
Siegfried Peer • Hannes Gruber
Editors

Atlas of Peripheral Nerve Ultrasound

With Anatomic and MRI Correlation

Ультразвуковой атлас периферической нервной системы

Анатомические и МРТ-корреляции

Под редакцией
Зигфрида Пеера • Ханнеса Грубера

*Перевод с английского
под редакцией проф. **А.В.Поморцева***



Москва
«МЕДпресс-информ»
2023

УДК 614.8.013:611.8
ББК 53.6:28.706.991.3
У51

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в любой форме и любыми средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Книга предназначена для медицинских работников.

Перевод с английского: К.Д.Костров.

У51 **Ультразвуковой атлас периферической нервной системы. Анатомические и МРТ-корреляции /**
под редакцией Зигфрида Пеера, Ханнеса Грубера ; пер. с англ. под ред. проф. А.В.Поморцева. – М. :
МЕДпресс-информ, 2023. – 136 с. : ил.
ISBN 978-5-907504-75-2

Данный атлас, позиционирующийся авторами как учебное пособие, посвящен ультразвуковой визуализации периферических нервов, наиболее часто требующих выполнения диагностического ультразвукового исследования. Цель атласа – помочь обнаружить и исследовать нерв с помощью различных методов медицинской визуализации.

Материал скомпонован так, что на каждой странице представлен отдельный нерв, проходящий в одной из типичных анатомических областей. Страница содержит серию изображений: фотографию, демонстрирующую методику исследования (позицию датчика); выполненные в одной плоскости наблюдения снимок анатомического препарата и МРТ-срез (в Т1-ВИ); одну или две эхограммы здорового нерва (продольное или панорамное сканирование), а также варианты с типичными патологическими изменениями (например, компрессионная невропатия).

Атлас предназначен для студентов медицинских вузов и факультетов, курсантов факультетов повышения квалификации, врачей разных специальностей, осваивающих метод ультразвукового исследования периферических нервов.

УДК 614.8.013:611.8
ББК 53.6:28.706.991.3

ISBN 978-3-642-25593-9

First published in English under the title Atlas of Peripheral Nerve Ultrasound; With Anatomic and MRI Correlation edited by Siegfried Peer and Hannes Gruber, edition: 1

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013

This edition has been translated and published under licence from Springer-Verlag GmbH, DE, part of Springer Nature

Springer-Verlag GmbH, DE, part of Springer Nature takes no responsibility and shall not be made liable for the accuracy of the translation

ISBN 978-5-907504-75-2

© Издание на русском языке, перевод на русский язык, оформление, оригинал-макет. Издательство «МЕДпресс-информ», 2023

Предисловие

Первой работой по ультразвуковому исследованию (УЗИ) периферической нервной системы стала статья Bruno Fornage *Peripheral nerves of the extremities: Imaging with US*, опубликованная в 1988 г. журналом «Radiology». Изначально во всем мире УЗИ периферических нервов занимались единичные специалисты. В последние годы наблюдается рост числа публикаций на тему диагностического интервенционного УЗИ периферической нервной системы, в частности, методика регионарной анестезии под контролем УЗИ является современным методом лечения боли.

Применение УЗИ в направлении интервенционных методик требует глубоких знаний в области топографической анатомии периферических нервов. Поиск периферических нервов, особенно их мелких ветвей, возможен при использовании определенных анатомических ориентиров, знание которых важно и при проведении магнитно-резонансной томографии (МРТ) – второго по значимости метода визуализации периферических нервов.

Для повседневной клинической практики удобен информационный ресурс, который содержит топографические схемы, сопровождаемые соответствующими УЗ-изображениями и МР-сканами, что позволяет практикующему врачу быстро понять характерные топографические особенности исследуемого объекта. Умение находить анатомические ориентиры необходимо для успешной диагностики выполнения вмешательств на периферических нервах. Важно помнить слова наших учителей анатомии: «Врач, несведущий в анатомии, подобен кроту, вслепую роющему землю!» Изменить ситуацию поможет данное учебное пособие, основанное на обширном опыте визуализации нервов.

Инсбрук, Австрия
Siegfried Peer, Hannes Gruber

Как правильно пользоваться этой книгой

Возникает вопрос о необходимости ультразвукового атласа периферической нервной системы. Существуют две причины: во-первых, это первая изданная книга подобного рода. Во-вторых, на конгрессах, семинарах и мастер-классах можно услышать вопросы: «Как вы это делаете?», «У меня не получается выполнить УЗИ нервов так же, как у вас» и «Как эффективнее и правильнее выполнить УЗИ периферического нерва?». Очевидно, лучше всего посетить специализированный семинар и получить практику в клиническом отделении, где выполняется УЗИ периферических нервов. Но что делать, если такой возможности нет? После семинаров нередко возникает вопрос о том, что «у реального пациента все оказывается не так, как на занятиях». Именно это и стало главной причиной создания данного учебного пособия.

Авторы книги не пытались описывать алгоритм УЗИ *каждого* периферического нерва или демонстрировать технику интервенционных вмешательств на периферических нервах. Основным отличием учебного атласа является описание диагностического поиска и анатомических особенностей нервов, являющихся объектом диагностического УЗИ. Например, анатомическая топография третьего затылочного нерва не препятствует проведению манипуляций под контролем УЗИ, однако этот нерв редко подвержен патологическим изменениям, определяемым при УЗИ, поэтому не упоминается в атласе. Манипуляции на периферических нервах часто проводят по анатомическим ориентирам, без прямой визуализации (например, блокада спинальных корешков). Для ознакомления с интервенционными методами рекомендуется другая литература, например *Atlas of Ultrasound Guided Procedures in Interventional Pain Management* (Samer Narouze и соавт.).

