

Лучевая диагностика

ПОЗВОНОЧНИК

Diagnostic Imaging

Spine

THIRD EDITION

Jeffrey S. Ross, MD

Neuroradiology
Barrow Neurological Institute
St. Joseph's Hospital
Phoenix, Arizona

Kevin R. Moore, MD

Pediatric Neuroradiology
Intermountain Pediatric Imaging
Primary Children's Hospital
Salt Lake City, Utah

Лучевая диагностика

ПОЗВОНОЧНИК

ПЕРЕВОД ТРЕТЬЕГО ИЗДАНИЯ

Джеффри С. Росс

Кевин Р. Мур

Перевод с английского

М. П. Дружинин



Москва, 2018

УДК 616-073.75
ББК 53.6+54.18
P76

Росс, Джеффри С. и Мур, Кевин Р.

P76 Лучевая диагностика. Позвоночник / Дж. С. Росс, К. Р. Мур и др.; перев. с англ. – М.: Издательство Панфилова, 2018. – 1184 с.: илл.

ISBN 978-5-91839-096-2

Издание представляет собой всеобъемлющий атлас лучевой диагностики заболеваний позвоночника и спинного мозга, в который включены более 3500 высококачественных и тщательно подобранных иллюстраций. Подробно рассматриваются врожденные и генетические заболевания, травматические повреждения, дегенеративные заболевания и артриты, инфекции и воспалительные заболевания, опухоли, кисты и другие новообразования, заболевания периферических нервов и сплетений, а также особенности лучевой визуализации в послеоперационном периоде.

Книга предназначена для специалистов по лучевой диагностике, нейрохирургов и ортопедов-травматологов.

УДК 616-073.75
ББК 53.6+54.18

Предупреждение

Современная медицина находится в процессе непрерывного развития, поэтому все данные, особенно для диагностики и лечения, соответствуют уровню научных знаний лишь на момент выхода книги из печати. Все аспекты диагностических рекомендаций были проработаны максимально тщательно. В свою очередь, читатели не должны пренебрегать прилагаемыми инструкциями и информацией в целях контроля, чтобы в сомнительных случаях обратиться за консультацией к специалисту. Читатель сам несет ответственность за любое диагностическое или терапевтическое применение. Зарегистрированные торговые знаки (защищенные торговые марки) в данном издании специально не оговаривались. Однако отсутствие соответствующей ссылки не дает оснований для вывода о свободном торговом наименовании. Каждый раздел данной книги защищен авторскими правами. Любое ее использование вне положений закона об авторском праве при отсутствии письменного согласия издательства недопустимо и наказуемо. Ни одна из частей данной книги не может быть воспроизведена в какой-либо форме без письменного разрешения издательства.

В соответствии с действующим законодательством Elsevier не несет ответственности за любой ущерб лицам и/или имуществу в результате фактического или предполагаемого использования материалов этого издания, нарушения прав интеллектуальной собственности или права на конфиденциальность, а также ненадлежащего применения или эксплуатации в результате халатности или иным образом при использовании идей, инструкций, описания процедур, средств или методов, содержащихся в этой книге.

This edition of *Diagnostic Imaging: Spine 3rd edition by Jeffrey S. Ross, MD и Kevin R. Moore, MD* is published by arrangement with Elsevier Inc.

Это издание *Diagnostic Imaging: Spine 3rd edition by Jeffrey S. Ross, MD и Kevin R. Moore, MD* публикуется на русском языке по соглашению с Elsevier Inc.

Copyright © 2015 by Elsevier. All rights reserved.
ISBN 978-0-323-37705-8

ISBN 978-5-91839-096-2

© 2018 Перевод на русский язык, подготовка оригинал-макета, верстка, оформление
ООО «Издательство Панфилова»

Соавторы



Lubdha M. Shah, MD

Associate Professor of Radiology
Division of Neuroradiology
University of Utah School of Medicine
Salt Lake City, Utah

Bryson Borg, MD

Fairfield, California

Julia Crim, MD

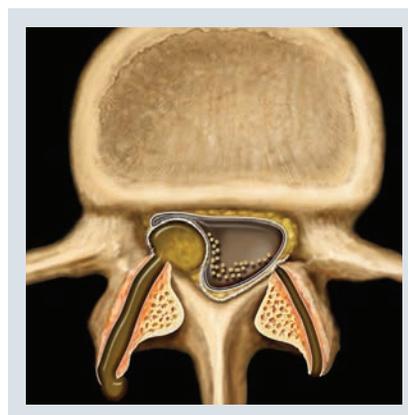
Chief of Musculoskeletal Radiology
Professor of Radiology
University of Missouri at Columbia
Columbia, Missouri

Cheryl Petersilge, MD, MBA

Clinical Professor of Radiology
Cleveland Clinic Lerner College of Medicine
Case Western Reserve University
Cleveland, Ohio

A. Carl Merrow, MD

Corning Benton Chair for Radiology Education
Cincinnati Children's Hospital Medical Center
Associate Professor of Clinical Radiology
University of Cincinnati College of Medicine
Cincinnati, Ohio



Предисловие



Перед Вами третье издание книги *Лучевая диагностика. Позвоночник*. С момента публикации второго издания прошло пять лет, а со дня публикации первого — уже одиннадцать. Это издание существенно обновлено и включает в себя новые иллюстрации, новые нозологические формы, переработанные описания и перечень ссылок. В книге сохранен великолепный стиль изложения материала, характерный для всех изданий серии: выделение отдельных нозологических форм с их логической интеграцией в более широкие разделы. Блок «Ключевые факты» в начале каждого раздела, посвященного тому или иному состоянию, позволяет сконцентрировать свое внимание на наиболее значимых моментах, когда времени на более подробное изучение проблемы недостаточно (и даже когда его хватает).

Формат текста сохранил характерный маркированный стиль Amirsys, позволяющий в удобном и доступном виде отразить значительный объем важной для клинициста информации. Перед каждым большим разделом, выделенным отдельным цветом, в качестве вступления представлены небольшие статьи, а таблицы позволяют быстро найти необходимые сведения или численные параметры.

Наши соавторы и персонал издательств Amirsys/Elsevier — потрясающие люди, и это большая удача, что нам посчастливилось поработать и обменяться знаниями с таким фантастическим коллективом. Мы надеемся, что эта книга послужит Вам не только как всеобъемлющий справочник, но и как незаменимый помощник в Вашей повседневной деятельности.

Jeffrey S. Ross, MD

Neuroradiology
Barrow Neurological Institute
St. Joseph's Hospital
Phoenix, Arizona

Kevin R. Moore, MD

Pediatric Neuroradiology
Intermountain Pediatric Imaging
Primary Children's Hospital
Salt Lake City, Utah

СОДЕРЖАНИЕ



ЧАСТЬ I: Врожденные и генетические заболевания

РАЗДЕЛ 1: ВРОЖДЕННЫЕ АНОМАЛИИ

НОРМАЛЬНЫЕ АНАТОМИЧЕСКИЕ ВАРИАНТЫ СТРОЕНИЯ ПОЗВОНОЧНИКА

Нормальная анатомия	4
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Методики измерений	10
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
МР-артефакты	16
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Варианты нормы	22
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Варианты строения краниовертебрального сочленения	26
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Ponticulus posticus	30
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Ossiculum terminale	32
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Объединенные корешки спинного мозга	34
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Limbus vertebra	38
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Фибролипома терминальной нити	42
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Внутрикостный островок	44
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Терминальный желудочек	46
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	

АНОМАЛИИ КИАРИ

Мальформация Киари 0	50
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Мальформация Киари 1	52
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Комплекс Киари	56
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Мальформация Киари 2	58
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Мальформация Киари 3	62
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	

АНОМАЛИИ НЕЙРУЛЯЦИИ

Вопросы развития и формирования позвоночника и спинного мозга	64
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Миеломенингоцеле	72
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Липомиеломенингоцеле	76
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Липома	80
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Дорзальный эпителиальный ход	84
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Простой копчиковый ход	88
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Дермоидные кисты	92
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Эпидермоидные кисты	96
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	

АНОМАЛИИ КАУДАЛЬНОГО КЛЕТОЧНОГО ПУЛА

Фиксированный спинной мозг	100
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Сегментарная дисгенезия позвоночника	104
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Синдром каудальной регрессии	108
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Терминальное миелоцистоцеле	112
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Переднее крестцовое менингоцеле	116
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Экстрадуральная арахноидальная киста крестца	120
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Крестцово-копчиковая тератома	124
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	

АНОМАЛИИ НОТОХОРДЫ И ФОРМИРОВАНИЯ ПОЗВОНКОВ

Эмбриология краниовертебрального сочленения	128
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Паракондиллярный отросток	132
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Расщепленный атлант	134
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Аномалии Клиппеля–Фейля	136
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	

СОДЕРЖАНИЕ

Нарушение формирования позвонков <i>Kevin R. Moore, MD</i>	140	Кифоз <i>Kevin R. Moore, MD</i>	232
Нарушение сегментации позвонков <i>Kevin R. Moore, MD</i>	144	Дегенеративный сколиоз <i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	234
Диастематомия <i>Kevin R. Moore, MD</i>	148	Синдром плоской спины <i>Lubdha M. Shah, MD</i>	238
Частичное удвоение позвонка <i>Kevin R. Moore, MD</i>	152	Инструментальная стабилизация при сколиозе позвоночника <i>Lubdha M. Shah, MD</i>	240
Неполное слияние, задние элементы <i>Kevin R. Moore, MD</i>	154		
Нейроэнтальная киста <i>Kevin R. Moore, MD</i>	156		
АНОМАЛИИ РАЗВИТИЯ		ЧАСТЬ II: Травма	
Зубовидная кость (<i>os odontoideum</i>) <i>Kevin R. Moore, MD</i>	160	РАЗДЕЛ 1: ПОЗВОНОЧНЫЙ СТОЛБ, ДИСКИ И ПАРАВЕРТЕБРАЛЬНЫЕ МЫШЦЫ	
Латеральное менингоцеле <i>Kevin R. Moore, MD</i>	164	Классификация переломов <i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	246
Дорзальное позвоночное менингоцеле <i>Kevin R. Moore, MD</i>	168	Атлanto-затылочная дислокация <i>Julia Crim, MD</i>	252
Дисплазия твердой мозговой оболочки <i>Kevin R. Moore, MD</i>	172	Связочные повреждения <i>Bryson Borg, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	256
		Перелом мыщелков затылочной кости <i>Bryson Borg, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	260
ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ		Перелом С1 Джефферсона <i>Bryson Borg, MD</i>	264
Нейрофиброматоз 1 типа <i>Kevin R. Moore, MD</i>	176	Атлanto-аксиальный ротационный подвывих <i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	268
Нейрофиброматоз 2 типа <i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	180	Переломы зубовидного отростка С2 <i>Bryson Borg, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	274
Ахондроплазия <i>Bryson Borg, MD</i>	186	Взрывной перелом С2 <i>Bryson Borg, MD</i>	278
Мукополисахаридозы <i>Bryson Borg, MD</i>	190	Перелом палача <i>Bryson Borg, MD</i>	282
Серповидноклеточная болезнь <i>Bryson Borg, MD</i>	194	Перелом апофизарного кольца <i>Kevin R. Moore, MD</i>	286
Несовершенный остеогенез <i>Carl Meroow, MD</i>	198	Гиперфлексионная травма шейного отдела позвоночника <i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	290
Туберозный склероз <i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	202	Гиперэкстензионная травма шейного отдела позвоночника <i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	296
Остеопетроз <i>Kevin R. Moore, MD</i>	206	Гиперэкстензионно-ротационное повреждение шейного отдела позвоночника <i>Bryson Borg, MD</i>	300
Болезнь Гоше <i>Kevin R. Moore, MD</i>	208	Взрывной перелом шейного позвонка <i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	302
Охроноз <i>Kevin R. Moore, MD</i>	210	Гиперфлексионно-ротационное повреждение шейного отдела позвоночника <i>Bryson Borg, MD</i>	306
Дисплазии соединительной ткани <i>Kevin R. Moore, MD</i>	212	Травма шейного отдела позвоночника в результате бокового сгибания <i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	308
Спондилоэпифизарная дисплазия <i>Kevin R. Moore, MD</i>	216	Повреждения задней колонны шейного отдела позвоночника <i>Bryson Borg, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	310
Танатофорный нанизм <i>Kevin R. Moore, MD</i>	220		
РАЗДЕЛ 2: СКОЛИОЗ И КИФОЗ			
Введение в проблему <i>Julia Crim, MD</i>	224		
Сколиоз <i>Kevin R. Moore, MD</i>	228		

СОДЕРЖАНИЕ

Травматическая грыжа межпозвонкового диска	312	Травматическая артериовенозная фистула	394
<i>Bryson Borg, MD</i>		<i>Bryson Borg, MD</i>	
Взрывные переломы грудных и поясничных позвонков	314	Валлерова дегенерация	396
<i>Julia Crim, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>		<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Переломы суставных отростков и дуг груднопоясничных позвонков	318		
<i>Bryson Borg, MD</i>		ЧАСТЬ III: Дегенеративные заболевания и артриты	
Переломовывихи	320		
<i>Bryson Borg, MD</i>		РАЗДЕЛ 1: ДЕГЕНЕРАТИВНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ И СПОНДИЛОАРТРОПАТИИ	
Перелом Шанса	322	Номенклатура дегенеративных заболеваний межпозвонковых дисков	400
<i>Julia Crim, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>		<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Гиперэкстензионное повреждение грудного и поясничного отдела позвоночника	328	Дегенеративное поражение межпозвонковых дисков	404
<i>Bryson Borg, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>		<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Компрессионный перелом с передней компрессией	330	Дегенеративные изменения замыкательных пластинок	410
<i>Julia Crim, MD</i>		<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Компрессионный перелом с латеральной компрессией	334	Дегенеративное поражение краниовертебрального сочленения	414
<i>Julia Crim, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>		<i>Cheryl A. Petersilge, MD, MBA</i>	
Переломы задних элементов поясничных позвонков	336	Пролабирование межпозвонкового диска	418
<i>Bryson Borg, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>		<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Травматические переломы крестца	338	Расслоение фиброзного кольца межпозвонкового диска	422
<i>Julia Crim, MD</i>		<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Стрессовый перелом корня дуги	342	Грыжа межпозвонкового диска шейного отдела позвоночника	426
<i>Bryson Borg, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>		<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Переломы крестца вследствие недостаточности костной ткани	346	Грыжа межпозвонкового диска грудного отдела позвоночника	432
<i>Bryson Borg, MD</i>		<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
		Грыжа межпозвонкового диска поясничного отдела позвоночника	436
РАЗДЕЛ 2: СПИННОЙ МОЗГ, ТВЕРДАЯ МОЗГОВАЯ ОБОЛОЧКА, СОСУДЫ		<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
SCIWORA	352	Фораминальная экструзия межпозвонкового диска	442
<i>Kevin R. Moore, MD</i>		<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Посттравматическая киста	356	Артропатия дугоотростчатых суставов шейного отдела позвоночника	446
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>		<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Предкистозный отек	360	Артропатия дугоотростчатых суставов поясничного отдела позвоночника	450
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>		<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Контузия/гематома спинного мозга	364	Синовиальная киста дугоотростчатого сустава	454
<i>Bryson Borg, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>		<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Идиопатическая грыжа спинного мозга	370	Болезнь Бааструпа	460
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>		<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Центральный спинномозговой синдром	374	Синдром Бертолотти	464
<i>Bryson Borg, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>		<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Травматический разрыв твердой мозговой оболочки	378	Грыжа Шморля	466
<i>Bryson Borg, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>		<i>Jeffrey S. Ross, MD и Kevin R. Moore, MD</i>	
Травматическая эпидуральная гематома	382	Болезнь Шейерманна	470
<i>Kevin R. Moore, MD</i>		<i>Jeffrey S. Ross, MD и Kevin R. Moore, MD</i>	
Травматическая субдуральная гематома	386		
<i>Bryson Borg, MD</i>			
Сосудистые повреждения шейного отдела позвоночника	388		
<i>Bryson Borg, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>			

СОДЕРЖАНИЕ

Приобретенный центральный стеноз поясничного отдела позвоночника	474	Спинальный менингит	568
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>		<i>Lubdha M. Shah, MD</i>	
Врожденный стеноз позвоночника	478	Неспецифический (пиогенный) спондилит	572
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>		<i>Lubdha M. Shah, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Шейный спондилез	484	Туберкулезный спондилит	578
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>		<i>Lubdha M. Shah, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	
ДИСГ	490	Грибковые и прочие спондилиты	584
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>		<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
ОЗПС	494	Спондилит С1–С2	586
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>		<i>Lubdha M. Shah, MD</i>	
Оссификация желтой связки	498	Бруцеллезный спондилит	590
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>		<i>Lubdha M. Shah, MD и Kevin R. Moore, MD</i>	
Перизубовидная псевдоопухоль	502	Септический артрит дугоотростчатого сустава	592
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>		<i>Lubdha M. Shah, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	
РАЗДЕЛ 2: СПОНДИЛОЛИСТЕЗ И СПОНДИЛОЛИЗ		Паравертебральный абсцесс	598
Спондилолистез	508	<i>Lubdha M. Shah, MD</i>	
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>		Эпидуральный абсцесс	602
Спондилолиз	512	<i>Lubdha M. Shah, MD</i>	
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>		Субдуральный абсцесс	608
Нестабильность	516	<i>Lubdha M. Shah, MD и Kevin R. Moore, MD</i>	
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>		Абсцесс спинного мозга	612
РАЗДЕЛ 3: ВОСПАЛИТЕЛЬНЫЕ, КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ И ПРОЧИЕ АРТРОПАТИИ		<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Ревматоидный артрит взрослых	522	Вирусный миелит	616
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>		<i>Lubdha M. Shah, MD и Kevin R. Moore, MD</i>	
Ювенильный идиопатический артрит	528	ВИЧ-ассоциированный миелит	620
<i>Julia Crim, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>		<i>Lubdha M. Shah, MD</i>	
Спондилоартропатия	534	Сифилитический миелит	624
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>		<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Нейрогенная артропатия (Шарко)	540	Оппортунистические инфекции	626
<i>Julia Crim, MD</i>		<i>Lubdha M. Shah, MD и Kevin R. Moore, MD</i>	
Гемодиализная спондилоартропатия	544	Эхинококкоз	630
<i>Julia Crim, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>		<i>Lubdha M. Shah, MD</i>	
Анкилозирующий спондилит	546	Шистосомоз	634
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>		<i>Lubdha M. Shah, MD</i>	
Болезнь накопления пирофосфата кальция	550	Цистицеркоз	638
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>		<i>Lubdha M. Shah, MD</i>	
Подагра	556	РАЗДЕЛ 2: ВОСПАЛИТЕЛЬНЫЕ И АУТОИММУННЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ	
<i>Julia Crim, MD</i>		Острая поперечная миелопатия	644
Кальцифицирующий тендинит длинной мышцы шеи	558	<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
<i>Julia Crim, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>		Идиопатический острый поперечный миелит	648
ЧАСТЬ IV: Инфекции и воспалительные заболевания		<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
РАЗДЕЛ 1: ИНФЕКЦИИ		Рассеянный склероз	652
Пути инфицирования	564	<i>Lubdha M. Shah, MD и Kevin R. Moore, MD</i>	
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>		Оптиканейромиелит	656
		<i>Lubdha M. Shah, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	
		ОДЭМ	660
		<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
		Синдром Гийена–Барре	664
		<i>Lubdha M. Shah, MD и Kevin R. Moore, MD</i>	
		ХВДП	668
		<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
		Саркоидоз	672
		<i>Lubdha M. Shah, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	
		Подострая комбинированная дегенерация	678
		<i>Lubdha M. Shah, MD</i>	

