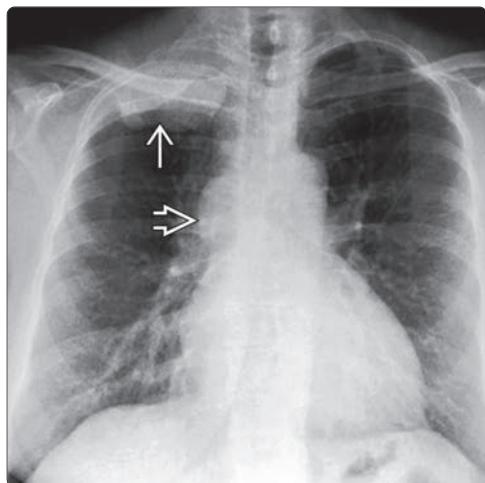
### Следует учесть

- Объемное образование верхушки легкого с инвазией и деструкцией костных структур = бронхогенный рак, пока не будет доказана другая этиология
- Изредка похожие находки могут обнаруживаться при доброкачественных опухолях или инфекциях

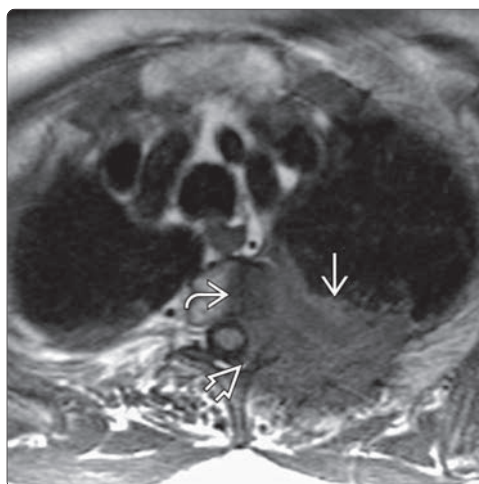
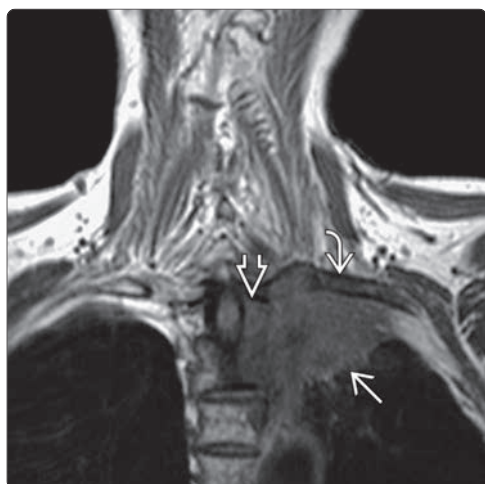
## ИЗБРАННЫЕ ССЫЛКИ

1. Nikolaos P et al: Therapeutic modalities for Pancoast tumors. J Thorac Dis. 6(Suppl 1):S180-93, 2014
2. Foroulis CN et al: Superior sulcus (Pancoast) tumors: current evidence on diagnosis and radical treatment. J Thorac Dis. 5(Suppl 4):S342-58, 2013
3. Manenti G et al: Pancoast tumor: the role of magnetic resonance imaging. Case Rep Radiol. 2013:479120, 2013
4. Younga J et al: Venous hemangioma presenting as a superior sulcus tumor. Ann Thorac Surg. 90(6):2033-5, 2010
5. Davis GA et al: Pancoast tumors. Neurosurg Clin N Am. 19(4):545-57, v-vi, 2008

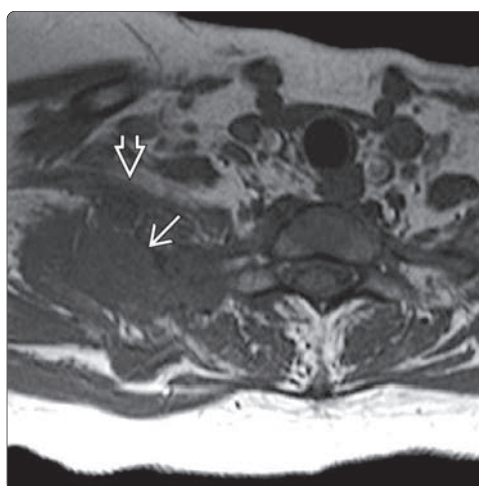
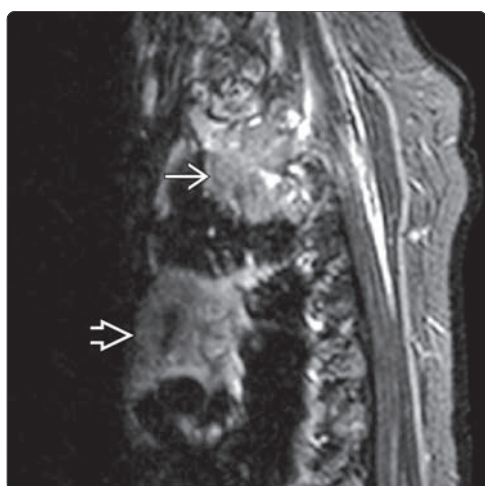
## Опухоль верхней борозды



(Слева) Рентгенография в прямой проекции: в области верхушки правого легкого определяется объемное образование , прорастающее во второе и третье ребра. Обратите также внимание на признаки лимфаденопатии средостения  на стороне опухоли. (Справа) Следующие ПЭТ/КТ-скан подтверждает наличие гиперметаболического образования в области верхушки правого легкого . Обратите также внимание на аналогичное гиперметаболическое образование в области лимфоузлов средостения  с одноименной стороны.