Представленный диагностический атлас призван стать современным путеводителем по визуализации и диагностике патологии периферических нервов с помощью УЗИ. Учебное пособие основано на принципе поиска периферических нервов по анатомическим ориентирам, согласно которому нервы – это сложные, протяженные структуры, проходящие большое расстояние до иннервируемых органов. Идентификацию некоторых нервных сегментов затрудняют особенности региональной анатомии. Гематома или отек могут полностью препятствовать идентификации нерва. Однако каждый нерв имеет участок с типичным расположением, для которого анатомическими ориентирами являются костные структуры, мышцы, сухожилия, сосуды и другие ориентиры. В атласе выделяются основные анатомические области для визуализации нервов, каждая из которых иллюстрируется серией из четырех изображений: фотографией, демонстрирующей методику ультразвукового исследования (позицию датчика), а также выполненными в одной плоскости наблюдения снимком анатомического препарата и срезами УЗИ и МРТ (в T1-ВИ). Диагностические изображения получены строго в поперечной плоскости сканирования, что облегчает их интерпретацию по сравнению с более сложными косыми или продольными срезами. Цель атласа – помочь обнаружить и исследовать нерв с помощью различных методов медицинской визуализации. Получение эхографи-

ческой картины нерва в поперечном сечении позволит более углубленно исследовать его в косых и продольных плоскостях, нередко более информативных. Применение многоплоскостного подхода в диагностике различных заболеваний нервов позволит повысить эффективность визуального обучения. Каждая страница учебного пособия посвящена отдельному нерву, проходящему в одной из типичных анатомических областей, содержит серию из четырех изображений, одно или два УЗ-изображения здорового нерва (продольное или панорамное сканирование), варианты с типичными патологическими изменениями (например, компрессионная невропатия).

Формат издания данного пособия позволил создать «путеводитель по нервам», отвечающий профессиональным интересам врачей-диагностов и клиницистов.

Благодарности

Создать книгу такого уровня было бы невозможно без помощи целой группы специалистов. Помимо основных авторов, существенный вклад внесли коллеги, труд которых не останется незамеченным.

Особая благодарность кафедре анатомии, гистологии и эмбриологии Медицинского университета г. Инсбрук (заведует кафедрой проф. Helga Fritsch), подразделению клинической и функциональной анатомии за трупный материал, включая препараты анатомических срезов, в частности Gottfried Gstrein и Rupert Gstrein (ассистентам патологоанатомических отделений, лаборантам по изготовлению срезов), Romed Hörmann (за фотоматериалы) и доценту Karl-Heinz Künzel (за консультации по анатомии). Особая признательность всем людям, завещающим свои тела для научных исследований, без которых были бы невозможны ни медицинское образование и научные исследования, ни подобные работы.

Спасибо кафедре радиологии Инсбрукского медицинского университета (и ее заведующему проф. Werner Jaschke) за все предоставленные УЗ- и МРТ-изображения, лаборантам, участвующим в создании МРТ-изображений, в частности Ingrid Messirek (за фотоматериалы).

Благодарность коллективу издательства Springer Verlag (Гейдельберг, Германия) за активное участие в редактировании, верстке и печати. Особая признательность выражается госпоже Corinna Schäfer, заместителю редактора отдела клинической медицины, за ее консультации и помощь в вопросах подготовки к печати, а также доктору Ute Heilmann, главному редактору отдела клинической медицины, за оказанное доверие.

Содержание

Предисловие	5
Как правильно пользоваться этой книгой	6
Благодарности	8
Сокращения	10
1 Высокоразрешающее ультразвуковое исследование периферической нервной системы: общие вопросы и техника исследования	11
Siegfried Peer	
2 Введение в магнитно-резонансную томографию периферической нервной системы: общие принципы и методика исследования	25
Werner Judmaier	
3 Нервы шеи	35
Verena Spiss, Siegfried Peer, Werner Judmaier, Erich Brenner	
4 Нервы верхних конечностей	49
Michaela Plaikner, Hannes Gruber, Werner Judmaier, Erich Brenner	
5 Нервы нижних конечностей	89
Verena Spiss, Hannes Gruber, Werner Judmaier, Erich Brenner	
6 Нервы туловища и передней брюшной стенки	119
Alexander Loizides, Siegfried Peer, Werner Judmaier, Erich Brenner	

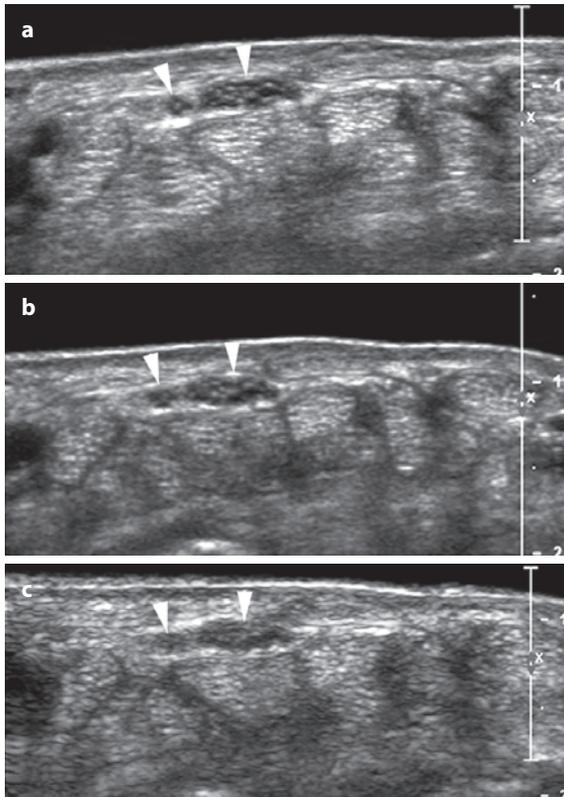


Рис. 1.2 УЗИ, поперечные изображения раздвоенного срединного нерва (*головики стрелок*) здорового добровольца, полученные при использовании датчиков с рабочими частотами 17 (**a**), 12 (**b**) и 9 МГц (**c**) (все изображения выполнены на Philips IU22 в одном режиме). Обратите внимание на разную детальность фасцикулярной структуры нерва. На изображении **c** внутренняя структура нерва едва различима.