СОДЕРЖАНИЕ

Хронический рецидивирующий многоочаговый остеомиелит	682
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Синдром Гризеля	684
<i>Cheryl A. Petersilge, MD, MBA</i>	
Паранеопластическая миелопатия	686
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	

ЧАСТЬ V: Опухоли, кисты и другие новообразования

РАЗДЕЛ 1: НОВООБРАЗОВАНИЯ

ВВЕДЕНИЕ И ОБЗОР

Распространение новообразований	690
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	

ЭКСТРАДУРАЛЬНЫЕ ОПУХОЛИ

Бластические костные метастазы	694
<i>Bryson Borg, MD</i>	
Литические костные метастазы	698
<i>Bryson Borg, MD</i>	
Гемангиома	702
<i>Bryson Borg, MD</i>	
Остеоид-остеома	706
<i>Julia Crim, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Остеобластома	712
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Аневризмальная костная киста	716
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Гигантоклеточная опухоль	720
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Остеохондрома	724
<i>Bryson Borg, MD и Kevin R. Moore, MD</i>	
Хондросаркома	728
<i>Bryson Borg, MD и Kevin R. Moore, MD</i>	
Остеосаркома	732
<i>Julia Crim, MD и Kevin R. Moore, MD</i>	
Хордома	736
<i>Bryson Borg, MD и Kevin R. Moore, MD</i>	
Саркома Юинга	742
<i>Julia Crim, MD</i>	
Лимфома	746
<i>Lubdha M. Shah, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Лейкоз	752
<i>Lubdha M. Shah, MD</i>	
Плазмацитома	756
<i>Lubdha M. Shah, MD и Kevin R. Moore, MD</i>	
Множественная миелома	760
<i>Lubdha M. Shah, MD</i>	
Нейробластная опухоль	764
<i>Lubdha M. Shah, MD и Kevin R. Moore, MD</i>	
Лангергансоклеточный гистиоцитоз	768
<i>Lubdha M. Shah, MD и Kevin R. Moore, MD</i>	
Ангиолипома	772
<i>Lubdha M. Shah, MD и Kevin R. Moore, MD</i>	

ИНТРАДУРАЛЬНЫЕ ЭКСТРАМЕДУЛЛЯРНЫЕ ОПУХОЛИ

Шваннома	776
<i>Bryson Borg, MD и Kevin R. Moore, MD</i>	
Менингиома	780
<i>Bryson Borg, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Солитарная фиброзная опухоль/ гемангиоперицитомы	786
<i>Bryson Borg, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Нейрофиброма	790
<i>Bryson Borg, MD и Kevin R. Moore, MD</i>	
Злокачественные опухоли оболочек нервов	794
<i>Bryson Borg, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Диссеминированные с током ликвора метастатические опухоли	798
<i>Bryson Borg, MD</i>	
Параганглиома	802
<i>Bryson Borg, MD</i>	

ИНТРАМЕДУЛЛЯРНЫЕ ОПУХОЛИ

Астроцитомы	806
<i>Lubdha M. Shah, MD и Kevin R. Moore, MD</i>	
Целлюлярная эпендимомы	810
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Миксопапиллярная эпендимомы	814
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Гемангиобластома	818
<i>Lubdha M. Shah, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Метастатическое поражение спинного мозга	824
<i>Lubdha M. Shah, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Первичные меланоцитарные опухоли/ меланцитомы	828
<i>Lubdha M. Shah, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Ганглиоглиомы	830
<i>Lubdha M. Shah, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	

РАЗДЕЛ 2: НЕОПУХОЛЕВЫЕ КИСТЫ И ОПУХОЛЕВИДНЫЕ НОВООБРАЗОВАНИЯ

КИСТЫ

Артефакт тока СМЖ	834
<i>Lubdha M. Shah, MD и Kevin R. Moore, MD</i>	
Менингеальная киста	836
<i>Lubdha M. Shah, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Периневральная киста дуральной воронки	842
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
Сирингомиелия	846
<i>Kevin R. Moore, MD</i>	

НЕОПУХОЛЕВЫЕ И ОПУХОЛЕВИДНЫЕ ОБЪЕМНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Эпидуральный липоматоз	850
<i>Julia Crim, MD</i>	

СОДЕРЖАНИЕ

Нормальные варианты жировой перестройки костного мозга	852	Гематомилия/нетравматическое кровоизлияние в спинной мозг	932
<i>Julia Crim, MD</i>		<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Фиброзная дисплазия	854	Синдром лучника	936
<i>Julia Crim, MD</i>		<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
Болезнь Кюммеля	856	Расслоение позвоночной артерии	938
<i>Julia Crim, MD и Kevin R. Moore, MD</i>		<i>Lubdha M. Shah, MD</i>	
Болезнь Хираямы	858		
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>			
IgG4-ассоциированная болезнь/ гипертрофический пахименингит	860		
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>			
РАЗДЕЛ 3: СОСУДИСТЫЕ И СИСТЕМНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ			
СОСУДИСТЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ			
Анатомия сосудов позвоночника	866		
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>			
Персистирующая первая межсегментарная артерия	872		
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>			
Персистирующая подъязычная артерия	874		
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>			
Персистирующая артерия проатланта	876		
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>			
Сосудистая мальформация 1 типа (дАВФ)	878		
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>			
Артериовенозная мальформация (АВМ) 2 типа	884		
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>			
Артериовенозная мальформация (АВМ) 3 типа	888		
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>			
Сосудистая мальформация (АВФ) 4 типа	892		
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>			
Артериовенозная мальформация конуса спинного мозга	896		
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>			
Дуральная фистула задней черепной ямки с интраспинальным сбросом	900		
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>			
Кавернозная мальформация	904		
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>			
Аневризма спинномозговой артерии	908		
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>			
Инфаркт спинного мозга	910		
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>			
Субарахноидальное кровоизлияние	914		
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>			
Спонтанная эпидуральная гематома	918		
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>			
Субдуральная гематома	924		
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>			
Поверхностный сидероз	928		
<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>			
		СПИНАЛЬНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ СИСТЕМНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ	
		Остеопороз	944
		<i>Lubdha M. Shah, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	
		Болезнь Педжета	948
		<i>Lubdha M. Shah, MD</i>	
		Гиперпаратиреоз	952
		<i>Julia Crim, MD</i>	
		Почечная остеодистрофия	954
		<i>Julia Crim, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	
		Гиперпластический костный мозг	956
		<i>Lubdha M. Shah, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	
		Миелофиброз	960
		<i>Julia Crim, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	
		Инфаркт кости	962
		<i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	
		Экстрамедуллярный гемопоэз	964
		<i>Lubdha M. Shah, MD</i>	
		Опухолевый кальциноз	968
		<i>Lubdha M. Shah, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	
		ЧАСТЬ VI: Периферические нервы и сплетения	
		РАЗДЕЛ 1: ПОРАЖЕНИЕ НЕРВНЫХ СПЛЕТЕНИЙ И ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ НЕРВОВ	
		Нормальная анатомия нервов и нервных сплетений	974
		<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
		Опухоль верхней борозды	980
		<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
		Синдром верхней апертуры грудной клетки	984
		<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
		Денервация мышц	988
		<i>Julia Crim, MD</i>	
		Тракционное повреждение плечевого сплетения	990
		<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
		Идиопатический плексит плечевого сплетения	994
		<i>Julia Crim, MD и Kevin R. Moore, MD</i>	
		Травматическая неврома	998
		<i>Julia Crim, MD и Kevin R. Moore, MD</i>	
		Постлучевая плексопатия	1002
		<i>Kevin R. Moore, MD</i>	
		Опухоль оболочки периферического нерва	1006
		<i>Julia Crim, MD и Kevin R. Moore, MD</i>	

СОДЕРЖАНИЕ

Периферический нейролимфоматоз <i>Kevin R. Moore, MD</i>	1010
Гипертрофическая нейропатия <i>Kevin R. Moore, MD</i>	1012
Нейропатия бедренного нерва <i>Kevin R. Moore, MD</i>	1016
Нейропатия локтевого нерва <i>Kevin R. Moore, MD</i>	1018
Нейропатия надлопаточного нерва <i>Julia Crim, MD</i>	1022
Нейропатия срединного нерва <i>Kevin R. Moore, MD</i>	1026
Нейропатия общего малоберцового нерва <i>Kevin R. Moore, MD</i>	1028
Нейропатия большеберцового нерва <i>Julia Crim, MD</i>	1030

ЧАСТЬ VII: Лучевая визуализация в послеоперационном периоде

РАЗДЕЛ 1: ОПЕРИРОВАННЫЙ ПОЗВОНОЧНИК И ОСЛОЖНЕНИЯ ХИРУРГИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ

Хирургические доступы <i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	1036
Нормальные послеоперационные изменения <i>Bryson Borg, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	1040
Послеоперационные осложнения <i>Bryson Borg, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	1046
Осложнения миелографии <i>Bryson Borg, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	1052
Осложнения вертебропластики <i>Bryson Borg, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	1056
Синдром неудачного вмешательства на позвоночнике <i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	1060
Рецидивная грыжа межпозвонкового диска <i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	1064
Перидуральный фиброз <i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	1068
Адгезивный арахноидит <i>Bryson Borg, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	1072
Оссифицирующий арахноидит <i>Bryson Borg, MD</i>	1078
Ускоренная дегенерация <i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	1080
Послеоперационная инфекция <i>Lubdha M. Shah, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	1084
Псевдоменингоцеле <i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	1088
Синдром утечки ликвора <i>Bryson Borg, MD</i>	1094
Послеоперационная деформация <i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	1100

РАЗДЕЛ 2: МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ

Металлические артефакты <i>Lubdha M. Shah, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	1106
Окципитоспондилодез <i>Lubdha M. Shah, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	1110
Пластины и винты <i>Lubdha M. Shah, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	1112
Кейджи <i>Lubdha M. Shah, MD</i>	1116
Межтеловые спейсеры <i>Lubdha M. Shah, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	1118
Межкостистые стабилизирующие устройства <i>Lubdha M. Shah, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	1122
Искусственный шейный межпозвонковый диск <i>Lubdha M. Shah, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	1126
Искусственный поясничный межпозвонковый диск <i>Lubdha M. Shah, MD и Jeffrey S. Ross, MD</i>	1130
Несостоятельность металлоконструкций <i>Jeffrey S. Ross, MD и Lubdha M. Shah, MD</i>	1134
Осложнения, связанные с костными трансплантатами <i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	1140
Осложнения, связанные с rhBMP-2 <i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	1144
Гетеротопическая оссификация <i>Jeffrey S. Ross, MD</i>	1148

РАЗДЕЛ 3: ОСЛОЖНЕНИЯ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ И ХИМИОТЕРАПИИ

Лучевая миелопатия <i>Kevin R. Moore, MD</i>	1154
Постлучевые изменения костного мозга <i>Kevin R. Moore, MD</i>	1158
Передняя поясничная радикулопатия <i>Kevin R. Moore, MD</i>	1162

ЧАСТЬ II
РАЗДЕЛ 1

**Позвоночный столб, диски
и паравертебральные мышцы**



Классификация переломов	246
Атлантозатылочная дислокация	252
Связочные повреждения	256
Перелом мыщелков затылочной кости	260
Перелом С1 Джефферсона	264
Атлантоаксиальный ротационный подвывих	268
Переломы зубовидного отростка С2	274
Взрывной перелом С2	278
Перелом палача	282
Перелом апофизарного кольца	286
Гиперфлексионная травма шейного отдела позвоночника	290
Гиперэкстензионная травма шейного отдела позвоночника	296
Гиперэкстензионно-ротационное повреждение шейного отдела позвоночника	300
Взрывной перелом шейного позвонка	302
Гиперфлексионно-ротационное повреждение шейного отдела позвоночника	306
Травма шейного отдела позвоночника в результате бокового сгибания	308
Повреждения задней колонны шейного отдела позвоночника	310
Травматическая грыжа межпозвонкового диска	312
Взрывные переломы грудных и поясничных позвонков	314
Переломы суставных отростков и дуг грудопоясничных позвонков	318
Переломовывихи	320
Перелом Шанса	322
Гиперэкстензионное повреждение грудного и поясничного отдела позвоночника	328
Компрессионный перелом с передней компрессией	330
Компрессионный перелом с латеральной компрессией	334
Переломы задних элементов поясничных позвонков	336
Травматические переломы крестца	338
Стрессовый перелом корня дуги	342
Переломы крестца вследствие недостаточности костной ткани	346

Краниовертебральное сочленение

Переломы мышечков затылочной кости подразделяются на два типа

- Тип I = оскольчатый перелом, возникающий на фоне аксиальной нагрузки, при сохранении целостности одного из мышечков перелом считается стабильным
- Тип II = перелом мышечка затылочной кости в сочетании с переломом основания черепа, большинство переломов стабильны
- Тип III = отрывной перелом, возникающий вследствие натяжения крыловидных связок, может становиться причиной затылочно-шейной нестабильности

Согласно данным последних исследований (Maserati, 2009), первичная диагностика должна быть направлена на выявление изменений нормальных анатомических взаимоотношений в краниовертебральном сочленении. При выявлении в ходе первичного обследования перелома или изменения нормальных анатомических взаимоотношений показаны окципитоспондилодез или наружная стабилизация гало-аппаратом, а если первичное обследование по тем или иным причинам откладывается, показана иммобилизация жестким шейным воротником.

Атлanto-затылочная диссоциация (дислокация)/ дистракционное повреждение C0–C1

Полный (диссоциация) или частичный (подвывих) разрыв связок между затылочной костью и C1 может происходить в одном из трех направлений: (1) передне-верхнее смещение черепа относительно позвонка — наиболее частое повреждение; (2) чисто дистракционное повреждение со смещением черепа вверх; (3) задняя дислокация черепа — наиболее редкий тип повреждения.

Для оценки характера травматических изменений краниовертебрального сочленения существует множество параметров, многие из которых были предложены еще в эпоху, когда рентгенография была единственным методом визуализации этой области. Современные же методы визуализации — КТ и МРТ — позволяют напрямую оценить состояние тканей в зоне повреждения, поэтому многие из ранее использовавшихся методик утратили свое значение. Согласно данным литературы, для оценки атлanto-затылочного сочленения следует опираться на следующие параметры:

Базион-дентальный интервал (БДИ) — патологией считается увеличение его размера на сагитальном КТ-срезе более 10 мм.

Суммарное смещение мышечков (сумма расстояний между центрами мышечков затылочной кости и мышечковой ямкой C1) — патологией считается увеличение этого параметра более 4,2 мм.

Увеличение высоты суставной щели атлanto-затылочного сустава более 2 мм у взрослых также считается патологическим изменением. Эти же 2 мм также считаются верхней границей нормы и у детей, не достигших 18-летнего возраста.

Другие параметры, например, отношение Пауэрса или линии Ли, отличаются недостаточной чувствительностью и специфичностью, поэтому использовать их не рекомендуется. «Правило 12» Харриса для БДИ и базион-аксиального интервала применимо лишь для стандартной рентгенографии, которая у пациента с острой травмой имеет ограниченное применение, в таких случаях чаще назначается КТ.