(Слева) Фронтальный срез, Т1-ВИ: крупное инфильтративное образование верхней доли левого легкого , прорастающее в заднюю грудную стенку и распространяющееся на тело позвонка, ребра , паравerteбральные мягкие ткани, нервные отверстия и эпидуральное пространство . (Справа) Аксиальное Т1-ВИ подтверждает наличие крупного инфильтративного образования легкого , прорастающего в заднюю грудную стенку, тело позвонка , паравerteбральные мягкие ткани, нервные отверстия и эпидуральное пространство .



(Слева) Сагиттальный срез, STIR МР-И: крупное гиперинтенсивное образование верхушки легкого , распространяющееся со стороны задней поверхности верхушки легкого на грудную стенку и мягкие ткани. Обратите внимание на признаки лимфаденопатии средостения  на стороне опухоли. (Справа) Аксиальный срез, Т1-ВИ: крупное мягкотканное образование , представляющее собой первичную опухоль легкого, прорастающую в смежные ребра и мягкие ткани в непосредственной близости от сосудисто-нервного пучка .



## КЛЮЧЕВЫЕ ФАКТЫ

### ТЕРМИНОЛОГИЯ

- Синдром верхней апертуры грудной клетки (СВАГК)
- Синдром, связанный с компрессией на уровне верхней апертуры (ВА) грудной клетки расположенных в этой области нервных, венозных и/или артериальных стволов
- Диагноз ставится одним из трех методов (факт компрессии, пораженные структуры или причина компрессии)

### ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

- ± шейное ребро, удлиненный поперечный отросток C7
- ± компрессия или дислокация плечевого сплетения, воспалительные изменения или фиброз лестничных мышц, патологические сосуды на уровне ВА
- Позиционная окклюзия или стеноз ПКА при избыточном отведении, наружной ротации плеча

### ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ДИАГНОЗ

- Первичные или вторичные опухоли плечевого сплетения
- Посттравматическая плексопатия
- Травма

### ПАТОЛОГИЯ

- Шейные ребра, аномалии развития поперечных отростков, фиброзные тяжи, сдавление содержимого ВА лестничными мышцами

- Повреждение нервов вследствие фиброза, утраты части аксональных волокон

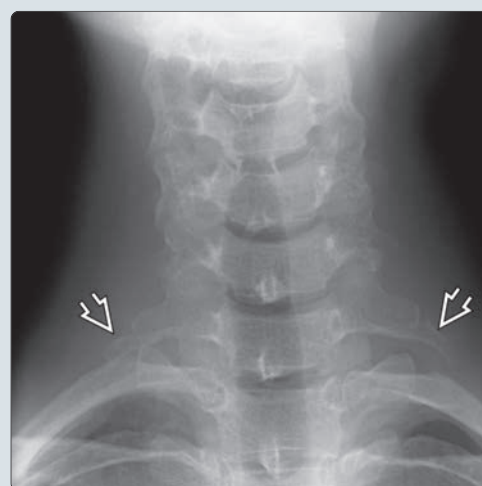
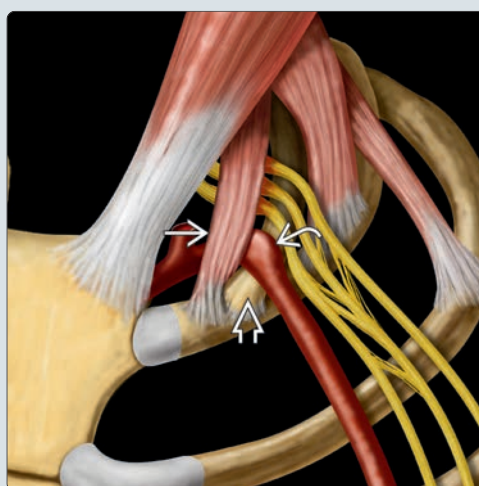
### КЛИНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

- «Истинный» неврологический СВАГК: перемежающаяся боль в верхней конечности, онемение и слабость при избыточном отведении и наружной ротации плеча
  - Боль в области надплечья, в проксимальном отделе верхней конечности → шее
  - Парестезии, онемение в области предплечья/кисти
- Сосудистый СВАГК: парестезии вследствие артериальной или венозной ишемии
  - Ослабление/исчезновение пульса на плечевой, лучевой артерии при избыточном отведении, подъеме руки

### ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ПАМЯТКА

- Аневризма ПКА, тромбоз ПКВ, сдавление плечевого сплетения с патологическим усилением T2-сигнала на уровне ВА с высокой долей вероятности позволяет заподозрить СВАГК

(Слева) На схеме ВА показано сдавление плечевого сплетения и аневризмы подключичной артерии (ПКА) между шейным ребром и передней лестничной мышцей. (Справа) На рентгенограмме в прямой проекции видны рудиментарные шейные ребра у C7 позвонка с обеих сторон. Правое шейное ребро сочленяется с первым грудным ребром.



(Слева) На косо-сагитальном STIR МР-И представлена нормальная анатомия межлестничного треугольника: стволы плечевого сплетения (ПС), передняя и средняя лестничные мышцы, ПКА, подключичная вена (ПКВ) и первое грудное ребро. (Справа) Аксиальный срез, STIR МР-И: нормальная анатомия верхней апертуры грудной клетки. Плечевое сплетение проходит между передней и средней/задней лестничными мышцами над первым грудным ребром.