Контраст и разрешение – основные физические характеристики, влияющие на качество УЗИ; визуализация нервов требует применения датчиков высокого разрешения. Доступные клиницистам датчики поддерживают в настоящее время частоты до 18 МГц, что обеспечивает аксиальное разрешение 250–500 мкм. Такие датчики необходимы для визуализации мелких нервов и для изучения их структуры, например при УЗИ нерва после восстановительных вмешательств. Диагностика небольших ампутированных нервов или частичного расхождения швов требует хорошей детализации и часто неосуществима при недостаточном разрешении датчиков. Для диагностики типичных компрессионных невропатий обычно достаточно датчиков с рабочей частотой 12 МГц, а для глубоко залегающих нервов (например, седалищного) или при ожирении предпочтительнее датчик с частотой 9 МГц (рис. 1.2 и 1.3). Реко-

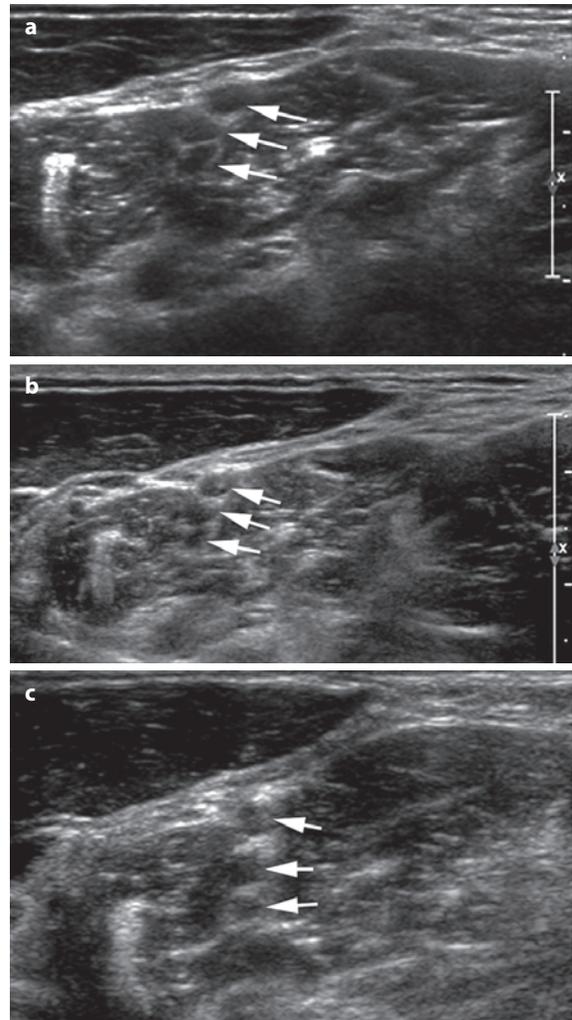


Рис. 1.3 УЗИ, поперечные изображения плечевого сплетения (*стрелки – пучки сплетения*) здорового добровольца; рабочие частоты датчиков – 17 (**a**), 12 (**b**) и 9 МГц (**c**) (все изображения получены на Philips IU22 без изменений установок). Обратите внимание, что при исследовании структур, находящихся глубоко под толстым слоем мягких тканей, предпочтительна частота 12 или даже 9 МГц.

мендованные типы датчиков в зависимости от исследуемого нерва и вида патологии приведены в таблице 1.1.

Прогнозируется дальнейшее совершенствование аппаратного обеспечения, появление матриц с кристаллами новых поколений, но разработка самих датчиков все еще упирается в компромисс между частотой/разрешением и глубиной проникновения.

1.1.2 Программное обеспечение

Оптимизация изображения и управления принимаемым звуковым сигналом достигается установкой на современные УЗ-сканеры раз-

Таблица 1.1 Выбор датчика в зависимости от клинических особенностей, типа нерва и его анатомического расположения

Тип датчика	Нерв	Клиническая патология
Линейный датчик с частотой 3–9 МГц	Седлищный нерв (проксимальная часть), половой нерв, запирательный нерв	Травма
Линейный датчик с частотой 5–12 МГц	Подходит для большинства нервов, особенно седлищного нерва (периферической части), нервов конечностей, плечевого сплетения и т.д.	Подходит практически для всех клинических ситуаций, от компрессионной невропатии (измерение диаметра и площади сечения нерва) и травмы до опухоли; особенно для интервенционных процедур
Линейный датчик с частотой 5–17 МГц	Нервы конечностей (срединный, локтевой и др.) и периферические ветви нервов конечностей (поверхностный лучевой, задний межкостный нерв и др.), пальцевые нервы	Компрессионная невропатия (оценка структуры нерва, отека тканей и т.д.); травматические и послеоперационные поражения (рубцы, частичное раздвоение), неврит
Конвексные датчики с частотой 4–9 или 1–5 МГц		Вмешательства на шейном и поясничном отделах позвоночника

В целом чем тоньше нерв и чем он более поверхностно расположен, тем выше должна быть рабочая частота датчика.

личного программного обеспечения, которое значительно улучшает качество изображения. Без такого обеспечения визуализация периферических нервов не смогла бы достичь современного уровня.