Переломы C1

- Передняя дуга = вертикальный или поперечный перелом с отрывом длинной мышцы шеи
- Двусторонний перелом передней дуги с задним атлanto-аксиальным подвывихом = перелом типа «плуг»
- Боковая масса = при сохранении целостности бокового полукольца атланта перелом считается стабильным, встречается редко
- Задняя дуга = встречается часто
- Перелом Джефферсона = сочетанное смещение боковых масс C1 относительно C2 на 6,9 мм и более свидетельствует о разрыве поперечной связки атланта и нестабильности

Атлanto-аксиальная нестабильность

- Превышающие физиологические пределы движения в C1–C2 сегменте
- Существует множество причин развития этого состояния
- → разрыв поперечной связки (наиболее часто)
- → перелом зубовидного отростка
- → нестабильный перелом Джефферсона

- → перелом боковой массы C1 или C2
- → односторонний разрыв крыловидной связки
- → разрыв крыловидной связки или текториальной мембраны

Классификация атлanto-аксиальных ротационных подвывихов (Fielding, 1977)

- Тип I = ротация вокруг зубовидного отростка без передней дислокации (АДИ не увеличен)
- Тип II = ротация вокруг одной из боковых масс с передней дислокацией 3–5 мм (АДИ) (повреждение поперечной связки атланта)
- Тип III = ротация вокруг одной из боковых масс с передней дислокацией > 5 мм (повреждение поперечной и крыловидной связок)
- Тип IV = задняя дислокация C1, при которой атлант оказывается позади зубовидного отростка (встречается редко, обычно фатальна)

Зубовидный отросток

- Тип I = отрывной перелом верхушки зуба
- Тип II = поперечный перелом зуба выше тела C2
- Тип III = перелом, захватывающий верхнюю часть тела C2

Переломы дуги C2 (Effendi, 1981)

- Тип I = двусторонний перелом межсуставной части дуги с передним подвывихом, не превышающим 3 мм (стабильные)
- Тип II = перелом межсуставной части дуги со смещением + передняя дислокация тела C2 за счет повреждения связок и межпозвонкового диска
- Тип III = переломы межсуставной части дуги с вывихом в дугоотростчатых суставах C2–3

Переломы тела C2 (Fujimura, 1996)

- Тип I = перелом каудо-вентрального угла тела C2
- Тип II = горизонтальная линия перелома, проходящая через тело C2 (каудальной, чем при III типе перелома зубовидного отростка)
- Тип III = взрывной перелом тела C2
- Тип IV = нестабильные переломы с сагитальным направлением плоскости перелома

Классификация переломов шейных позвонков

Гиперфлексионные повреждения

- Простой компрессионный перелом
- Передний подвывих: разрыв задних связочных стабилизирующих структур
- Двусторонний межсуставной вывих: нестабильный
- Флексионный перелом каудо-вентрального угла тела позвонка: нестабильный
- «Перелом глинокопателя»¹ = отрывной перелом остистого отростка C7–T1

Гиперфлексионно-ротационные повреждения

- Односторонний вывих в дугоотростчатом суставе (блокада сустава)
- Может иметь место сочетанный перелом суставных отростков
- На рентгенограмме определяется переднее смещение тела позвонка, не превышающее 1/2 его диаметра

Гиперэкстензионно-ротационные повреждения

- Переломы суставной колонны

Повреждения вследствие вертикальной компрессии

- Перелом Джефферсона = перелом передней и задней дуг с образованием 2–4 фрагментов, расходящихся радиально
- Взрывной перелом = перелом с вовлечением средней колонны позвонка и смещением фрагментов тела позвонка назад в спинномозговой канал

Гиперэкстензионные повреждения

- Гиперэкстензионный вывих
- Отрывной перелом передней дуги C1 = перелом в области зоны прикрепления длинной мышцы шеи к переднему бугорку C1
- Разгибательный перелом каудо-вентрального угла тела C2
- Перелом задней дуги C1 = сдавление задней дуги C1 между затылком и остистым отростком C2
- Перелом пластинки дуги = между суставными и остистыми отростками

¹ В 1930-х годах в Австралии рабочие, занятые копанием глубоких рвов, порой вынуждены были выбрасывать глинозем на 3–5 метров выше себя, для чего использовались специальные лопаты с длинным черенком. Вязкая глина иногда не соскальзывала со штыка лопаты, а прилипла к нему, а рабочий чувствовал «щелчок» и острую боль в межлопаточной области и не мог продолжать работать. Так появилось название этого перелома. — Прим. перев.

- Перелом палача = двусторонний перелом межсуставной части дуги C2
- Гиперэкстензионный переломовывих: двусторонний перелом + вывих суставных отростков

Повреждения в результате бокового сгибания

- Перелом крючковидного отростка

Классификация повреждений субаксиальных шейных позвонков (Vaccaro, 2007)

- Классификация учитывает три главных компонента повреждения: морфология повреждения позвоночника, целостность связочно-дискового комплекса и неврологический статус
- Каждый компонент повреждения подразделяется на подгруппы от наименее до наиболее тяжелых типов повреждений (см. таблицу 1)

Классификация переломов груднопоясничного отдела позвоночника

Двухколонная модель Holdsworth (1963)

- В настоящее время ей на смену пришла классификация Denis
- Передняя колонна = ППС, тело позвонка, диск, ЗПС
- Задняя колонна = костные и связочные структуры, расположенные кзади от ЗПС

Трехколонная модель Denis (1983)

- Передняя колонна: ППС, фиброзное кольцо, передняя часть тела позвонка
- Средняя колонна: задняя стенка тела позвонка, фиброзное кольцо, ЗПС
- Задняя колонна: дугоотростчатые суставы, задние костные структуры, задние связки
- Трехколонная модель применима и по отношению к повреждениям нижнешейного отдела позвоночника

Подклассификация взрывных переломов Denis (1984)

- **Тип А**
- Аксиальная нагрузка, повреждение передней и средней колонн, нестабильные
- Повреждение верхней и нижней замыкательных пластинок
- **Тип В и С**
- Сгибательная и аксиальная нагрузка, повреждение передней и средней колонн, потенциально нестабильные
- В – повреждение верхней замыкательной пластинки
- С – повреждение нижней замыкательной пластинки
- **Тип D**
- Аксиальная нагрузка и ротация, повреждение всех колонн, нестабильные
- Модификация повреждения типа D для атланта (1986)
- D1 – взрывной перелом с боковым смещением, D2 – взрывной перелом с сагитальным смещением
- **Тип E**
- Боковая компрессия, повреждение всех колонн, потенциально нестабильные

Патоморфологическая классификационная система Magerl/АО (1994)

- Типы А, В и С, характеризующие все распространенные варианты повреждений
- Каждый тип подразделяется на три группы, каждая из которых в свою очередь также подразделяется на три подгруппы (схема 3–3–3)
- Тип А: компрессионные переломы тел позвонков на фоне действия аксиальной нагрузки, без разрывов мягкотканых образований в поперечной плоскости (66%)
- Тип В: дистракционные повреждения передних и задних элементов без разрывов мягкотканых образований в аксиальной плоскости (14,5%)
- Тип С: аксиальные скручивающие силы, приводящие к разрывам передних и задних элементов и ротации (19%)
- Тяжесть повреждений увеличивается от типа А к типу С, то же самое происходит и в подгруппах
- Стабильный тип А1 – это наиболее распространенный тип перелома (клиновидный компрессионный перелом)
- Тип А3 соответствует взрывным переломам классификации Denis
- Нестабильные типы: А3.2, А3.3, В, С

«Load-sharing» 2 классификация McCormack (1994)

- Разработана специально для того, чтобы оценить необходимость в реконструкции передней колонны позвоночника после задней транспедикулярной стабилизации
- Также применяется в качестве инструмента оценки выраженности повреждения и биомеханической стабильности позвоночника
- Степень повреждения позвонка
- → степень повреждения тела позвонка
- → степень смещения фрагментов
- → объем коррекции кифоза

Классификация и степень тяжести повреждений груднопоясничного отдела позвоночника (TLICS³) (Vaccaro, 2006)

- Три главных компонента повреждения определяют окончательное числовое значение, согласно которому выбирается та или иная тактика лечения
- Механизм повреждения, целостность заднего связочного комплекса и неврологический статус (см. табл. 2)

Нестабильные переломы

Шейный отдел позвоночника

- Атлanto-аксиальная диссоциация
- Атлanto-затылочная диссоциация
- Переломы мышечков затылочной кости со смещением
- Перелом Джефферсона с суммарным смещением боковых масс С1 более 7 мм или расстоянием между фрагментами более 7 мм
- Переломы палача II, III типов
- Переломы зубовидного отростка I, II типов
- Передний подвывих субаксиальных шейных позвонков > 3,5 мм
- Гиперфлекссионные переломовывихи
- Гиперфлекссионные переломы каудо-вентрального угла
- Гиперэкстензионные переломовывихи
- Взрывные переломы

Избранные ссылки

1. Pizones J et al: Prospective analysis of magnetic resonance imaging accuracy in diagnosing traumatic injuries of the posterior ligamentous complex of the thoracolumbar spine. *Spine (Phila Pa 1976)*. 38(9):745–51, 2013
2. Walters BC et al: Guidelines for the management of acute cervical spine and spinal cord injuries: 2013 update. *Neurosurgery*. 60 Suppl 1:82–91, 2013
3. Vaccaro AR et al: The subaxial cervical spine injury classification system: a novel approach to recognize the importance of morphology, neurology, and integrity of the disco-ligamentous complex. *Spine (Phila Pa 1976)*. 32(21):2365–74, 2007
4. Vaccaro AR et al: Reliability of a novel classification system for thoracolumbar injuries: the Thoracolumbar Injury Severity Score. *Spine (Phila Pa 1976)*. 31(11 Suppl):S62–9; discussion S104, 2006
5. Vaccaro AR et al: A new classification of thoracolumbar injuries: the importance of injury morphology, the integrity of the posterior ligamentous complex, and neurologic status. *Spine (Phila Pa 1976)*. 30(20):2325–33, 2005
6. Leone A et al: Occipital condylar fractures: a review. *Radiology*. 216(3):635–44, 2000
7. Oner FC et al: MRI findings of thoracolumbar spine fractures: a categorisation based on MRI examinations of 100 fractures. *Skeletal Radiol*. 28(8):433–43, 1999
8. Brandser EA et al: Thoracic and lumbar spine trauma. *Radiol Clin North Am*. 35(3):533–57, 1997
9. Vollmer DG et al: Classification and acute management of thoracolumbar fractures. *Neurosurg Clin N Am*. 8(4):499–507, 1997
10. Dickman CA et al: Injuries involving the transverse atlantal ligament: classification and treatment guidelines based upon experience with 39 injuries. *Neurosurgery*. 38(1):44–50, 1996
11. Fujimura Y et al: Classification and treatment of axis body fractures. *J Orthop Trauma*. 10(8):536–40, 1996
12. Noble ER et al: The forgotten condyle: the appearance, morphology, and classification of occipital condyle fractures. *AJNR Am J Neuroradiol*. 17(3):507–13, 1996
13. Benzel EC et al: Fractures of the C-2 vertebral body. *J Neurosurg*. 81(2):206–12, 1994
14. Magerl F et al: A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries. *Eur Spine J*. 3(4):184–201, 1994
15. McCormack T et al: The load sharing classification of spine fractures. *Spine (Phila Pa 1976)*. 19(15):1741–4, 1994
16. Atlas SW et al: The radiographic characterization of burst fractures of the spine. *AJR Am J Roentgenol*. 147(3):575–82, 1986
17. Denis F: The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine (Phila Pa 1976)*. 8(8):817–31, 1983

² load-sharing – англ. «распределение нагрузки», в отечественной литературе принято пользоваться оригинальным термином. – Прим. перев.

³ Thoracolumbar Injury Classification and Severity Score

Классификация переломов

Классификация повреждений субаксиальных шейных позвонков

Описание		Баллы
Морфология		
	Отсутствие патологии	0
	Компрессия	1
	Взрывной	+ 1 = 2
	Дистракция (высокое стояние фасетки, гиперэкстензия)	3
	Ротация/смещение (вывих фасетки, нестабильный перелом каудо-вентрального угла)	4
Диско-связочный комплекс		
	Интактный	0
	Неопределенный (только изменение МР-сигнала, изолированное расширение межкостистого промежутка)	1
	Разрыв	2
Неврологический статус		
	Интактный	0
	Повреждение корешков	1
	Полное повреждение спинного мозга	2
	Неполное повреждение спинного мозга (наиболее неотложная ситуация, поэтому соответствует более высокому числовому значению)	3
	Продолжительное сдавление спинного мозга в условиях неврологического дефицита (модификатор)	+ 1

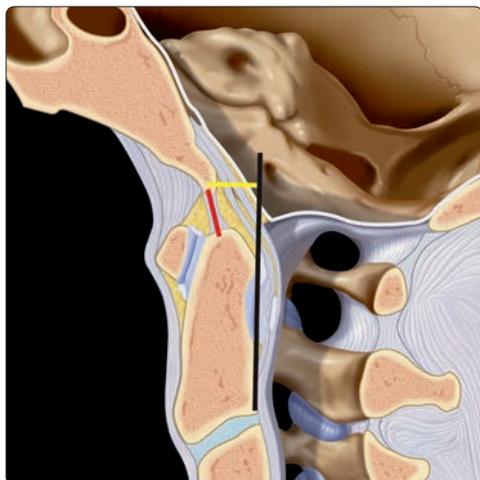
Выбор хирургического или консервативного лечения определяется суммой баллов: 1–3 – консервативное лечение, ≥ 5 – рекомендуется хирургическое лечение (Vaccaro, 2007.)

Шкала тяжести повреждений грудопоясничного отдела позвоночника

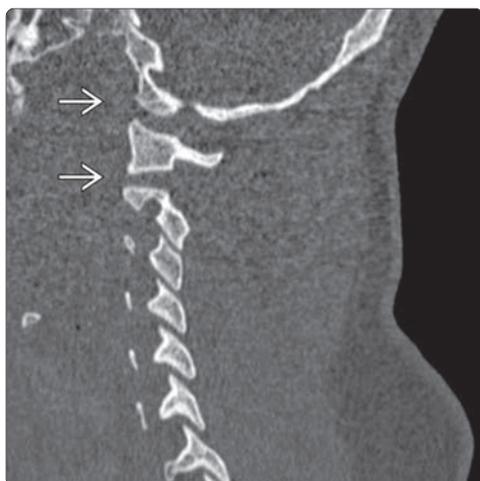
Описание		Квалификатор	Баллы
Механизм повреждения			
	Компрессия		
		Простая	1
		Боковая ангуляция $> 15^\circ$	1
		Взрывной	1
	Смещение/ротация		3
	Дистракция		4
Задний связочный комплекс			
	Интактный		0
	Подозрение на разрыв/неопределенные данные		2
	Повреждение		3
Неврологический статус			
	Корешковая симптоматика		2
	Повреждение спинного мозга, конуса спинного мозга (неполное)		3
	Синдром конского хвоста		3
	Повреждение спинного мозга, конуса спинного мозга (полное)		2

Определяется суммарное значение. Значение ≤ 3 предполагает консервативное лечение, 4 – неопределенное значение, ≥ 5 – оперативное лечение. При оценке механизма повреждения выбирается наиболее измененный уровень, и баллы, соответствующие разным механизмам, складываются. Например, дистракционное повреждение с взрывным переломом без угловой деформации: 1 (простая компрессия) + 1 (взрывной перелом) + 4 (дистракция) = 6 баллов. (Vaccaro, 2006.)

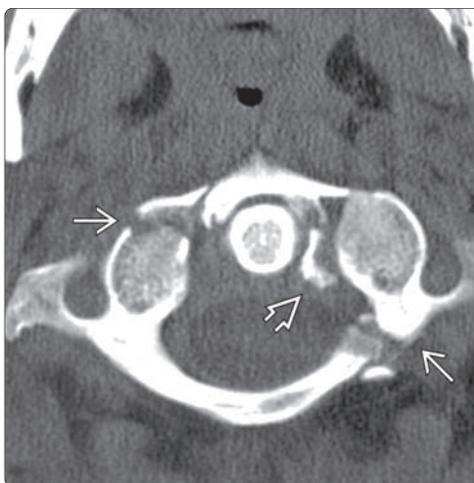
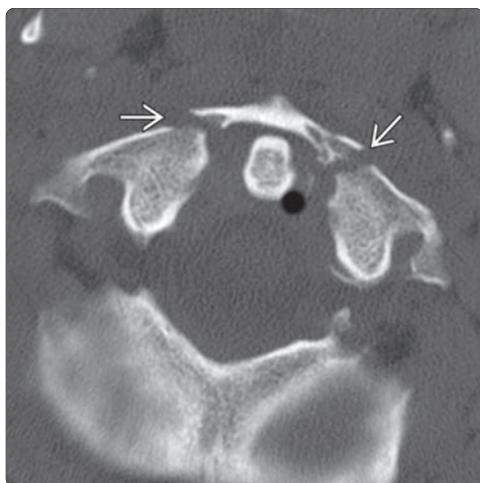
Классификация переломов



(Слева) На сагиттальной схеме показаны нормальные базион-дентальный интервал (БДИ) (красная линия) и базион-аксиальный интервал (БАИ) (желтая линия). БАИ — это расстояние между базионом и задней аксиальной линией (черная). Патологией считается увеличение БДИ более 10 мм на сагитальном КТ-срезе. БАИ на стандартной рентгенограмме считается патологическим, если он превышает 12 мм. (Справа) На сагитальном КТ-срезе у пациента с АЗД определяется увеличение расстояния между базионом и верхушкой зуба (желтая линия), патологическое увеличение расстояния между базионом и задней аксиальной линией (оранжевая линия). Задняя аксиальная референсная линия обозначена белым.



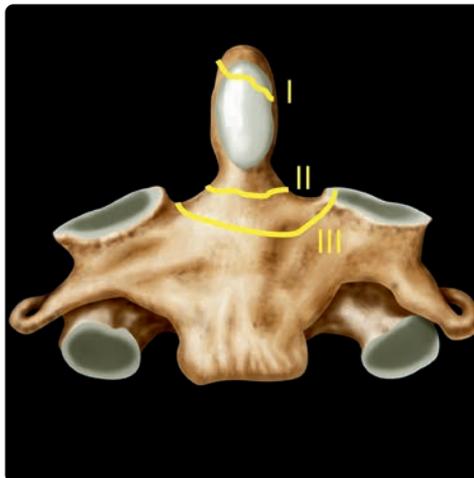
(Слева) На парасагитальном КТ-срезе у пациента с АЗД определяется расширение суставных щелей сочленений C0-C1 и C1-C2. Суммарное смещение мышечков (сумма расстояний между центральными точками мышечков затылочной кости и суставных впадин C1 с обеих сторон) считается патологическим, если оно превышает 4,2 мм. (Справа) На сагитальном STIR MP-И определяется патологическое расширение и усиление сигнала суставных щелей сочленений C0-C1 и C1-C2. Этому пациенту по поводу атлanto-затылочной и атлanto-аксиальной диссоциации был выполнен задний спондилодез протяженностью от затылочной кости до C3 позвонка.



(Слева) КТ, аксиальный срез: множественные переломы кольца C1 без признаков компрессии спинномозгового канала. (Справа) КТ, аксиальный срез: переломы передней и задней дуг C1 в сочетании с отрывом костного фрагмента на уровне прикрепления поперечной связки атланта.

Классификация переломов

(Слева) На схеме C2 позвонка показана локализация I, II и III типов переломов зубовидного отростка. (Справа) КТ, фронтальный срез: косая линия перелома зубовидного отростка III типа, проходящая через основание отростка и верхнюю часть тела C2 с фрагментацией левой боковой массы C2.



(Слева) КТ, сагиттальный срез: перелом межсуставной части дуги C2 без значительного смещения, ангуляции или дистракции. (Справа) КТ, аксиальный срез: типичный случай травматического перелома межсуставных частей дуги C2 при классическом переломе палача. У этого пациента имел место наиболее простой тип повреждения (тип I), который, согласно классификации Levine и Edwards в модификации Effendi, можно отнести к стабильным повреждениям.



(Слева) На схеме показано гиперфлексионное повреждение шейного отдела позвоночника с разрывом передней и задней продольных связок, межпозвонкового диска и межкостистой связки с формированием эпидуральной гематомы и компрессией спинного мозга. (Справа) Рентгенограмма в боковой проекции: двусторонний сдвигившийся вывих C4–C5. При такой травме имеет место повреждение всех трех колонн позвоночника.

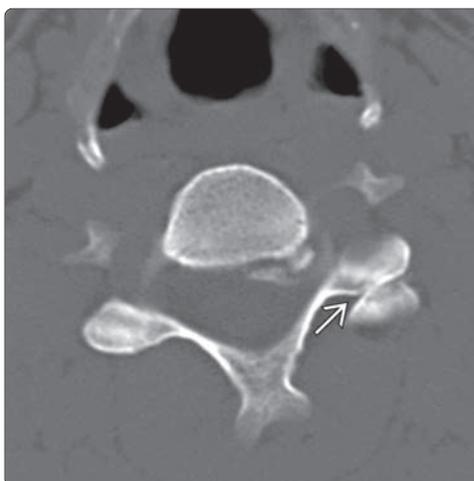


Классификация переломов



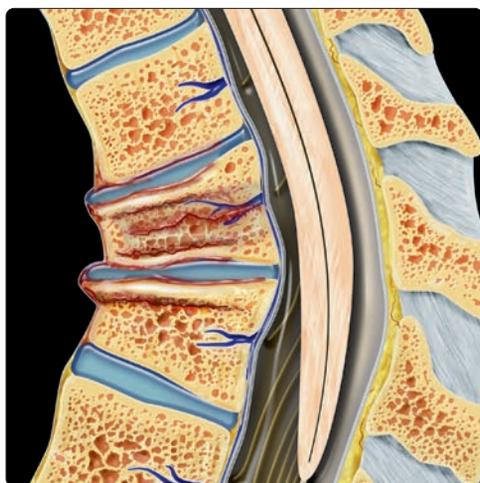
(Слева) КТ, сакиттальный срез шейного отдела позвоночника: пациент с анкилозирующим спондилитом, определяется горизонтальная линия перелома, проходящая через тело C5 и основание остистого отростка со смещением проксимальных сегментов позвоночника кзади, что свидетельствует о гиперэкстензионном механизме травмы у данного пациента. Обратите внимание на типичную оссификацию передней продольной связки при анкилозирующем спондилите.

(Справа) КТ, сакиттальный срез: полный вывих шейного отдела позвоночника на уровне C5–C6. Тело C5 полностью смещено кпереди относительно C6.



(Слева) Рентгенограмма в боковой проекции: гиперфлексионное повреждение шейного отдела позвоночника в виде двустороннего сцепившегося вывиха в дуготростчатых суставах, расширения межтелового пространства, переднего подвывиха C6 относительно C7 на 50% и увеличение межостистого промежутка.

(Справа) КТ, аксиальный срез: признаки одностороннего вывиха в дуготростчатом суставе. ➡ Здесь определяется обратное нормальному взаиморасположение суставных отростков позвонка: нижний суставной отросток C6 располагается кпереди от верхнего суставного отростка C7 (расположение «спина к спине»).



(Слева) На сакиттальной схеме груднопоясничного перехода показаны компрессионные (клиновидные) переломы, захватывающие в первую очередь переднюю колонну позвоночника с сохранением целостности средней и задней колонн. **(Справа)** На сакиттальной схеме показан перелом Шанса (перелом «ремня безопасности») на уровне груднопоясничного перехода, представляющий собой горизонтальный перелом на уровне тела и задних элементов позвонка (через все три колонны).

КЛЮЧЕВЫЕ ФАКТЫ

ТЕРМИНОЛОГИЯ

- Разрыв стабилизирующих связок между затылочной костью и С1

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

- Увеличение объема превертебральных мягких тканей (неспецифический признак)
- Увеличение суммарного атлanto-затылочного интервала $> 4,2$ мм – чувствительность 100%, специфичность 69%, точность 76%
- Увеличение БДИ $> 8,5$ мм (КТ у взрослых)
- Одностороннее расширение суставной щели атлanto-затылочного сочленения > 2 мм
 - Расширенная заполненная жидкостью суставная щель между мыщелком затылочной кости и С1
- Наиболее информативна при повреждении связок МРТ в режиме STIR/T2

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ДИАГНОЗ

- Перелом мыщелка затылочной кости
- Перелом С1 Джефферсона
- Перелом зубовидного отростка
- Ревматоидный артрит (взрослые)

ПАТОЛОГИЯ

- Высокоэнергетическая травма, например, в результате ДТП

- Сочетанные повреждения
 - Повреждение ствола мозга и черепных нервов
 - Переломы мыщелков затылочной кости, С1 и С2

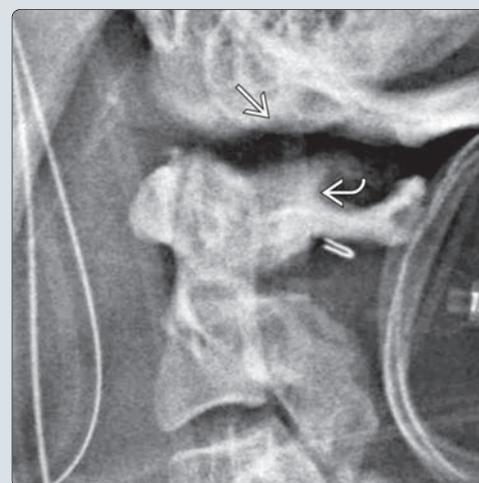
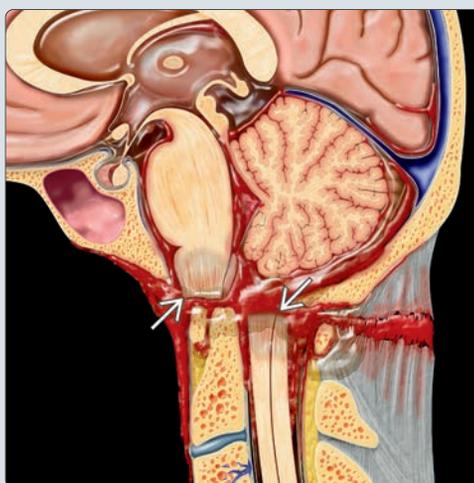
КЛИНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

- Составляет $< 1\%$ в структуре острой травмы шейного отдела позвоночника
- Нередко приводит к мгновенной смерти
- При условии правильной диагностики и адекватной стабилизации может иметь благоприятный прогноз

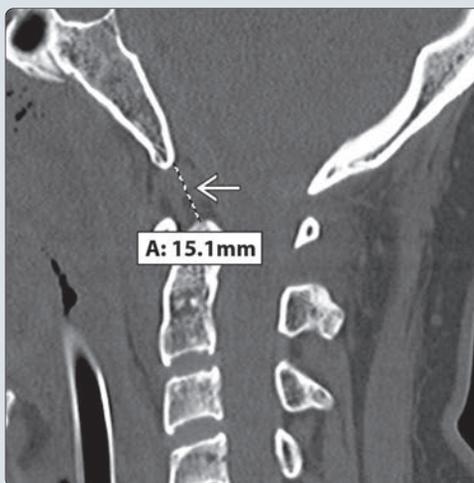
ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ПАМЯТКА

- Ни одна из лучевых находок не отличается 100% чувствительностью
- Наиболее чувствительным КТ-признаком АЗД является суммарное смещение мыщелков затылочной кости, превышающее 4,2 мм
- Использовать с диагностической целью отношение Пауэрса не рекомендуется (обладает низкой чувствительностью и специфичностью)
- Обнаружение признаков субарахноидального кровоизлияния в области КВС должно настораживать и диктует необходимость прицельного поиска признаков повреждения атлanto-затылочного сочленения

(Слева) На схеме в сагиттальной проекции показан пример фактальной атлanto-затылочной диссоциации с полным перерывом спинного мозга на уровне кранио-вертебрального сочленения. Кроме перерыва может наблюдаться и тракционное повреждение спинного мозга с развитием неврологического дефицита. (Справа) Рентгенограмма в боковой проекции: отделение мыщелка затылочной кости от С1. Отношение Пауэрса (> 1), БАИ (> 12 мм) и БДИ (> 12 мм) являются классическими рентгенологическими критериями диагностики атлanto-затылочной диссоциации.

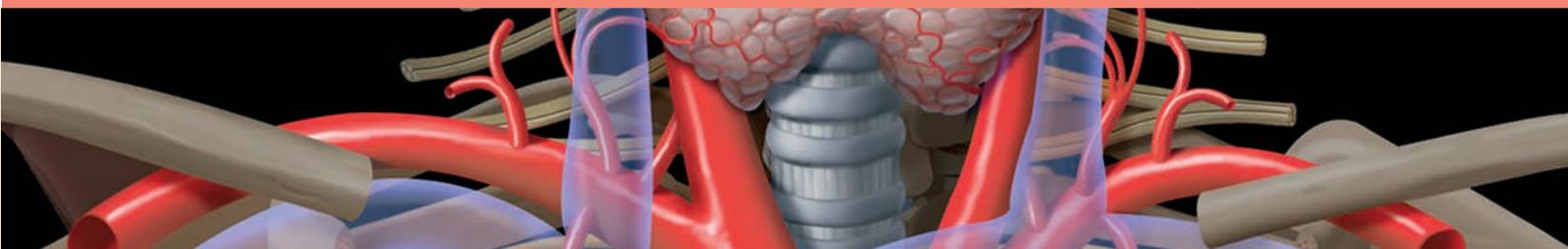


(Слева) КТ, сагиттальный срез: увеличение БДИ. В норме этот интервал на КТ-срезах у взрослых не должен превышать 8,5 мм, а на рентгенограммах в боковой проекции – 12 мм. (Справа) КТ, сагиттальный срез: в мягкотканном режиме в вентральной части эпидурального пространства определяется гиперденный участок, соответствующий кровоизлиянию. Патологический мягкотканый компонент также виден в надзубовидной области, что соответствует кровоизлиянию в области расположенной здесь связки. Кадаверные исследования показали, что для того, чтобы произошла АЗД, необходимо наступление разрыва текториальной мембраны и крыловидных связок.



**ЧАСТЬ V
РАЗДЕЛ 3**

Сосудистые и системные заболевания



Сосудистые заболевания

Анатомия сосудов позвоночника	866
Персистирующая первая межсегментарная артерия	872
Персистирующая подъязычная артерия	874
Персистирующая артерия проатланта	876
Сосудистая мальформация 1 типа (дАВФ)	878
Артериовенозная мальформация (АВМ) 2 типа	884
Артериовенозная мальформация (АВМ) 3 типа	888
Сосудистая мальформация (АВФ) 4 типа	892
Артериовенозная мальформация конуса спинного мозга	896
Дуральная фистула задней черепной ямки с интраспинальным сбросом	900
Кавернозная мальформация	904
Аневризма спинномозговой артерии	908
Инфаркт спинного мозга	910
Субарахноидальное кровоизлияние	914
Спонтанная эпидуральная гематома	918
Субдуральная гематома	924
Поверхностный сидероз	928
Гематомиелия/нетравматическое кровоизлияние в спинной мозг	932
Синдром лучника	936
Расслоение позвоночной артерии	938

Спинальные проявления системных заболеваний

Остеопороз	944
Болезнь Педжета	948
Гиперпаратиреоз	952
Почечная остеодистрофия	954
Гиперпластический костный мозг	956
Миелофиброз	960
Инфаркт кости	962
Экстрamedулярный гемопоэз	964
Опухолевый кальциноз	968

Терминология

Сокращения: передняя спинномозговая артерия (ПСА), задняя спинномозговая артерия (ЗСА), артерия Адамкевича (АА)

Синонимы: большая передняя корешковая артерия, arteria radicularis magna = большая корешковая артерия Адамкевича = артерия Адамкевича

Лучевая анатомия

Позвоночная артерия

Позвоночная артерия подразделяется на четыре сегмента. **Первый сегмент (V1)** позвоночной артерии продолжается от начала артерии до ее входа в отверстие поперечного отростка шейного позвонка, обычно это шестой шейный позвонок. Позвоночная артерия обычно является наиболее проксимальной и самой крупной ветвью подключичной артерии. Описаны различные варианты отхождения и дальнейшего хода позвоночной артерии. Наиболее распространенный вариант начала позвоночной артерии — ее отхождение от проксимальной части подключичной артерии. Отхождение левой позвоночной артерии от дуги аорты между левой общей сонной и левой подключичной артерией описано в 2,4–5,8% случаев. Если позвоночная артерия начинается от дуги аорты, то в последующем она обычно входит в отверстие поперечного отростка пятого шейного позвонка. При наиболее распространенном варианте начала левой позвоночной артерии от подключичной артерии она в 88% случаев входит в отверстие поперечного отростка шестого шейного позвонка. Вход в отверстие поперечного отростка располагается на уровне С4 в 0,5% случаев, С5 — в 6,6% случаев, С7 — в 5,4% случаев. Описаны редкие случаи отхождения левой позвоночной артерии от левой общей сонной артерии или наружной сонной артерии. Также описаны редкие анатомические варианты начала правой позвоночной артерии от аорты, сонных артерий или плечевого ствола (менее 1% случаев).

Второй сегмент (V2) — это вертикальная часть позвоночной артерии от точки входа ее в отверстие поперечного отростка позвонка до поперечного отростка С2. **Третий сегмент (V3)** позвоночной артерии продолжается от выхода из поперечного отростка С2 до входа в спинномозговой канал. После выхода из отверстия поперечного отростка С2 артерия следует латерально и кзади и входит в отверстие поперечного отростка С1. Затем артерия следует назад и медиально и располагается в горизонтальной борозде на краниальной поверхности задней дуги С1. Ближе к срединной линии позвоночная артерия резко поворачивает и проникает через заднюю атлантозатылочную мембрану в позвоночный канал. Аномальные анастомозы позвоночной артерии в этой области встречаются нечасто, однако здесь может существовать анастомоз между позвоночной артерией и наружной или внутренней сонной артерией, которой носит название межсегментарной артерии проатланта. Может наблюдаться локальное удвоение или фенестрация V3 сегмента позвоночной артерии. Также V3 сегмент может давать начало затылочной артерии. Персистирующая первая межсегментарная артерия может встречаться в случаях, когда позвоночная артерия после выхода из отверстия поперечного отростка С2 не входит в отверстие поперечного отростка С1, а проникает в спинномозговой канал ниже уровня С1 (3–4%).

Четвертый сегмент (V4) позвоночной артерии проникает через твердую мозговую оболочку и следует в большое затылочное отверстие, на уровне которого артерия располагается кпереди от продолговатого мозга и иногда образует анастомоз с противоположной позвоночной артерией, называемый базилярной артерией. Экстракраниальные сегменты позвоночной артерии дают начало достаточно крупным ветвям, кровоснабжающим глубокие мышцы шеи и мозговые оболочки. Задняя оболочечная ветвь берет начало от позвоночной артерии выше уровня С1 и ниже большого затылочного отверстия и кровоснабжает намет мозжечка и медиальные отделы твердой мозговой оболочки затылочной ямки. Перед тем, как обе позвоночные артерии образуют базилярную артерию, они отдают ветви, которые следуют вниз и медиально и, объединяясь друг с другом, образуют переднюю спинномозговую артерию. Задние спинномозговые артерии могут брать начало от задних нижних мозжечковых артерий или от интракраниальных сегментов позвоночных артерий.

Спинномозговые артерии

Кровоснабжение спинного мозга осуществляется сегментарными ветвями позвоночных артерий, а также многочисленными корешковыми артериями, являющимися ветвями сегментарных сосудов. Такими сегментарными сосудами являются нисходящие шейные, глубокие шейные, межреберные, поясничные и крестцовые артерии. Передняя спинномозговая артерия начинается в области слияния интрадуральных сегментов позвоночных артерий несколько каудальной базилярной артерии. Передняя спинномозговая артерия спускается вдоль срединной линии от большого затылочного отверстия до терминальной нити. Обеспечиваемое передней спинномозговой артерией кровоснабжение спинного мозга дополняется многочисленными сегментарными сосудами. Сегментарные сосуды дают начало передним комиссуральным, или центральным, артериям спинного мозга, которые кровоснабжают передние 2/3 поперечника спинного мозга. Передние 2/3 спинного мозга включают передние рога спинного мозга, спиноталамические тракты и кортикоспинальные тракты. Передняя спинномозговая артерия располагается вдоль срединной линии на вентральной поверхности спинного мозга в борозде передней срединной щели спинного мозга. Задние спинномозговые артерии берут начало от задних ветвей позвоночных артерий или от задних нижних мозжечковых артерий.

Задние спинномозговые артерии являются парными продольно ориентированными сосудами, расположенными вдоль дорзальной поверхности спинного мозга кнутри от дорзальных корешков. Вместе они образуют разветвленную сеть с множеством анастомозов друг с другом. Задние спинномозговые артерии кровоснабжают заднюю 1/3 поперечника спинного мозга, в т. ч. задние столбы спинного мозга и отчасти — кортикоспинальные тракты. Кровоток на уровне каудальных сегментов передней и задних спинномозговых артерий осуществляется благодаря наличию множества анастомозов между ними и сегментарными артериями. Последние являются ветвями дорзальных ветвей позвоночных артерий, подключичных артерий, межреберных и поясничных сегментарных артерий. Дорзальные ветви проникают в спинномозговой канал через невральные отверстия, пенетрируют твердую мозговую оболочку и делятся на две основные ветви: оболочечную ветвь, кровоснабжающую воронку корешка и твердую мозговую оболочку, и радикуломедулярную ветвь. Радикуломедулярная ветвь делится на корешковую артерию, которая проникает в субарахноидальное пространство и кровоснабжает передний и задний корешки спинного мозга. Медулярная ветвь анастомозирует с передней и задней спинномозговыми артериями. Корешковые артерии являются ветвями радикуломедулярной артерии и следуют вдоль переднего и заднего корешков спинного мозга. Передняя корешковая артерия следует вдоль передней поверхности спинного мозга, а задняя корешковая артерия — вдоль задней поверхности спинного мозга.