1.1.2.1 Режим компаундирования изображений

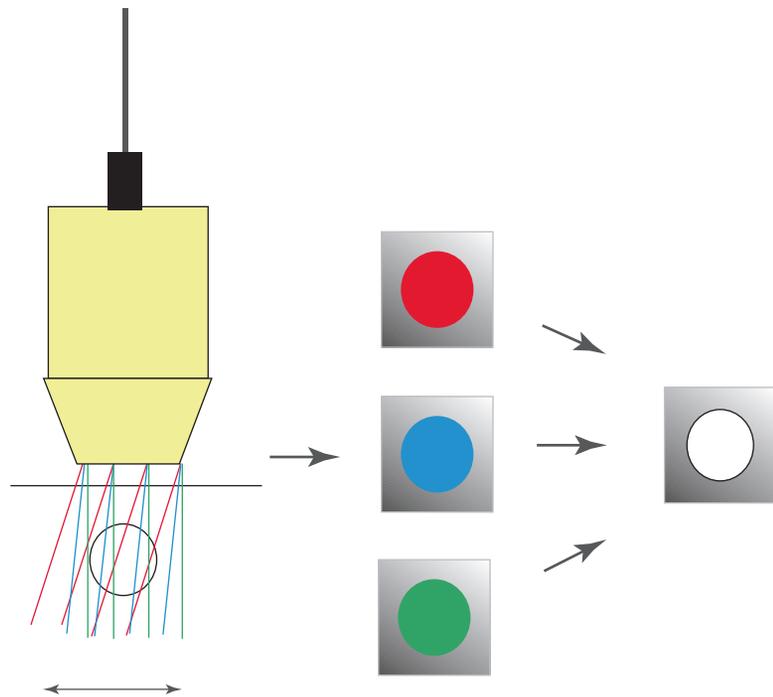
Одним из основных режимов современных УЗ-сканеров стало пространственное компаундирование в режиме реального времени. Одной из проблем традиционного УЗИ является ухудшение изображения за счет интерференции когерентных волн, известной как «спекл». При этом на изображении появляются мелкие пятна или вкрапления, особенно в области однородных тканей. Производители сканеров дают алгоритму компаундирования изображений разные названия, такие как Sono-CT® (Philips), ApliPure® (Toshiba) или CrossXBeam® (GE), но физический принцип их одинаков: из нескольких УЗ-кадров получают одно суммированное изображение. Специальное программное обеспечение направляет УЗ-пучок на исследуемый объект под разными углами (с разной частотой или углом развертки), меняя форму артефактов (рис. 1.4); суммация кадров оптимизирует визуализацию «реальных» структур, подавляя артефакты (Piccoli et al., 2000). Последние технические решения позволяют пользователю пробовать различные режимы компаундирования для оптимизации изображения и включать режим предпросмотра.

Подавление шума и «спекла» на изображении, устранение выпадений или рефракционного затенения облегчает определение границ разнородных тканей (рис. 1.5). Особенно заметен эффект при визуализации периферических нервов: можно детальнее увидеть структуру нерва, различить эпиневрий и периневрий, поэтому при УЗИ нервов рекомендуется применять режим компаундирования изображений.

1.1.2.2 Режим тканевой гармоники

В «нормальном» В-режиме в глубь тканей посылается широкополосный УЗ-сигнал. Отраженный сигнал, создающий изображение на экране, уже имеет более широкий частотный диапазон вследствие отражений от тканей. В результате звук дважды пересекает границы тканей на своем пути от датчика и обратно, что усиливает артефакты и ослабляет акустическую энергию, причем в геометрической прогрессии. Физический феномен тканевой гармоники прост: проходящие сквозь тело звуковые волны частично уплотняют ткани, что меняет скорость распространения звука и искажает форму исходной звуковой волны. При этом появляются дополнительные гармонические колебания (гармоники). Эти дополнительные волны можно использовать и для визуализации: их преимуществами служат одностороннее движение к датчику, меньшая подверженность артефактам и реверберациям, что повышает контрастность тканей. Недостатком методики является снижение уровня сигнала вследствие

Рис. 1.4 Схематическое изображение принципа компаундирования изображений. Объект сканируется под разными углами, а отдельные изображения, полученные под каждым углом (и с разным рисунком помех), суммируются в одно.



меньшей амплитуды гармоник. Применение метода тканевой гармоники расширяет динамический диапазон и позволяет получать исключительно четкие изображения. Методика оказалась удачной и при исследовании органов брюшной полости (Burns et al., 1996), но, что примечательно, менее информативной в отношении мягких тканей, особенно периферических нервов (рис. 1.6 а и б). Опыт авторов показал, что метод тканевой гармоники едва ли улучшает качество изображения при сканировании нервов с высоким разрешением и даже снижает яркость сигнала. В любом случае метод тканевой гармоники не следует применять без компаундирования изображений. Комбинация обеих методик в некоторых случаях дает дополнительные преимущества и превосходит по эффективности любую из двух методов в отдельности (рис. 1.6с)!

1.1.2.3 Режим панорамной визуализации

SieScape® и режим панорамной визуализации – разные названия одной и той же методики. При поступательном смещении датчика непрерывно считываемые сигналы складываются в суммарное изображение при помощи специального программного обеспечения (рис. 1.7). В то время как первоначально изображение получали лишь за счет сигналов, поступающих к полюсам датчика, в настоящее время применяют специальное программ-

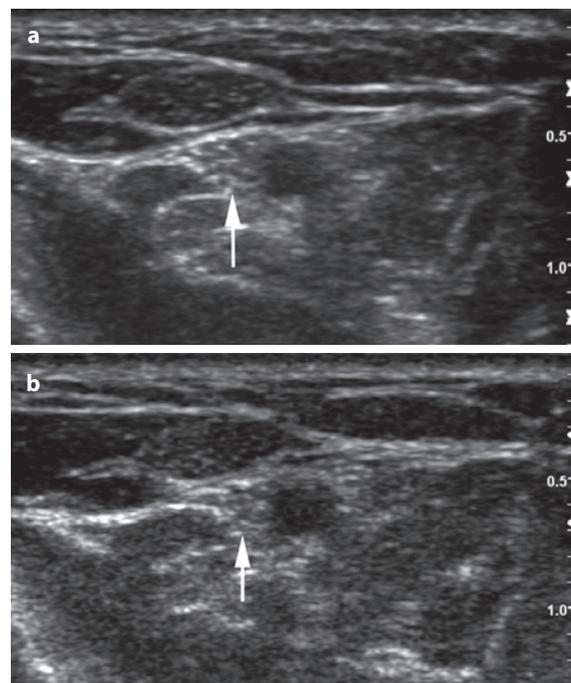


Рис. 1.5 УЗИ, поперечные изображения срединного нерва (стрелки) здорового добровольца, полученные с частотой 15 МГц на сканере GE Logiq9 с режимом компаундирования изображений (а) и без него (б). Обратите внимание на большую детальность экзогенного внутреннего и наружного эпинеурия на составном изображении.