Многочисленные эмбриональные сегментарные сосуды со временем облитерируются, у взрослых остаются лишь 2–14 (в среднем шесть) передних корешковых артерий и 11–16 задних корешковых артерий. Основные источники кровоснабжения спинного мозга из корешковых артерий на шейном уровне располагаются на уровне С5–С7. Обычно это 2–3 передних корешковых артерии диаметром 400–600 микрон и 3–4 задних корешковых артерии меньшего (150–400 микрон) диаметра. V3 сегмент позвоночной артерии никогда не дает начало радикуломедулярным артериями. На уровне грудного отдела позвоночника сегментарные сосуды дают начало 2–3 питающим спинной мозг артериям. Все они обычно располагаются слева и имеют диаметр примерно 550–1200 микрон. Также могут встречаться вентральные питающие сосуды диаметром 200 микрон. Наблюдается обратное взаимоотношение между числом вентральных корешковых сосудов и их калибром. Описаны т. н. «малосегментарный» вариант кровоснабжения спинного мозга, характеризующийся наличием небольшого числа (менее 5) питающих сосудов крупного калибра, и «полисегментарный» вариант — большее число сосудов, имеющих меньший калибр. Основная передняя корешковая артерия, питающая грудной отдел спинного мозга, также носит название артерии **Адамкевича**. Эта артерия чаще начинается от левых сегментарных артерий (73%) на уровне Т9–Т12 (62%), реже — на поясничном уровне (26%) и еще реже — на уровне Т6–Т8 (12%).

Крупный питающий спинной мозг сосуд может также обнаруживаться на уровне верхнегрудного отдела позвоночника, чаще на уровне Т5. Этот сосуд называется артерией **Галлера**. Число задних питающих спинной мозг сосудов обычно составляет 9–12 (в среднем восемь). На грудном уровне они не отличаются преимущественной правосторонней или левосторонней локализацией. Диаметр этих сосудов составляет примерно 150–400 микрон. На пояснично-крестцовом уровне и уровне таза берет начало 0–1 питающий спинной мозг сосуд. Передняя спинномозговая артерия заканчивается на уровне конуса спинного мозга, где она образует коммуникантные ветви с задними спинномозговыми артериями. От задних отделов подвздошных артерий берут начало нижние и верхние латеральные крестцовые артерии, которые входят в передние крестцовые отверстия и дают начало спинномозговым артериям. От передних отделов подвздошных артерий берут начало нижние ягодичные артерии, кровоснабжающие седалищный нерв. Задние ветви внутренних подвздошных артерий дают начало подвздошно-поясничным артериям, кровоснабжающим на уровне крыльев подвздошной кости бедренный нерв.

Спинномозговые вены

Вены спинного мозга в основном расположены параллельно соответствующим спинномозговым артериям. Венозные коллекторы, однако, характеризуются симметричностью распределения, в отличие от артерий (которые кровоснабжают спинной мозг в значительной степени асимметрично): сегментарные вариации между задними и передними, правыми и левыми венозными стволами выражены минимально. В толще паренхимы спинного мозга располагаются две группы радиально ориентированных венозных коллекторов, которые на поверхности спинного мозга образуют множество анастомозов. Центральная группа вен осуществляет венозный возврат крови от передних рогов спинного мозга и окружающего их белого вещества и дренируется в центральные вены, расположенные в области передней срединной борозды спинного мозга. Здесь из них формируется передняя срединная вена. Периферия дорзальных и латеральных отделов поперечника спинного мозга дренируется мелкими бесклапанными радиально ориентированными венами, которые сообщаются с венозным сплетением на поверхности спинного мозга и которое в свою очередь дренируется в эпидуральное венозное сплетение Батсона. Эпидуральное сплетение образовано передним и задним внутренними позвоночными сплетениями и сообщается с системами верхней и нижней полых вен, непарной и полунепарной вен и внутричерепными венозными синусами. Венозные коллекторы спинного мозга включают от 30 до 70 корешково-медуллярных вен. Передняя срединная вена каудально продолжается вдоль терминальной нити и заканчивается на уровне дистального конца дурального мешка. Фронтальная и срединная вены дренируются в медуллярные вены, которые покидают интрадуральное пространство в области дуральных воронок корешков и продолжают в эпидуральное венозное сплетение. На уровне листка ТМО медуллярные вены имеют клапаноподобный механизм, предотвращающий рефлюкс крови из эпидурального сплетения в интрадуральное пространство. Интрадуральные сегменты вен клапанов не имеют.

Эмбриология

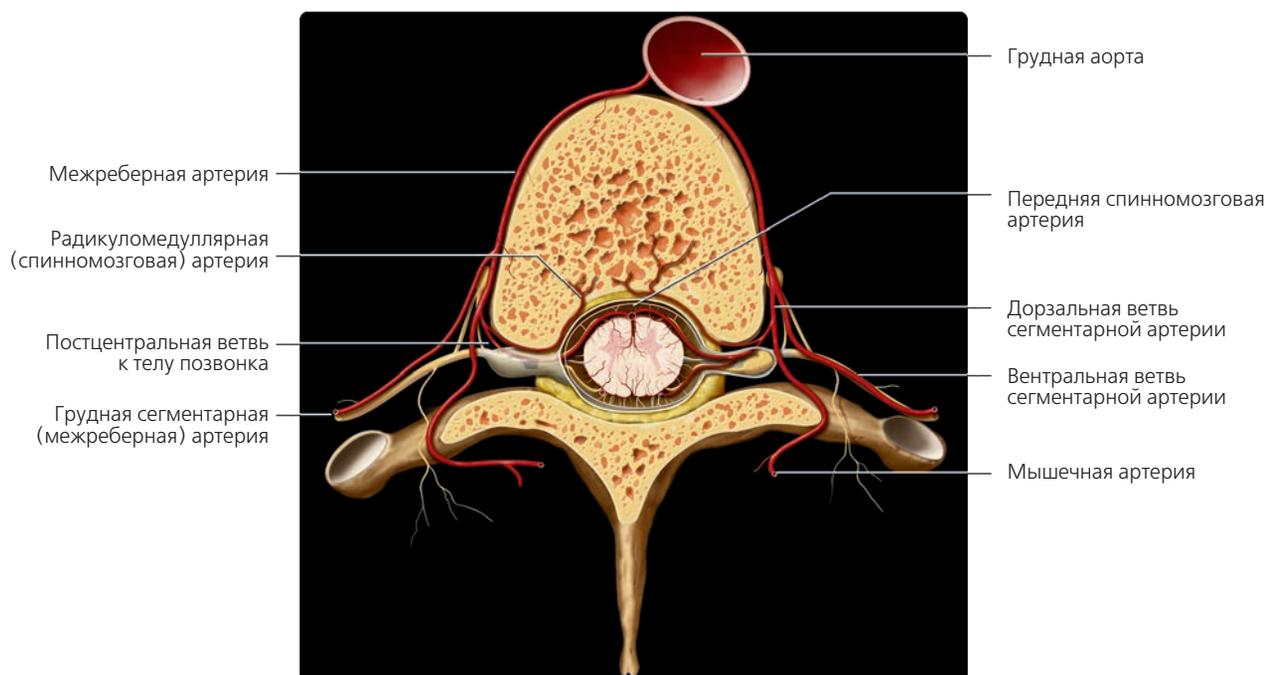
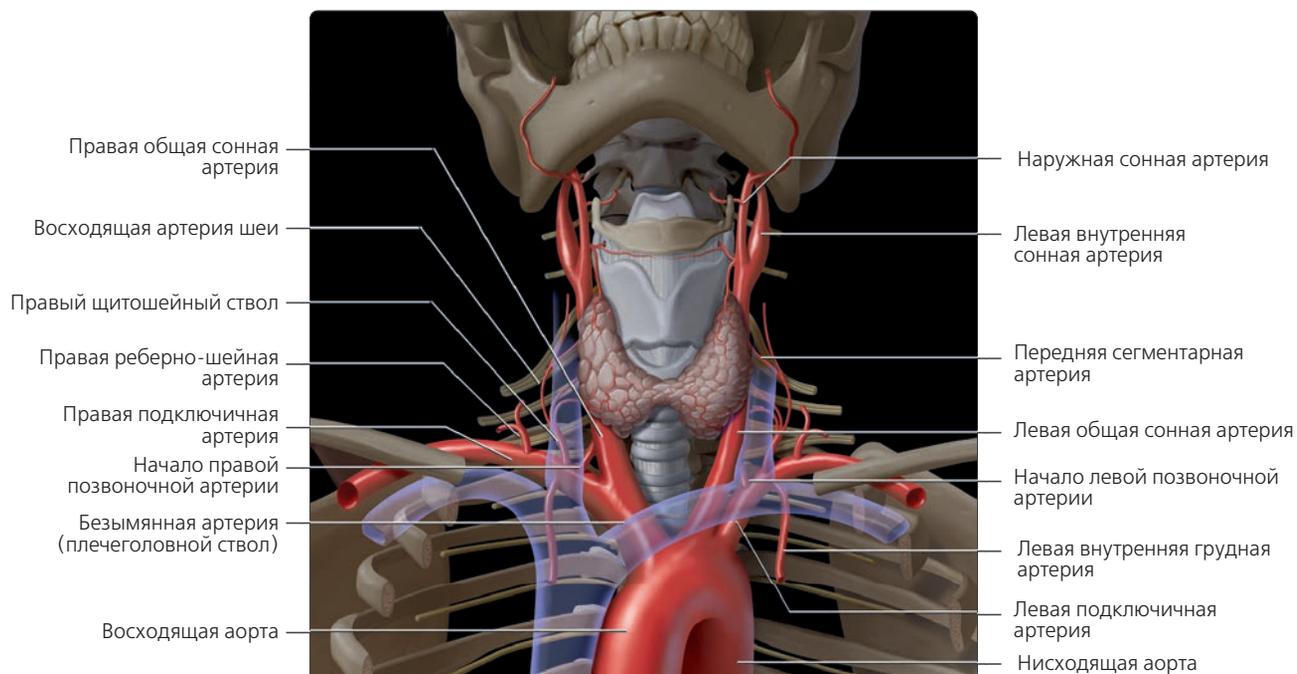
Эмбриогенез позвоночной артерии начинается примерно на 32 день эмбрионального развития и заканчивается к 40 дню. Позвоночная артерия образуется путем слияния продольного анастомоза, соединяющего межсегментарные артерии, являющиеся ветвями примитивной

парной дорзальной аорты. Межсегментарные артерии в процессе эмбриогенеза регрессируют, за исключением седьмой пары этих артерий, из которых формируются проксимальные сегменты подключичных артерий, включающие зоны, где начинается позвоночная артерия. По мере исчезновения анастомозов с примитивной дорзальной аортой позвоночная артерия начинает приобретать типичную для сосуда форму, хотя в течение некоторого периода вид ее все еще имеет форму бус и извитой ход. Базиллярная артерия формируется путем слияния двух примитивных позвоночных артерий.

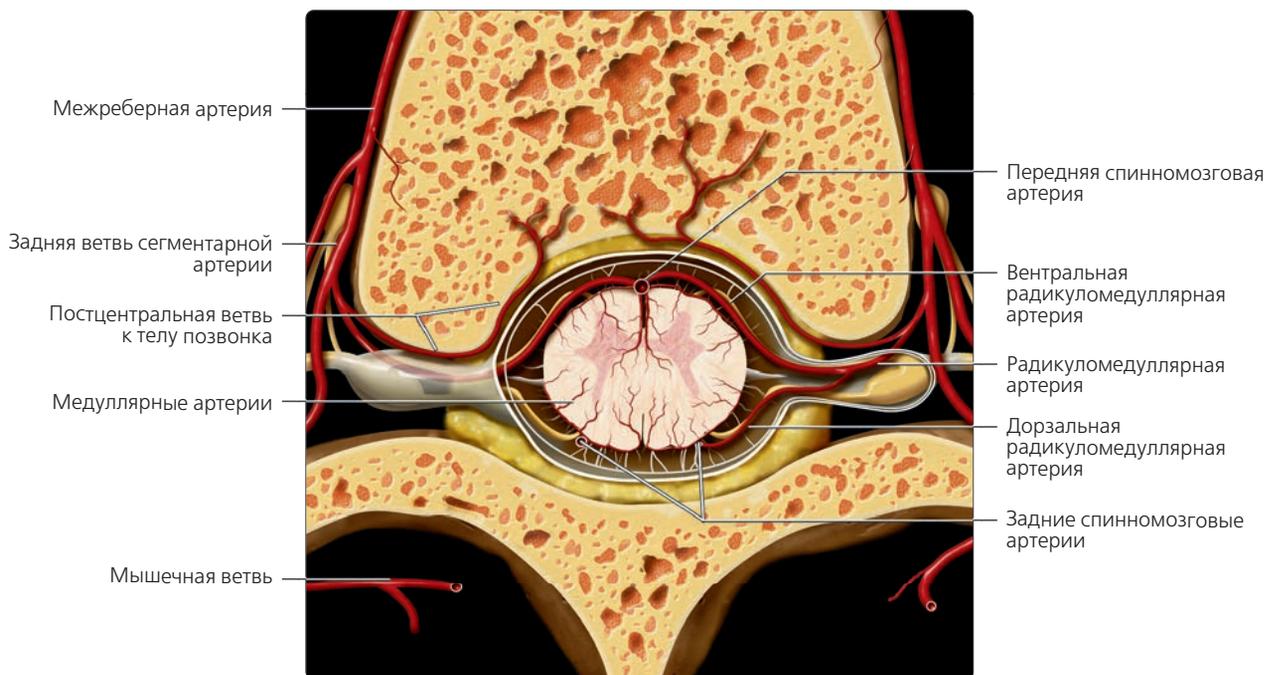
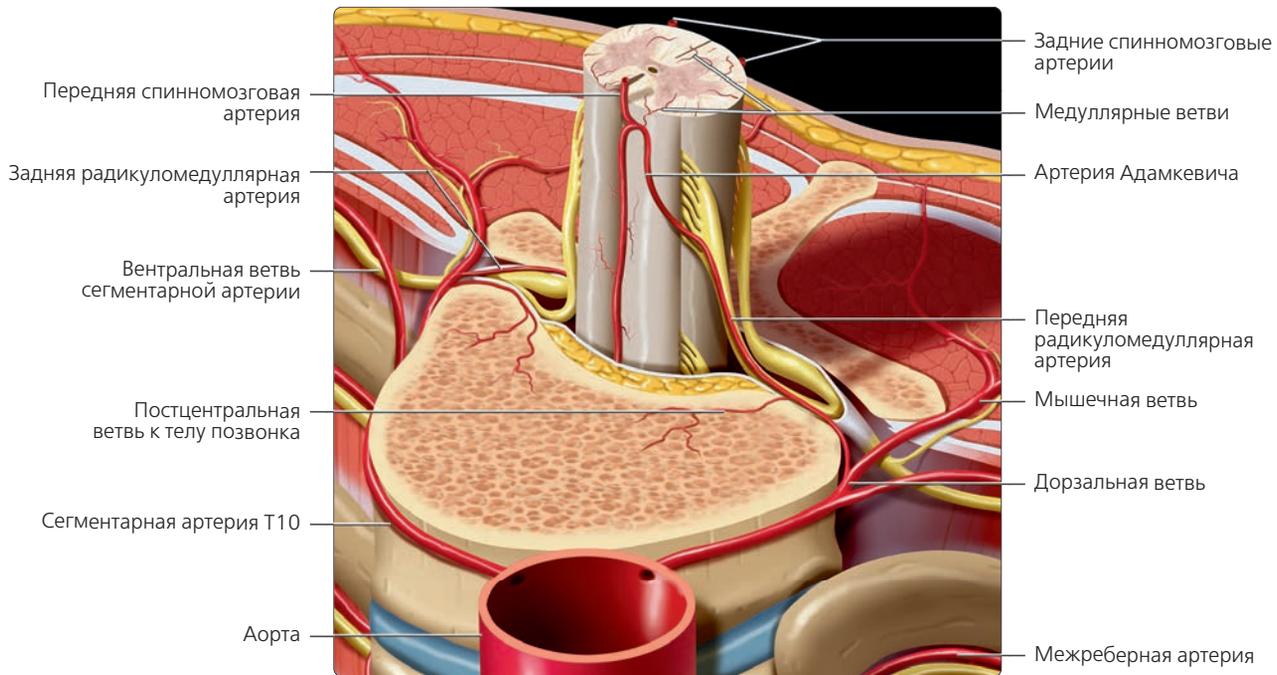
Сосуды спинного мозга берут начало от капиллярной сети на вентральной поверхности спинного мозга, сообщающейся с сегментарными ветвями аорты. Здесь образуется две примитивные артериальные системы. К концу второго месяца эмбрионального развития вентролатеральные артериальные системы трансформируются в единственную срединно расположенную переднюю спинномозговую артерию. Напоминающий сплетение сосудистый рисунок артериальной сети остается только на дорзальной поверхности спинного мозга. Формирование передней спинномозговой артерии сопровождается в различной степени выраженным регрессированием сегментарных питающих сосудов (число которых изначально соответствует числу сегментов спинного мозга — 31). Этот процесс завершается к четвертому месяцу гестации. Наиболее выражен этот регресс на грудном и поясничном уровнях. Сегментарные артерии сохраняются только в виде межреберных и поясничных артерий. На шейном уровне сохраняются дорзальные межсегментарные анастомозы, являющиеся ветвями позвоночных артерий. Вентральные анастомозы на уровне шеи образуют щитошейный ствол.

Избранные ссылки

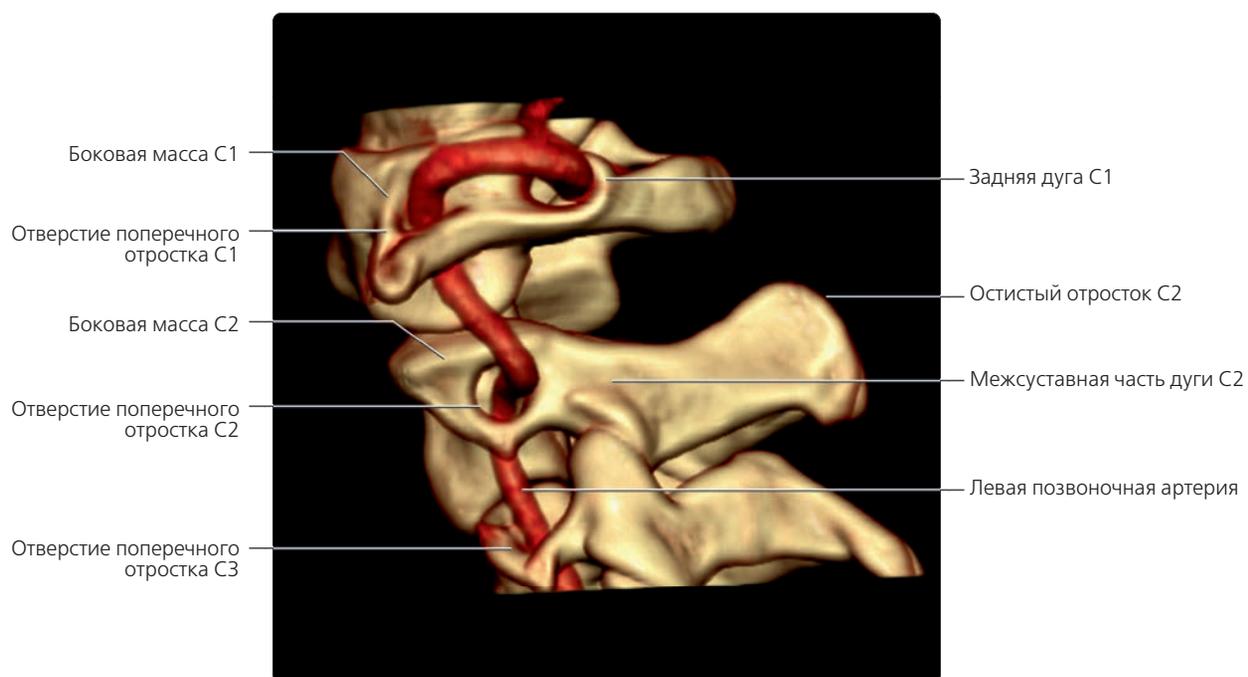
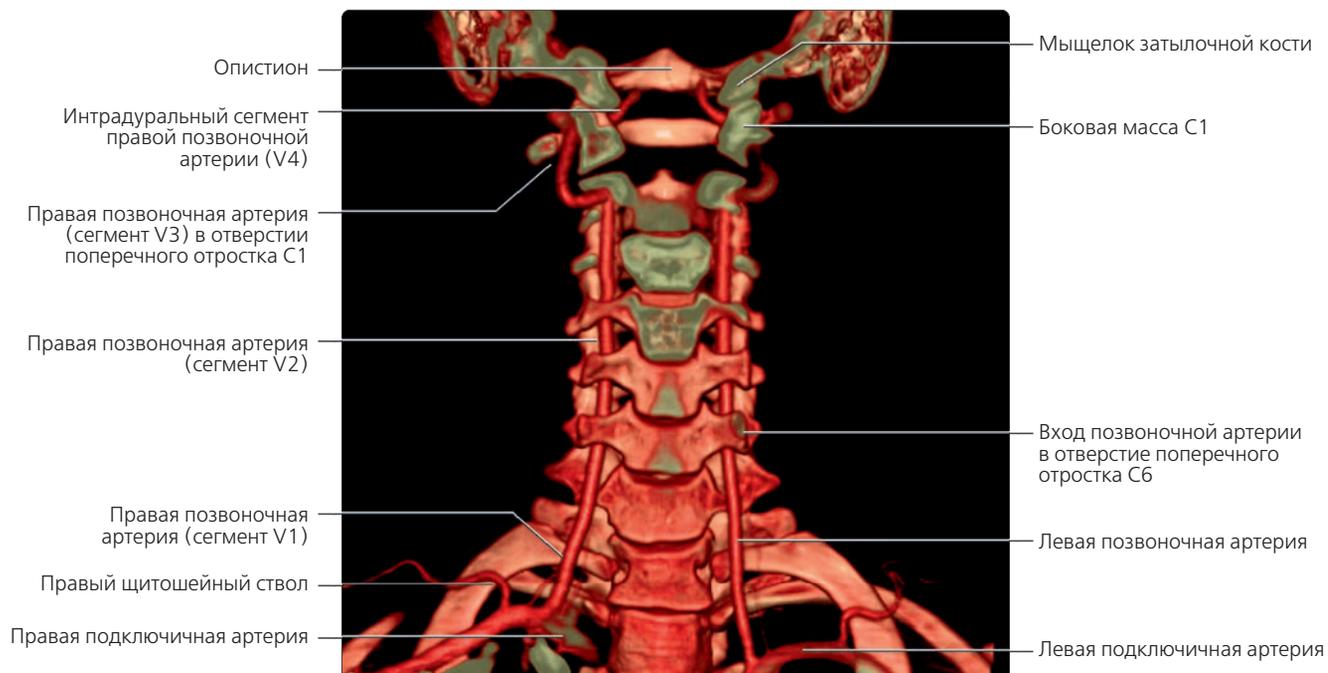
1. Gailloud P: The artery of von Haller: a constant anterior radiculomedullary artery at the upper thoracic level. *Neurosurgery*. 73(6):1034-43, 2013
2. Eskander MS et al: Vertebral artery anatomy: a review of two hundred fifty magnetic resonance imaging scans. *Spine (Phila Pa 1976)*. 35(23):2035-40, 2010
3. Becske T et al: The vascular anatomy of the vertebro-spinal axis. *Neurosurg Clin N Am*. 20(3):259-64, 2009
4. Bell R et al: Neurovascular anatomy: a practical guide. *Neurosurg Clin N Am*. 20(3):265-78, 2009
5. Debette S et al: Cervical-artery dissections: predisposing factors, diagnosis, and outcome. *Lancet Neurol*. 8(7):668-78, 2009
6. Goyal MS et al: The diagnosis and management of supraaortic arterial dissections. *Curr Opin Neurol*. 22(1):80-9, 2009
7. Johnson MH et al: Vascular anatomy: the head, neck, and skull base. *Neurosurg Clin N Am*. 20(3):239-58, 2009
8. Kim YK et al: Cervical artery dissection: pathology, epidemiology and management. *Thromb Res*. 123(6):810-21, 2009
9. Tubbs RS et al: Surgical anatomy and quantitation of the branches of the V2 and V3 segments of the vertebral artery. Laboratory investigation. *J Neurosurg Spine*. 11(1):84-7, 2009
10. Wang S et al: Anomalous vertebral artery in craniovertebral junction with occipitalization of the atlas. *Spine (Phila Pa 1976)*. 34(26):2838-42, 2009
11. Bagheri SC et al: Penetrating neck injuries. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 20(3):393-414, 2008
12. Chen JW: Cervical spine injuries. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 20(3):381-91, 2008
13. Turan TN et al: Treatment of intracranial atherosclerotic stenosis. *Rev Neurol Dis*. 5(3):117-24, 2008
14. Schmidt WA: Takayasu and temporal arteritis. *Front Neurol Neurosci*. 21:96-104, 2006
15. Nelson PK et al: Vertebrospinal angiography in the evaluation of vertebral and spinal cord disease. *Neuroimaging Clin N Am*. 6(3):589-605, 1996



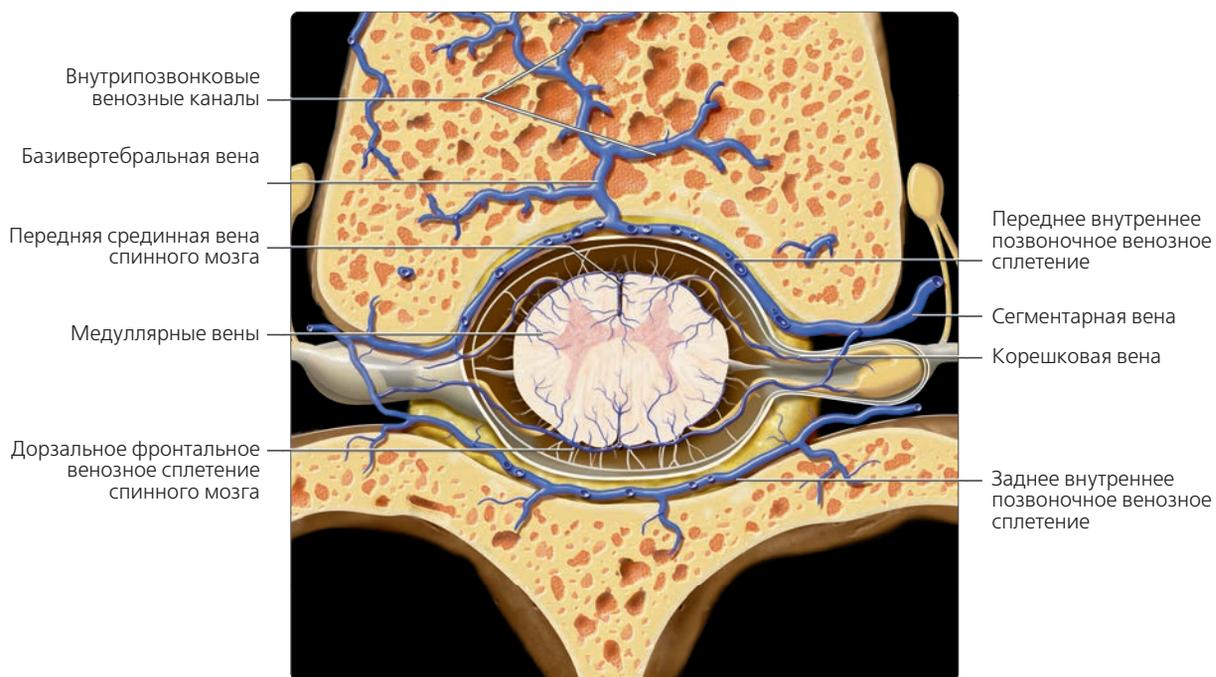
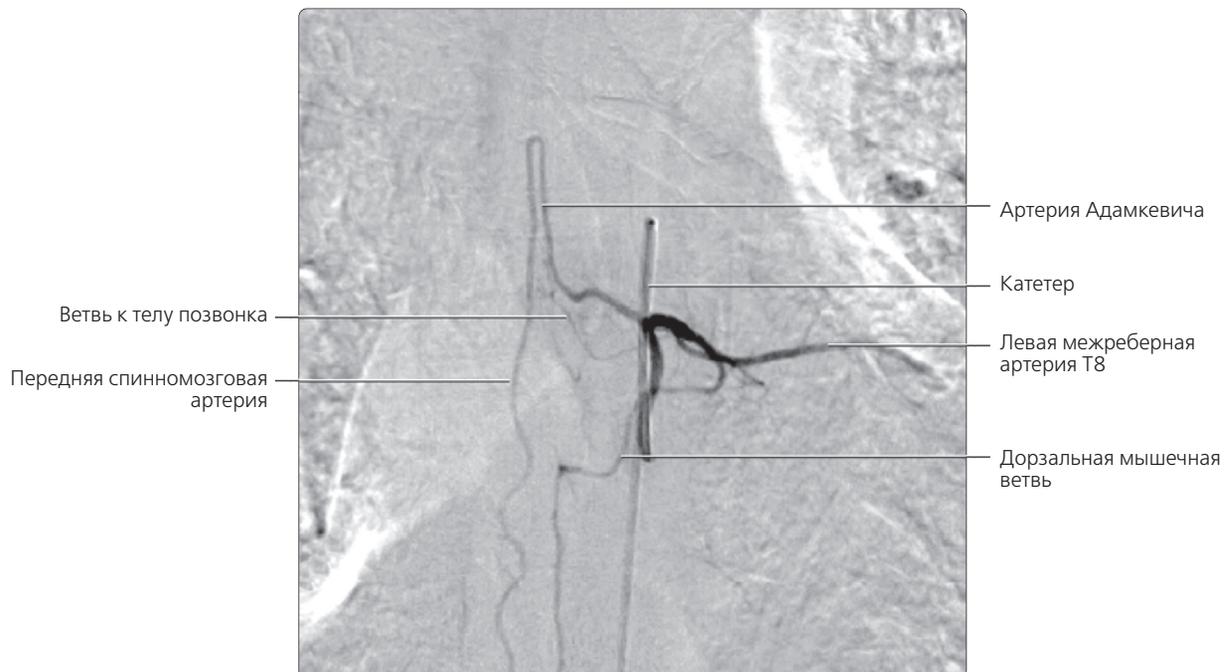
(Вверху) На схеме дуга аорты и ее ветви обозначены красным. Позвоночные артерии дают начало передней и задней спинномозговым артериями. Восходящие артерии шеи, ветви щитовидных стволков дают начало передним и задним сегментарным медуллярным артериям, которые на поверхности спинного мозга анастомозируют с ПСА и ЗСА. Ангиография позвоночника включает исследование всех этих сосудов. **(Внизу)** На этом аксиальном срезе на примере нижнегрудного позвоночного сегмента показана схема артериального кровоснабжения позвоночника и содержимого спинномозгового канала. Это кровоснабжение осуществляется системой парных сегментарных артерий (на шейном уровне они являются ветвями позвоночных и щитовидных артерий, на грудном уровне – ветвями межреберных артерий, на поясничном – поясничных артерий), которые делятся на переднюю и заднюю ветви. Задняя ветвь отдает мышечную ветвь, ветвь к телу позвонка и радикуломедуллярную артерию. Радикуломедуллярная артерия через невральное отверстие проникает в позвоночный канал.



(Вверху) На трехмерной-схеме позвонка T10 показаны сегментарные межреберные артерии, берущие начало от нижнегрудного отдела аорты. Артерия Адамкевича является наиболее крупным сегментарным питающим сосудом спинного мозга, кровоснабжающим посредством передней спинномозговой артерии передние отделы спинного мозга. Обратите внимание на характерный изгиб артерии на поверхности спинного мозга в виде «шпильки» — вначале она следует вверх, а затем резко меняет свое направление и следует вниз. **(Внизу)** Передняя и задняя радикуломедуллярные артерии анастомозируют с передней и задней спинномозговыми артериями. Проникающие в паренхиму спинного мозга медуллярные артерии по большей части являются конечными ветвями, характеризующимися небольшим числом коллатералей. Зона «водораздела» в спинном мозге находится в области центрального серого вещества.



(Вверху) 3D КТ-ангиограмма в прямой проекции, отражающая ход позвоночных артерий, которые входят в отверстия поперечного отростка С6 и следуют до большого затылочного отверстия. У этого пациента обе позвоночные артерии входят в отверстия поперечного отростка на уровне С6 — это наиболее распространенный анатомический вариант. Левая позвоночная артерия может брать начало непосредственно от дуги аорты и входить в отверстие поперечного отростка более краниального сегмента — С5. **(Внизу)** На этой 3D КТ-ангиограмме в боковой проекции представлены ход дистального сегмента левой позвоночной артерии на уровне С1 и горизонтальное расположение отверстия поперечного отростка С2.



(Вверху) При этой субтракционной ангиографии контраст был введен в левую межреберную артерию Т8, после чего была контрастирована имеющая характерный, напоминающий «шпильку» изгиб, основная питающая грудной отдел спинного мозга артерия – артерия Адамкевича. Сегмент этой артерии, начинающийся от места изгиба и следующий вниз, – это передняя спинномозговая артерия, которая кровоснабжает 2/3 поперечника спинного мозга. **(Внизу)** На схеме аксиального среза показано внутреннее позвоночное венозное сплетение. Корешковые вены следуют вдоль дорзальной и вентральной ветвей корешков спинного мозга постепенно отдавая ветви в переднее или заднее внутренние сплетения и заканчиваясь сегментарными венами, которые отводят кровь в систему верхней или нижней полых вен.

Персистирующая первая межсегментарная артерия

КЛЮЧЕВЫЕ ФАКТЫ

ТЕРМИНОЛОГИЯ

- Анатомический вариант строения V3 сегмента позвоночной артерии (ПА), при котором она проникает в спинномозговой канал ниже дуги C1, на уровне C1–C2
- Односторонний вариант практически у 4% людей

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

- Округлое сосудистое образование медиальной дуги C1
 - Может быть видна костная борозда на внутренней поверхности задней дуги C1 в области расположения сосуда
- Сосудистая полость ниже дуги C1 на парасагитальных томограммах
- Сосудистая полость кнутри от дуги C1 на аксиальных томограммах

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ДИАГНОЗ

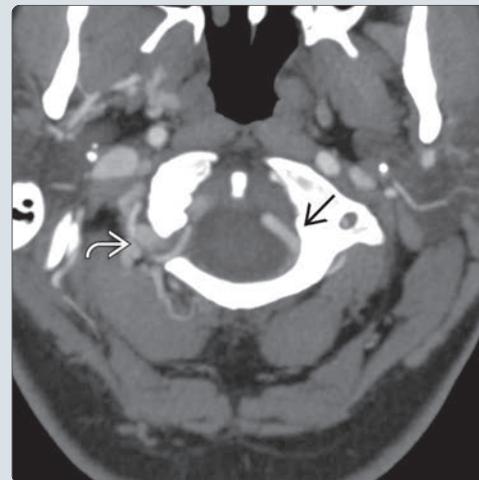
- Межсегментарная артерия проатланта
 - Сохранившийся каротидно-базиллярный анастомоз
- Фенестрированная позвоночная артерия

- Нормальное расположение V3 сегмента выше дуги C1, однако V2 сегмент входит в канал на уровне C1–C2
- Низкое начало задней нижней мозжечковой артерии (ЗНМА)
 - Нормальное расположение V3 сегмента выше дуги C1, однако ЗНМА начинается низко и входит в канал на уровне C1–C2
- Шейно-мышечная коллатераль позвоночной артерии

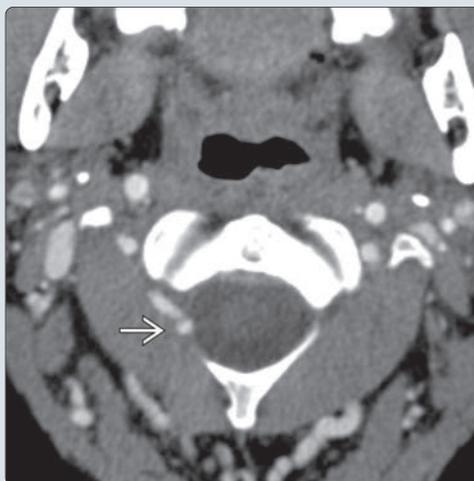
КЛИНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

- Обычно существует бессимптомно
- Может быть источником проблем при интервенционных рентгенологических или хирургических вмешательствах
 - При введении винтов в боковые массы C1 возникает опасность повреждения сосуда, поэтому в подобных ситуациях предпочтительны трансартикулярные винты C1–C2
 - Высокий риск повреждения сосуда при пункции междужкового пространства C1–C2 в его латеральных отделах при выполнении миелографии

(Слева) На 3D КТ-ангиограмме хорошо виден ход левой позвоночной артерии , которая ниже дуги C1 представляет собой персистирующую первую межсегментарную артерию . В отверстии поперечного отростка и над дугой C1 располагается гипопластичная истинная левая позвоночная артерия . (Справа) На аксиальной КТ-ангиограмме слева визуализируется персистирующая первая межсегментарная артерия, следующая в краниальном направлении от уровня ниже дуги C1 . Правая позвоночная артерия располагается нормально – выше дуги C1 .