ное обеспечение по распознаванию образов, отвечающее за плавность и высокое разрешение панорамного изображения. Технология позволяет оператору легко восстанавливать изображение, смещая датчик вперед и назад, чтобы, например, повторно рассмотреть поте-

Verena Spiss, Hannes Gruber, Werner Judmaier, Erich Brenner

Содержание

5.1 Введение	89	5.3.8 Нервы подколенной области: топографическая анатомия	105
5.2 Нервы паховой области и бедра: топографическая анатомия	92	5.3.9 Заднелатеральная область колена (общий малоберцовый нерв)	106
5.2.1 Паховая область (бедренный нерв в области нижней апертуры таза)	93	5.3.10 Шейка малоберцовой кости (общий малоберцовый нерв)	107
5.2.2 Паховый канал (бедренный нерв на уровне пахового канала)	94	5.3.11 Шейка малоберцовой кости (зона деления малоберцового нерва на ветви)	108
5.2.3 Проксимальная часть бедра (бедренный нерв на уровне его деления на ветви)	95	5.3.12 Латеральная область верхней трети голени (поверхностный малоберцовый нерв)	109
5.2.4 Ягодичная область (седалищный нерв)	96	5.3.13 Внутренняя область проксимальной части голени (большеберцовый нерв)	110
5.3 Нервы, находящиеся выше колена: топографическая анатомия	97	5.3.14 Внутренняя область средней трети голень (большеберцовый нерв)	111
5.3.1 Задняя область бедра (начало деления седалищного нерва на ветви)	98	5.3.15 Нервы голеностопной области: топографическая анатомия	112
5.3.2 Верхняя граница подколенной ямки (средний уровень деления седалищного нерва)	99	5.3.16 Наружная область дистальной трети голени (поверхностный малоберцовый нерв)	113
5.3.3 Подколенная ямка (нижний уровень деления седалищного нерва на ветви)	100	5.3.17 Тарзальный канал (большеберцовый нерв)	114
5.3.4 Входное отверстие приводящего канала (подкожный нерв в средней трети бедра)	101	5.3.18 Выходное отверстие тарзального канала (уровень деления большеберцового нерва на ветви)	115
5.3.5 Выходное отверстие приводящего канала (подкожный нерв)	102	5.3.19 Область медиальной лодыжки (уровень деления большеберцового нерва на ветви)	116
5.3.6 Заднемедиальная область колена (подкожный нерв)	103	Литература	117
5.3.7 Задняя часть плато большеберцовой кости (икроножный нерв)	104		

V. Spiss (✉) • H. Gruber • W. Judmaier
Department of Radiology, Innsbruck Medical
University, Anichstrasse 35, 6020 Innsbruck, Tyrol,
Austria
e-mail: verena.spiss@i-med.ac.at;
hannes.gruber@i-med.ac.at;
werner.judmaier@i-med.ac.at

E. Brenner
Division for Clinical and Functional Anatomy,
Innsbruck Medical University,
Anichstrasse 59, 6020 Innsbruck, Tyrol, Austria
e-mail: erich.brenner@i-med.ac.at

S. Peer, H. Gruber (eds.), *Atlas of Peripheral Nerve Ultrasound*,
DOI 10.1007/978-3-642-25594-6_5, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

5.1 Введение

Чувствительную и двигательную иннервацию нижней конечности полностью обеспечивает пояснично-крестцовое сплетение. Наиболее важными для клинической практики являются следующие нервы данной анатомической области: седалищный, бедренный, подкожный, большеберцовый и общий малоберцовый. К распространенным видам патологии данных нервов и их ветвей относят тупые

и проникающие травмы, а также компрессию или защемление нерва объемными образованиями, такими как опухоли нервных оболочек, шванномы и нейрофибромы. Предварительный диагноз ставят по клинической картине, однако УЗИ с высоким разрешением обеспечивает непосредственную визуализацию характерных изменений и повышает точность диагностики.

Бедренный нерв – один из крупнейших периферических нервов человека. Он формируется из задних ветвей передних корешков сегментов L1–L4 и обеспечивает двигательную и чувствительную иннервацию значительной части переднемедиальной области нижней конечности. Нерв выходит из-под наружного края большой поясничной мышцы и спускается к паховой области в борозде между большой поясничной и подвздошной мышцами, находясь под подвздошной фасцией. Нерв выходит из малого таза через мышечную лауну, где отделен от бедренной артерии лишь подвздошно-гребенчатой дугой (фиброзной лентовидной частью комплекса паховых связок); далее следует кнаружи от бедренных сосудов. На уровне бедра нерв делится на переднюю и заднюю ветви. Спускаясь по бедру, нерв вначале следует параллельно портняжной мышце, а затем делится на несколько конечных ветвей, включая переднюю и медиальные кожные и двигательные ветви, иннервирующие переднемедиальную группу мышц бедра.

Хотя непосредственная травма бедренного нерва довольно редко приводит к полной потере его функций, он часто повреждается вследствие эндопротезирования тазобедренного сустава, хирургической пластики паховой грыжи и гинекологических операций.

Подкожный нерв, наиболее крупная ветвь бедренного нерва, обеспечивает чувствительную иннервацию коленной области, внутренней части голени и стопы. В средней трети бедра нерв подходит с вентральной стороны к поверхностной бедренной артерии и следует вместе с ней через приводящий канал. Выйдя из канала, прободает сухожильную пластинку (*lamina vastoadductoria*) и спускается вместе с большой подкожной веной в подкожной клетчатке внутренней поверхности голени (в дубликатуре этой фасции). Близость большой подкожной вены повышает риск повреждения нерва в ходе таких хирургических про-

цедур, как флебэктомия. Хирургические вмешательства, такие как эндопротезирование коленного сустава, а также локальные воздействия, например сдавление новообразованиями и механическая травма, часто приводят к повреждению как основного ствола, так и поднадколенной ветви.