(Слева) На аксиальной КТ-ангиограмме визуализируется персистирующая первая межсегментарная артерия, являющаяся анатомическим вариантом правой позвоночной артерии: артерия входит в спинномозговой канал ниже правой половины дуги C1  в междужковом промежутке C1–C2. (Справа) На представленной аксиальной КТ-ангиограмме определяется типичная первая межсегментарная артерия, являющаяся анатомическим вариантом строения правой позвоночной артерии. Артерия входит в канал ниже дуги C1, располагается на внутренней поверхности дуги C1  и следует в краниальном направлении.



ТЕРМИНОЛОГИЯ

Определения

- Анатомический вариант строения V3 сегмента позвоночной артерии (ПА), при котором она проникает в спинномозговой канал ниже дуги C1, на уровне C1–C2
- Односторонний вариант практически у 4% людей
- Двусторонний вариант встречается нечасто (< 1%)

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

Общие характеристики

- Наиболее значимый диагностический признак
 - ПА проходит между атлантом и осевым позвонком в пространстве, где обычно находится только C2 корешок
 - На аксиальных изображениях определяется как сосуд, расположенный кнутри от наружных границ дуги C1
- Локализация
 - Уровень C1–C2, ниже дуги C1
- Размеры
 - Вариабельны, обычно такие же, как у нормальной ПА

КТ

- КТ-ангиография
 - Округлое сосудистое образование медиальной дуги C1
 - Может быть видна костная борозда на внутренней поверхности задней дуги C1 в области расположения сосуда
 - Обращайте внимание на явную асимметрию размеров отверстий поперечных отростков – это основной признак анатомического варианта строения ПА

МРТ

- T2-ВИ
 - Сосудистая полость ниже дуги C1 на парасагитальных изображениях
 - Сосудистая полость кнутри от дуги C1 на аксиальных изображениях

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ДИАГНОЗ

Межсегментарная артерия проатланта

- Сохранившийся каротидно-базиллярный анастомоз
- Персистирующая межсегментарная артерия проатланта 2 типа берет начало от наружной сонной артерии и анастомозирует в межпозвоночном промежутке C1–C2 с нормально расположенной позвоночной артерией

Фенестрированная позвоночная артерия

- Нормальное расположение V3 сегмента выше дуги C1, однако V2 сегмент входит в канал на уровне C1–C2

Низкое начало задней нижней мозжечковой артерии (ЗНМА)

- Нормальное расположение V3 сегмента выше дуги C1, однако ЗНМА начинается низко и входит в канал на уровне C1–C2

Шейно-мышечная коллатераль позвоночной артерии

- Коллатеральная ветвь, соединяющая проксимальный сегмент позвоночной или сонной артерии с дистальным сегментом позвоночной артерии при окклюзии проксимальных сегментов позвоночной артерии
- На уровне C1–C2 эта коллатераль скорее всего является ветвью наружной сонной артерии (затылочная артерия)

ПАТОЛОГИЯ

Общие характеристики

- Этиология
 - Первая шейная межсегментарная артерия существует на этапе эмбрионального развития
 - Нарушение ресегментации эмбрионального склеротома

КЛИНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

Клиническая картина

- Наиболее распространенные симптомы/признаки
 - Обычно существует бессимптомно
 - Может быть источником проблем при интервенционных рентгенологических или хирургических вмешательствах
 - При введении винтов в боковые массы C1 возникает опасность повреждения сосуда, поэтому в подобных ситуациях предпочтительны трансартикулярные винты C1–C2
 - Возможные типы сосудистых повреждений
 - Формирование артериовенозной фистулы
 - Окклюзия
 - Расслоение стенки ПА
 - Массивное кровотечение
 - Высокий риск повреждения сосуда при пункции междужкового пространства C1–C2 в его латеральных отделах при выполнении миелографии
 - Описаны редкие случаи компрессии спинного мозга на фоне двусторонней персистенции первых межсегментарных артерий
 - Также существуют публикации о связи в редких случаях этой аномалии со следующими состояниями
 - Цервикалгия
 - Затылочная невралгия
 - Парез добавочного нерва

ИЗБРАННЫЕ ССЫЛКИ

1. O'Donnell CM et al: Vertebral artery anomalies at the craniocervical junction in the US population. *Spine (Phila Pa 1976)*. 39(18):E1053-7, 2014
2. Nakashima K et al: Persistent primitive first cervical intersegmental artery (proatlantal artery II) associated with subarachnoid hemorrhage of unknown origin. *Clin Neurol Neurosurg*. 114(1):90-2, 2012
3. Uchino A et al: Vertebral artery variations at the C1-2 level diagnosed by magnetic resonance angiography. *Neuroradiology*. 54(1):19-23, 2012
4. Hong JT et al: Posterior C1 stabilization using superior lateral mass as an entry point in a case with vertebral artery anomaly: technical case report. *Neurosurgery*. 68(1 Suppl Operative):246-9; discussion 249, 2011
5. Lee SH et al: Posterior C1-2 fusion using a polyaxial screw/rod system for os odontoideum with bilateral persistence of the first intersegmental artery. *J Neurosurg Spine*. 14(1):10-3, 2011
6. Tubbs RS et al: Persistent fetal intracranial arteries: a comprehensive review of anatomical and clinical significance. *J Neurosurg*. 114(4):1127-34, 2011
7. Carmody MA et al: Persistent first intersegmental vertebral artery in association with type II odontoid fracture: surgical treatment utilizing a novel C1 posterior arch screw: case report. *Neurosurgery*. 67(1):210-1; discussion 211, 2010
8. Ulm AJ et al: Normal anatomical variations of the V₃ segment of the vertebral artery: surgical implications. *J Neurosurg Spine*. 13(4):451-60, 2010
9. Yamazaki M et al: Anomalous vertebral artery at the extraosseous and intraosseous regions of the craniocervical junction: analysis by threedimensional computed tomography angiography. *Spine (Phila Pa 1976)*. 30(21):2452-7, 2005

Персистирующая подъязычная артерия

КЛЮЧЕВЫЕ ФАКТЫ

ТЕРМИНОЛОГИЯ

- Сохранившийся в зрелом возрасте каротидно-базиллярный анастомоз, расположенный в подъязычном канале и соединяющий внутреннюю сонную и базилярную артерии

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ДИАГНОЗ

- Межсегментарная артерия проатланта
 - Тип 1: артерия берет начало от каудального отдела внутренней сонной артерии и следует между дугой С1 и затылочной костью, заканчиваясь анастомозом с дистальным отделом одноименной позвоночной артерии
 - Тип 2: артерия берет начало от наружной сонной артерии, следует в межпозвоночном промежутке С1–С2 и анастомозирует с одноименной позвоночной артерией

ПАТОЛОГИЯ

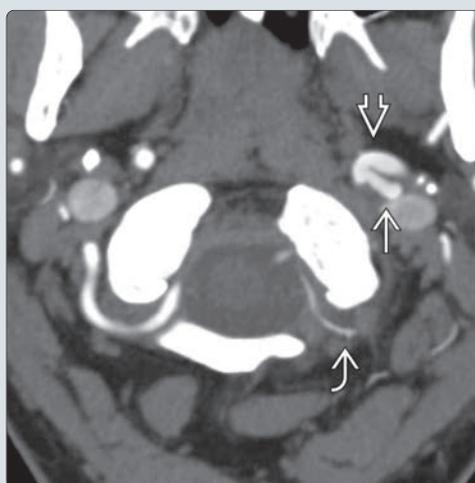
- Описаны четыре возможных варианта анастомоза между сонной и базилярной артериями
- **Тройничная артерия** (0,1–0,5%)

- **Ушная артерия** (очень редко, $\leq 0,001\%$)
- **Подъязычная артерия** (0,1%)
 - Прimitивная подъязычная артерия берет начало от шейного отдела внутренней сонной артерии на уровне С1–С3
 - Проксимальные отделы позвоночных артерий обычно гипопластичны
- **Межсегментарная артерия проатланта** (0,02%)

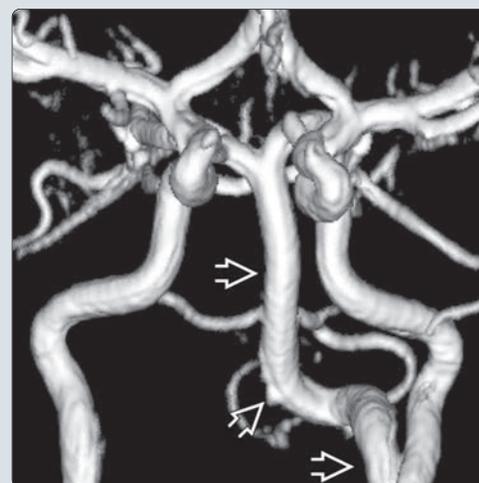
КЛИНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

- Обычно существует бессимптомно
- Существуют отдельные публикации о смешанных типах патологических изменений, связанных с этой аномалией
 - Аневризма (частота скорее всего не превышает таковую в общей популяции)
 - Атеросклеротический стеноз персистирующей подъязычной артерии
 - Дисфункция подъязычного нерва и невралгия языкоглоточного нерва

(Слева) На аксиальной КТ-ангиограмме контрастирована левая внутренняя сонная артерия [1], дающая начало аномальной подъязычной артерии [2]. Обратите внимание на небольшие размеры дистального сегмента левой позвоночной артерии [3]. (Справа) На аксиальной КТ-ангиограмме (срез на уровне левого подъязычного канала [4]) контрастирована персистирующая подъязычная артерия, проникающая через расширенный подъязычный канал в заднюю черепную ямку и сообщаящаяся с артериями вертебробазиллярного бассейна.



(Слева) На серии МР-ангиограмм определяется крупная артерия [1], берущая начало от левой внутренней сонной артерии выше бифуркации общей сонной артерии, следующая дорзально через подъязычный канал и участвующая в формировании базилярной артерии. (Справа) На представленной 3D МР-ангиограмме определяется атипичный сосуд [2], участвующий в формировании базилярной артерии.



ЧАСТЬ VI
РАЗДЕЛ 1

Поражение нервных сплетений и периферических нервов



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

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 паравerteбральные 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 плечевой 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 Cx1 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

MRT 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).

MRT 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 повреждению нервов может приводить прием препаратов из группы алкалоидов барвинка, препаратов золота, амиодарона, далсона, 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 Вегенера.

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

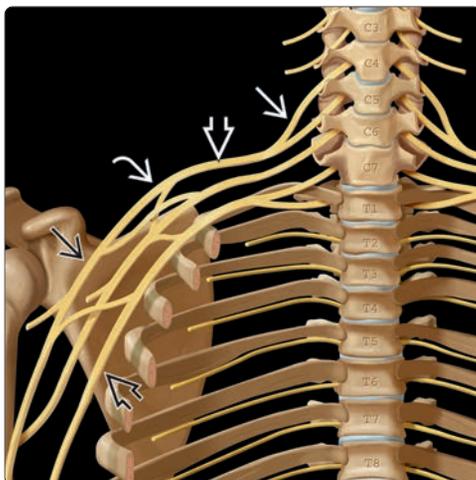
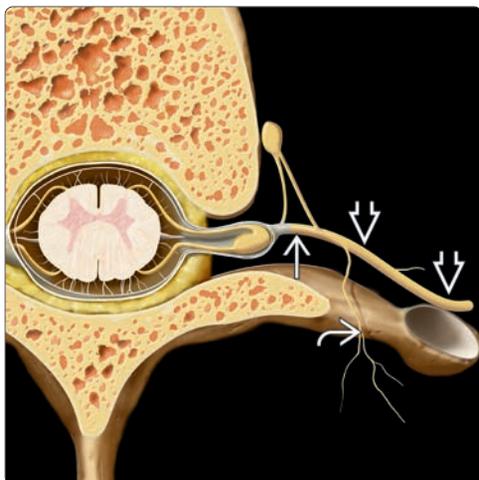
Нерв	Происхождение	Двигательная/чувствительная иннервация	Важные ветви
Лучевой нерв	Терминальная ветвь заднего пучка плечевого сплетения	Иннервирует разгибатели плеча и предплечья (трехглавую, плечелучевую и мышцы-разгибатели на предплечье)	Наиболее важной ветвью является задний межкостный нерв
Срединный 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 (клювоплечевую, двуглавую и плечевую мышцы)	
Подмышечный нерв	Терминальная ветвь заднего пучка плечевого сплетения	Иннервирует дельтовидную и малую круглую мышцы	

Основные нервы пояснично-крестцового сплетения

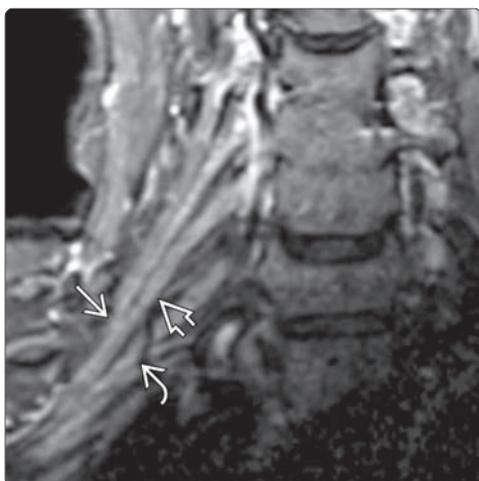
Нерв	Происхождение	Двигательная/чувствительная иннервация
Запирательный нерв	Терминальная ветвь поясничного сплетения (передние ветви)	Иннервирует приводящие мышцы бедра
Бедренный нерв	Терминальная ветвь поясничного сплетения (задние ветви)	Иннервирует подвздошную, поясничную мышцы и четырехглавую мышцу 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

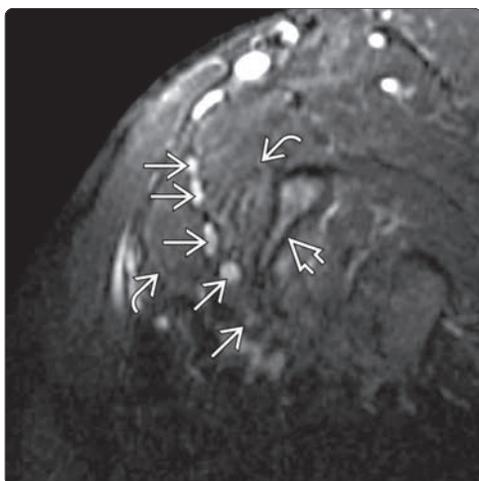
Режим исследования	Технические параметры	Технические комментарии
Фронтальные T1-ВИ	Толщина среза 3–4 мм, область сканирования 20–24 см, без промежутков между срезами	Строго фронтальная плоскость, без перекоса
Фронтальные T2-ВИ или STIR с насыщением жировой ткани	Толщина среза 3–4 мм, область сканирования 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 .

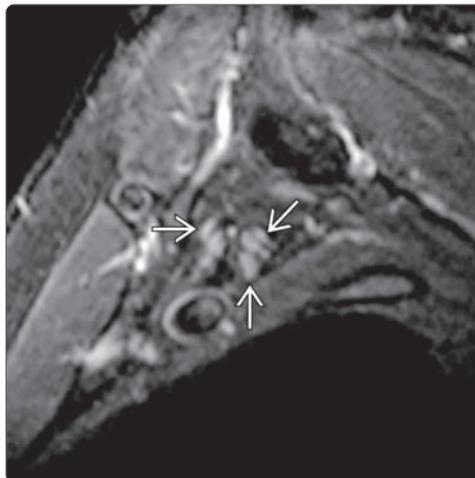


(Слева) На фронтальном STIR МР-И верхней части правого плечевого сплетения визуализируются нормальные несколько гиперинтенсивные корешки/ветви C5–T1 плечевого сплетения. Из корешков C5 и C6 формируется верхний ствол , из C7 – средний ствол , из C8 и T1 – нижний ствол . (Справа) На фронтальном STIR МР-И 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.