Седалищный нерв, крупнейший нерв человека, образуют ветви поясничного сплетения. Покинув забрюшинное пространство и пройдя через подбрюшинное пространство малого таза, нерв проникает через подгрушевидное отверстие (часть большого седалищного отверстия) в подъягодичное пространство, следуя кнаружи от седалищного бугра рядом с нижними ягодичными сосудами. Далее залегает под задними мышцами бедра: двуглавой, полусухожильной и полуперепончатой. Фактически седалищный нерв состоит из двух нервов, окруженных общим периневрием: малоберцового и большеберцового, имеющих разный диаметр и даже уровень деления на ветви.

Малоберцовый нерв образуют ветви сегментов L5–S2. Пройдя вдоль задней части бедра кнаружи от большеберцового нерва (латеральной ветви седалищного нерва), отделяется от большеберцового нерва в подколенной ямке, огибает по спирали головку малоберцовой кости и достигает малоберцовых мышц. Уровень деления седалищного нерва крайне изменчив: типичный уровень деления, в нижней части бедра или подколенной ямке, отмечается лишь в 75% случаев. В остальных 25% случаев нерв делится в верхней части бедра, ягодичной области или даже вскоре после выхода из ягодичной области. Малоберцовый нерв делится на глубокий и поверхностный сразу после прохождения шейки малоберцовой кости. Глубокий малоберцовый нерв расположен дорсальнее и идет между лежащей позади длинной и находящейся впереди него короткой малоберцовыми мышцами. Далее следует в нижнемедиальном направлении к длинному разгибателю пальцев, спускается к тыльной стороне стопы вдоль медиального края передних большеберцовых сосудов, где он проходит под передней большеберцовой мышцей и длинным разгибателем большого пальца стопы вдоль межкостной мембраны.

Поверхностный малоберцовый нерв находится вентральнее и следует вдоль голени между обеими малоберцовыми мышцами

и длинным разгибателем пальцев. На границе средней и нижней трети голени перекрещивается сзади с сухожилиями разгибателей, прободает межмышечную фасцию и делится на медиальный, тыльный и промежуточный кожный нервы, а также промежуточный тыльный кожный нерв, иннервирующие тыл стопы.

Чаще всего компрессионную невропатию общего малоберцового нерва вызывают ганглии, расположенные в области межберцового синдесмоза, остеофиты шейки малоберцовой кости, неправильно сросшиеся отломки при переломах головки малоберцовой кости и тракционные повреждения. Типичная, но редкая компрессионная невропатия поверхностного малоберцового нерва возникает в месте прободения фасции голени. Глубокий малоберцовый нерв подвержен компрессии при прохождении к тылу стопы под нижним удерживателем разгибателей (развивается синдром переднего тарзального канала).

Большеберцовый нерв следует по задней поверхности голени между головками икроножных мышц, а затем проходит под сухожильной дугой камбаловидной мышцы. Перед этой дугой нерв обычно отдает ряд кожных и мышечных ветвей голени. Основная подкожная ветвь – икроножный нерв – спускается по задней поверхности голени рядом с малой подкожной веной и затем следует к задней поверхности наружной лодыжки. Большеберцовый нерв, следуя чаще по заднелатеральному краю задних большеберцовых артерии и вены, переходит в более медиальное

положение и идет к задней части медиальной лодыжки. Обычно нерв идет позади задних большеберцовых сосудов, длинного сгибателя пальцев и задней большеберцовой мышцы.

Несмотря на то что большеберцовый нерв подвержен компрессии на любом уровне, включая стопу, чаще сдавление происходит в заднем тарзальном канале (развивается синдром заднего тарзального канала).

Нервы стопы представляют собой конечные ветви малоберцового и большеберцового нервов: к тыльным нервам относят промежуточный тыльный кожный нерв, медиальный тыльный, икроножный, глубокий малоберцовый нервы и их конечные ветви. Большеберцовый нерв выходит на подошву в задней трети стопы, примерно на уровне выхода из тарзального канала, и делится на медиальный и латеральный подошвенные нервы. Короткий общий подошвенный пальцевый нерв, продолжение медиального подошвенного нерва, делится на три общих пальцевых нерва, каждый из которых делится на две пальцевые ветви. Общий подошвенный пальцевый нерв латерального подошвенного нерва обычно анастомозирует с ветвью третьего общего пальцевого нерва, а затем делится на два собственных пальцевых нерва.

Гипоэхогенное, веретенообразное утолщение собственного пальцевого нерва между плюсневыми костями хорошо известно врачам как неврома Мортон – псевдоопухоль, образующаяся в результате сдавления нерва и механического трения в узком пространстве.

5.2 Нервы паховой области и бедра: топографическая анатомия

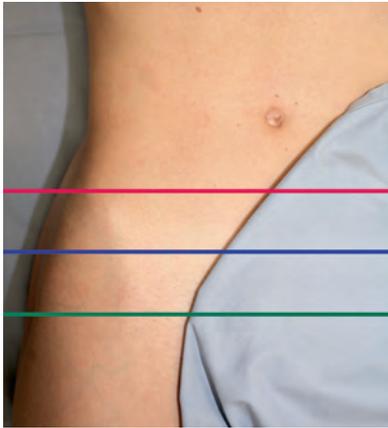


Рис. 5.1 Топографическая анатомия нервов паховой области и бедра: *цветные линии* обозначают уровни поперечных анатомических срезов на рисунке 5.2.

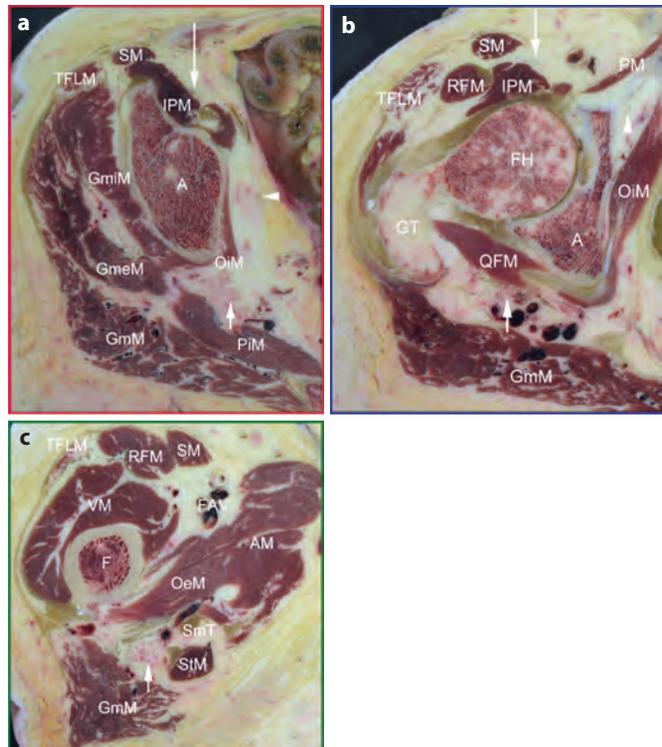


Рис. 5.2 **а** Анатомический препарат, поперечный срез, проходящий на уровне нижней апертуры таза (*красная линия* на рисунке 5.1). Бедренный нерв (*длинная стрелка*) идет поверх подвздошно-поясничной мышцы (*IPM*). Седалищный нерв (*малая стрелка*) проходит между задним краем внутренней запирательной мышцы (*OiM*) и грушевидной мышцей (*PiM*). Запирательный нерв (*головка стрелки*) следует по медиальной стороне внутренней запирательной мышцы (*OiM*). *A* – крыша вертлужной впадины; *SM* – портняжная мышца; *TFLM* – напрягатель широкой фасции бедра; *GmiM* – малая ягодичная мышца; *GmeM* – средняя ягодичная мышца; *GmM* – большая ягодичная мышца. **б** Анатомический препарат, поперечный срез паховой области (*синяя линия* на рисунке 5.1). Бедренный нерв (*длинная стрелка*) идет поверх подвздошно-поясничной мышцы (*IPM*). Седалищный нерв (*малая стрелка*) расположен между квадратной мышцей бедра (*QFM*) и большой ягодичной мышцей (*GmM*). Запирательный нерв (*головка стрелки*) лежит спереди от внутренней запирательной мышцы (*OiM*) позади гребенчатой мышцы (*PM*). *SM* – портняжная мышца; *RFM* – прямая мышца бедра; *TFLM* – напрягатель широкой фасции бедра; *A* – вертлужная впадина; *FH* – головка бедренной кости; *GT* – большой вертел. **в** Анатомический препарат, поперечный срез ягодичной области/проксимального отдела бедра (*зеленая линия* на рисунке 5.1). Седалищный нерв (*малая стрелка*) проходит рядом с полусухожильной мышцей (*StM*) и большой ягодичной мышцей (*GmM*). *SmT* – сухожилие полуперепончатой мышцы; *OeM* – наружная запирательная мышца; *AM* – приводящие мышцы; *VM* – широкие мышцы бедра; *TFLM* – напрягатель широкой фасции бедра; *RFM* – прямая мышца бедра; *SM* – портняжная мышца; *FAV* – бедренные артерия и вена; *F* – бедренная кость.

5.2.1 Паховая область (бедренный нерв в области нижней аперттуры таза)

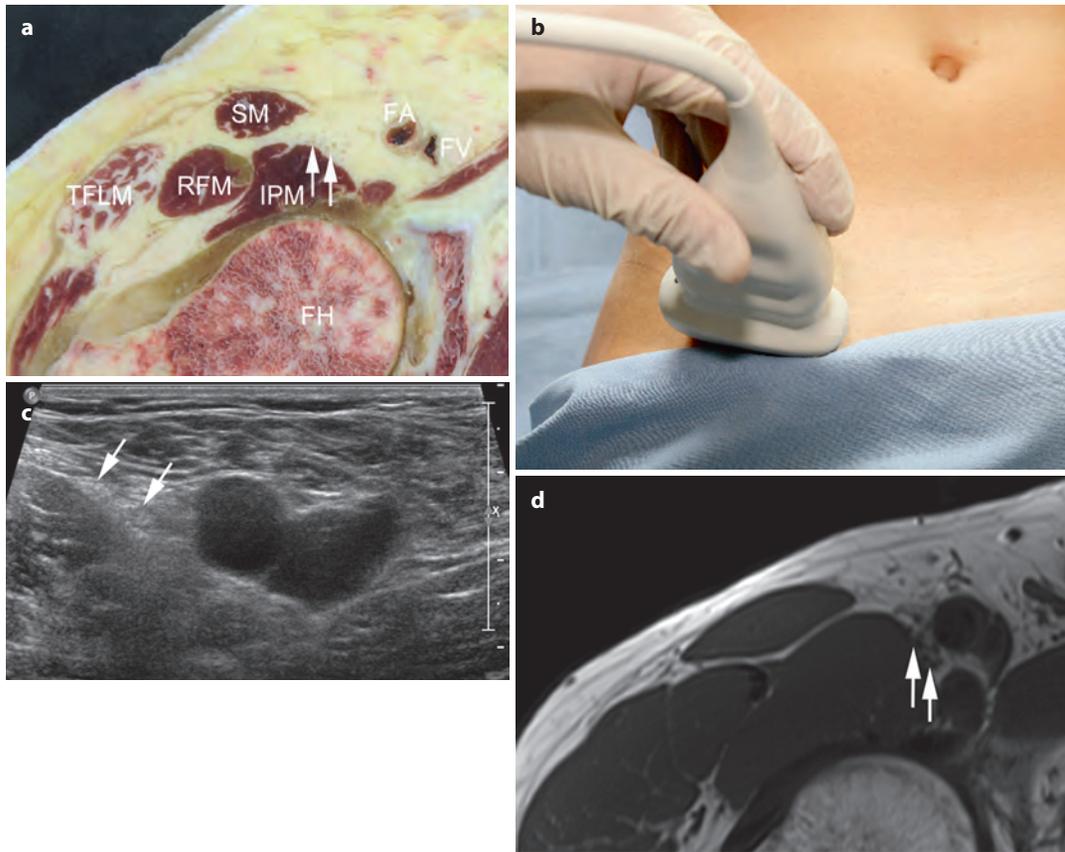
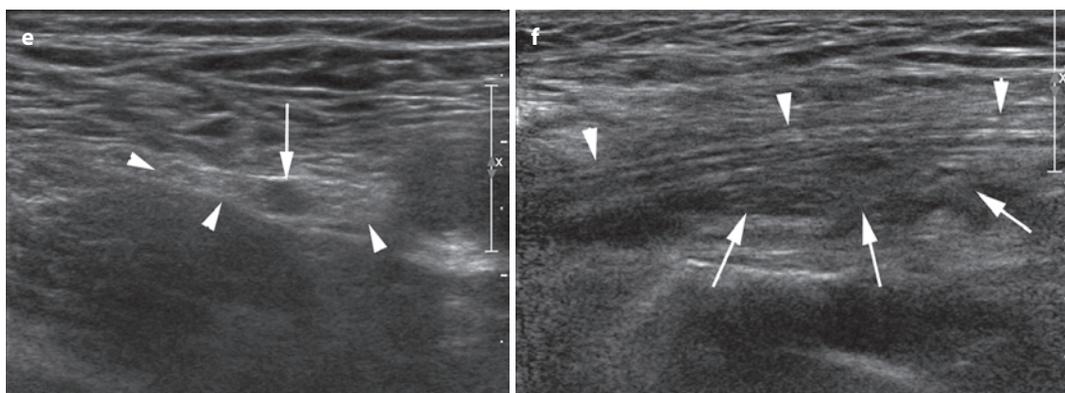