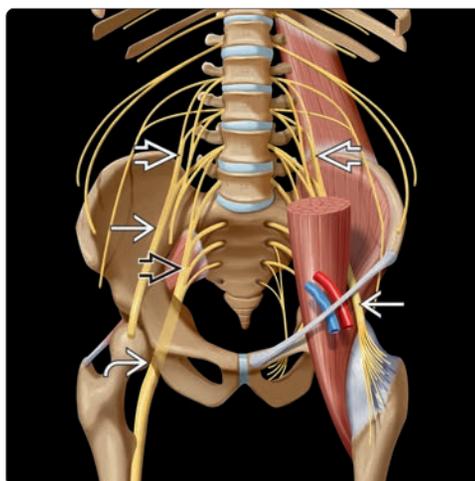


(Слева) На косо-сагитальном STIR МР-И визуализируются вентральные первичные ветви  C5–T1 на участке до формирования стволы плечевого сплетения. Корешок C8 выходит над первым ребром , а T1 – под ним. Плечевое сплетение наподобие сэндвича располагается между передней и средней лестничными мышцами . (Справа)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

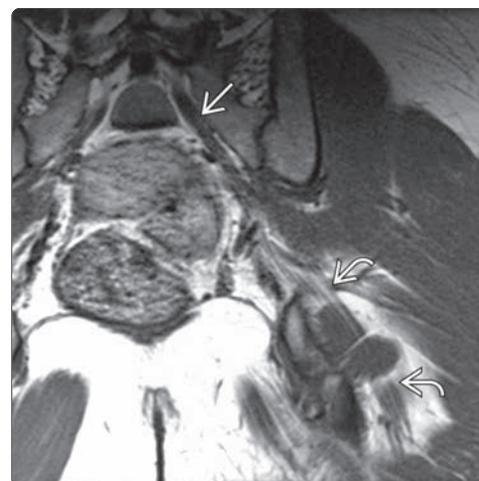
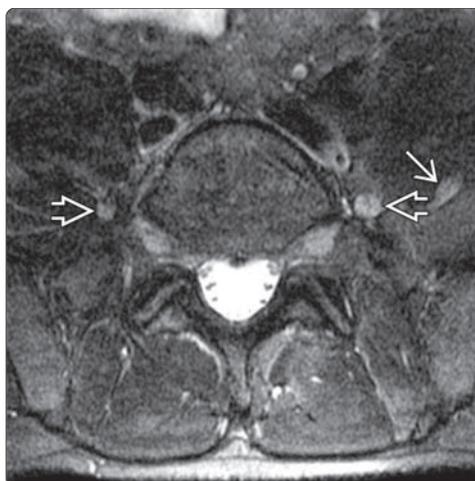
(Слева) Косо-сагиттальный STIR MP-И правого плечевого сплетения дистальнее уровня стволов и их ветвей: формирование трех пучков плечевого сплетения (латерального, медиального и заднего) . (Справа) Аксиальный срез, STIR MP-И: вентральные первичные ветви C5, C6 и C7 , расположенные между передней и средней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

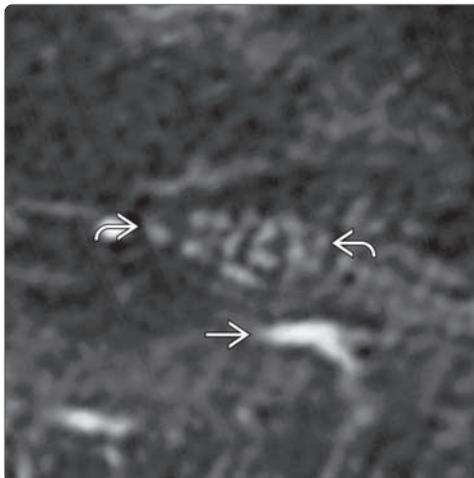
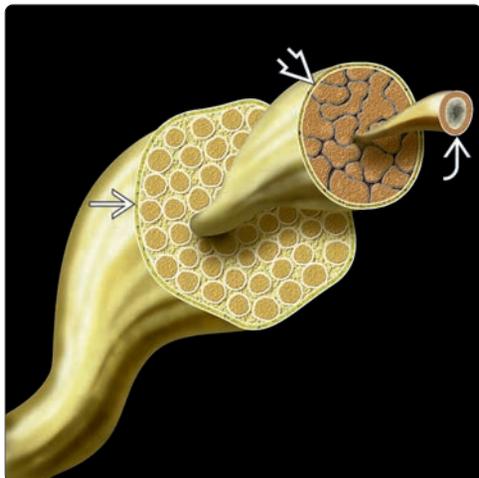


(Слева) На схеме показано пояснично-крестцовое сплетение , стволы которого проходят вентральной квадратной мышцей поясницы и подвздошной мышцей и медиальной поясничной мышцей. Бедренный нерв , крупная терминальная ветвь поясничного сплетения, проходит между подвздошной и поясничной мышцами под паховой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

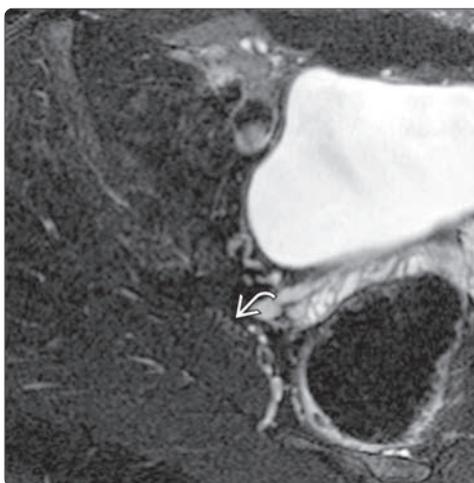
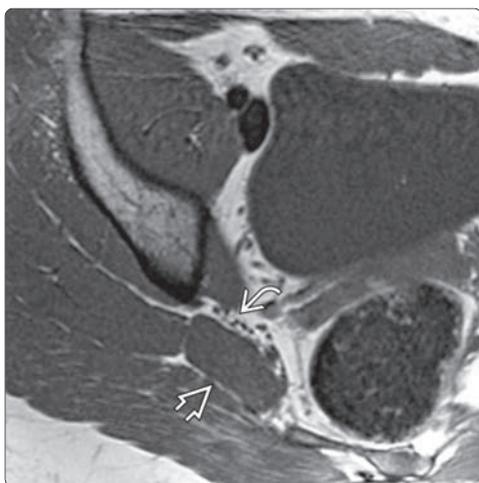


(Слева) Аксиальный срез, FS T2-ВИ на уровне пояснично-крестцового сочленения: стволы поясничного сплетения  после вхождения в его состав корешков L4, все стволы расположены кнутри от поясничных мышц. Левый бедренный нерв  на этом уровне расположен уже отдельно от остальных стволов и следует в подвздошно-поясничной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

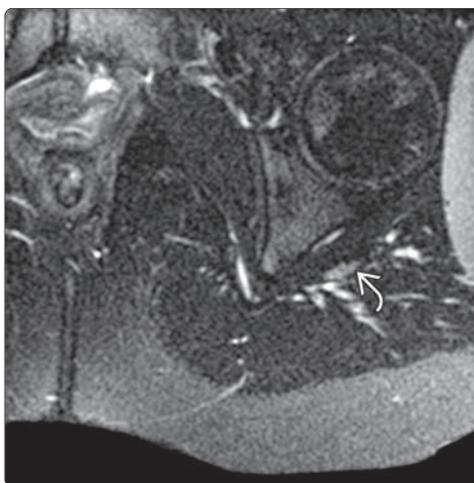
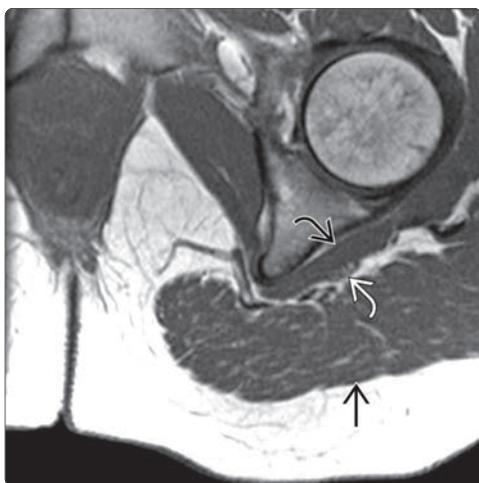




(Слева) Трехмерная схема нормальной архитектуры периферического нерва. Периферический нерв сам по себе состоит из множества пучков волокон, окруженных эпиневрием. Каждый из этих пучков в свою очередь окружен периневрием. Каждый пучок содержит большое число заключенных в эндоневрий аксонов. (Справа) Аксиальный срез, STIR MP-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 эпиневрия 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 гиперинтенсивные пучки 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 уплощен 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

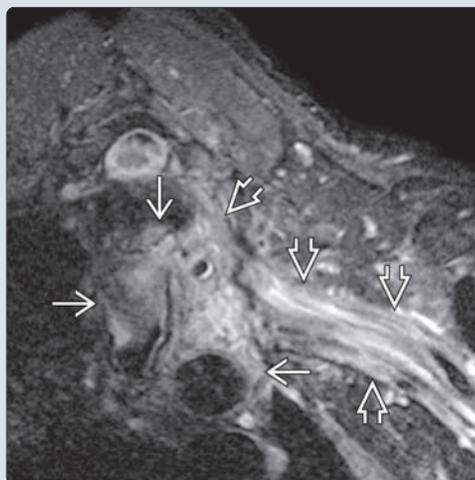
КЛИНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

- 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

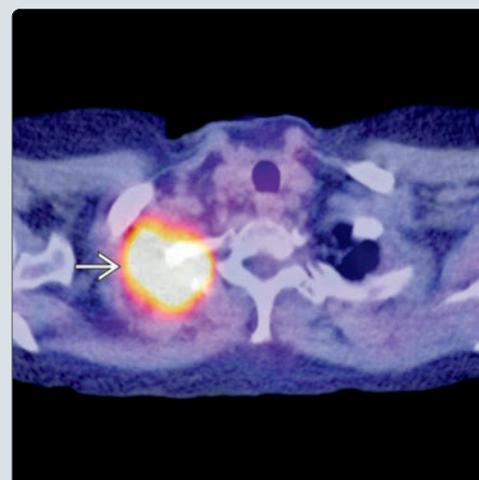
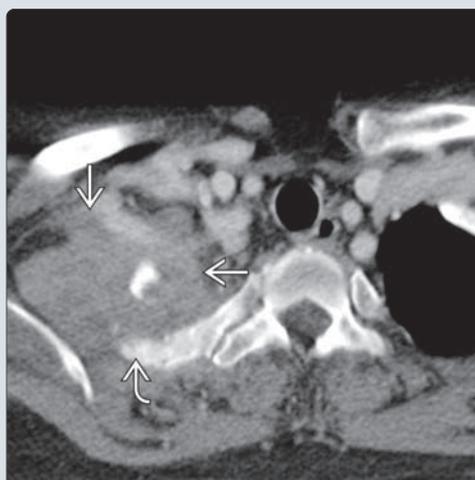
ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ПАМЯТКА

- 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 , распространяющейся по ходу стволов плечевого сплетения . (Справа) На фронтальном FS T1-ВИ с КУ (NSCLC, боль и слабость в руке) определяется неоднородно накапливающее контраст объемное образование верхушки легкого , распространяющееся вдоль нижних элементов плечевого сплетения .



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



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 верхушки легкого с признаками деструкции смежных ребер
- Локализация
 - Верхушка легкого и соседние участки грудной стенки, плечевое сплетение, тела позвонков шейно-грудного перехода
- Размеры
 - Вариабельны
- Морфология
 - Объемное образование верхушки легкого с нечеткими границами, деструкция костных структур

Рентгенологические данные

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

КТ

- КТ с КУ
 - Образование мягкотканной плотности, поражающее верхушку 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

MPT

- T1-ВИ
 - Объемное образование промежуточной интенсивности сигнала в области верхушки 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 верхушки 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 верхушки 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 опухоли *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 полипозное 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

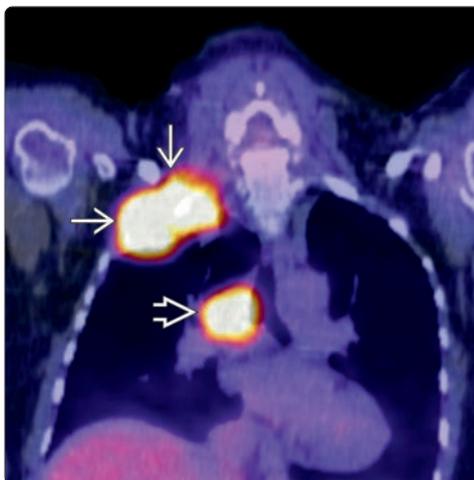
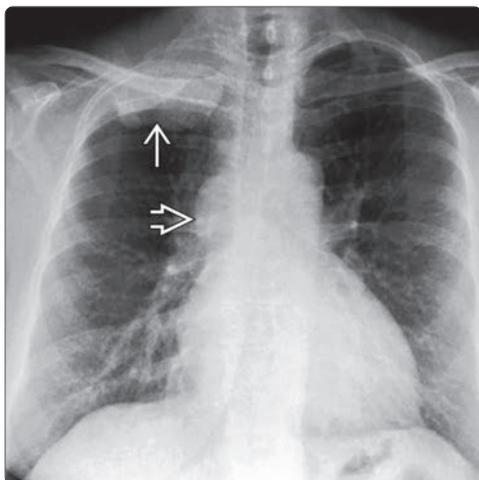
Следует учесть

- 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

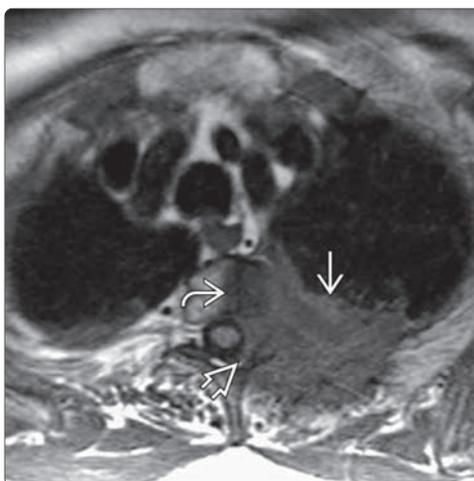
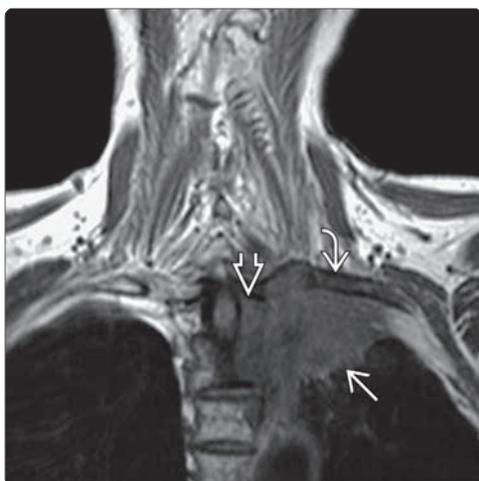
ИЗБРАННЫЕ ССЫЛКИ

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

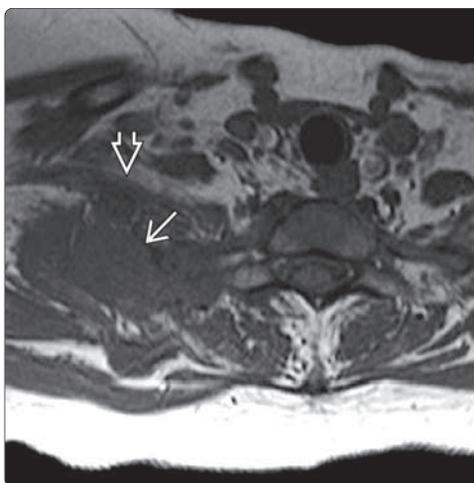
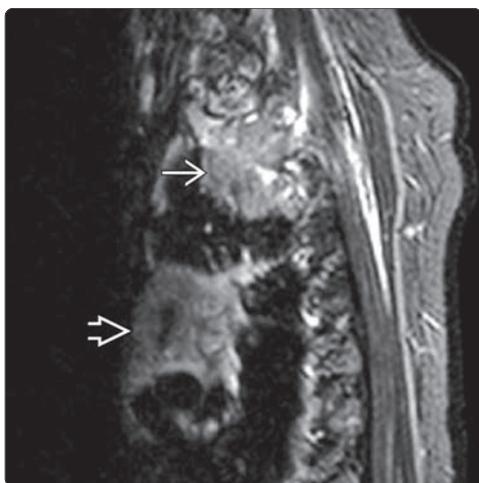
Опухоль верхней борозды



(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, T1-ВИ: крупное инфильтративное образование верхушки левого легкого **➡**, прорастающее в заднюю грудную стенку и распространяющееся на тело позвонка, ребра **⇨**, паравerteбральные мягкие ткани, нервные отверстия и эпидуральное пространство **⇨**. (Справа) Аксиальное T1-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, T1-ВИ: крупное мягкотканное образование **➡**, представляющее собой первичную опухоль легкого, прорастающую в смежные ребра и мягкие ткани в непосредственной близости от сосудисто-нервного пучка **⇨**.

Синдром верхней апертуры грудной клетки

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, удлинненный 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
- Постлучевая плексопатия
- Травма

ПАТОЛОГИЯ

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

- Повреждение нервов вследствие фиброза, утраты части аксональных волокон

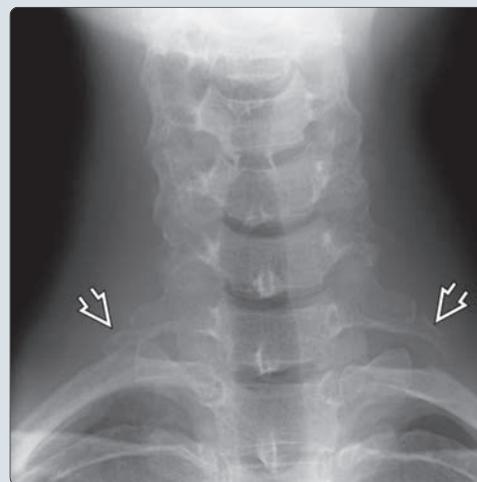
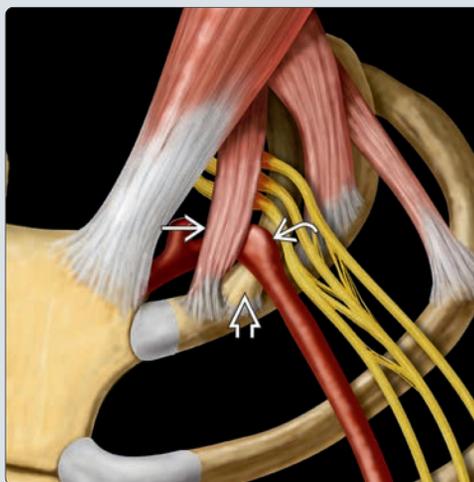
КЛИНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

- «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-сагиттальном STIR МР-И представлена нормальная анатомия межлестничного треугольника: стволы плечевого сплетения (ПС), передняя и средняя лестничные мышцы, ПКА и 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.