Рис. 5.3 **а** Анатомический препарат, поперечный срез. **б** Позиция датчика. **с** УЗИ, поперечное сканирование. **д** МРТ, поперечное T1-ВИ. *Малые стрелки* – бедренный нерв поверх подвздошно-поясничной мышцы (*IPM*) и кнаружи от бедренных сосудов. *FA* – бедренная артерия; *FV* – бедренная вена; *SM* – портняжная мышца; *RFM* – прямая мышца бедра; *TFLM* – напрягатель широкой фасции бедра; *FH* – головка бедренной кости.



е УЗИ, поперечное сканирование бедренного нерва при его частичном парезе, возникшем после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава. В неизмененном бедренном нерве (*головки стрелок*) обнаруживается небольшая тракционная неврома (*стрелка*). **ф** УЗИ, продольное сканирование бедренного нерва пациента, жалующегося на транзиторные парестезии в зоне иннервации нерва после блокады нерва по A.Winnie. Отмечаются размытость эпинеурия, сохранность самого нерва (*головки стрелок*) и скопление жидкости (*стрелки*) под бедренным нервом.

Нервы туловища и передней брюшной стенки

6

Alexander Loizides, Siegfried Peer, Werner Judmaier, Erich Brenner

Содержание

6.1 Введение	119
6.2 Нервы грудной клетки: топографическая анатомия	122
6.2.1 Боковая стенка грудной клетки (грудоспинной нерв)	123
6.3 «Пограничные» нервы, нервы передней брюшной стенки и апертуры таза: топографическая анатомия	125
6.3.1 Передняя брюшная стенка («пограничные» нервы – подвздошно-паховый и подвздошно-подчревный нервы)	126
6.3.2 Запирательное отверстие (общий запирательный нерв)	127
6.3.3 Малый вертел (точка деления запирательного нерва на ветви)	128
6.3.4 Наружная паховая область (латеральный кожный нерв бедра)	129
6.4 Ягодичная область: топографическая анатомия	130
6.4.1 Область седалищной ости (половой нерв)	131

6.4.2 Область седалищного бугра (проксимальная часть седалищного нерва)	132
Литература	133

6.1 Введение

К одному из главных преимуществ УЗИ перед другими методами визуализации периферических нервов, помимо доступности и экономичности, относят возможность исследования нерва в любой проекции на любом его участке. Однако идентификация и УЗ-диагностика нервов требует глубоких знаний анатомии, особенно топографической анатомии нервов и ключевых ориентиров, облегчающих их обнаружение. Патология нервов туловища, брюшной стенки и полости таза встречается реже заболеваний нервов конечностей, поэтому УЗИ этих нервов назначают нечасто. Тем не менее процедуры, связанные с лечением болевого синдрома или регионарной анестезией, такие как блокада подвздошно-пахового и подвздошно-подчревного нервов, которую используют для операций на паховой области у детей, часто выполняются под контролем УЗИ.

Двигательный грудоспинной нерв начинается от задних пучков всех трех стволов плечевого сплетения и иннервирует широчайшую мышцу спины. Нерв образуют задние ветви шейных сегментов С6–С8. Он повторяет ход подлопаточной артерии, следуя вдоль задней стенки подмышечной впадины до широчайшей мышцы спины. Изолированное повреждение грудоспинного нерва встречается очень

A. Loizides (✉) • W. Judmaier
Department of Radiology, Innsbruck Medical University,
Anichstrasse 35, Innsbruck, 6020, Tyrol, Austria
e-mail: alexander.loizides@i-med.ac.at;
werner.judmaier@i-med.ac.at

S. Peer
СТГ GesmbH,
Klostergasse 4, 6020 Innsbruck, Tyrol, Austria
e-mail: info@siegfried-peer.at

E. Brenner
Division for Clinical and Functional Anatomy,
Innsbruck Medical University,
Müllerstrasse 59, 6020 Innsbruck, Tyrol, Austria
e-mail: erich.brenner@i-med.ac.at

S. Peer, H. Gruber (eds.), *Atlas of Peripheral Nerve Ultrasound*,
DOI 10.1007/978-3-642-25594-6_6, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013

редко, а функцию широчайшей мышцы спины обычно принимают на себя большая грудная и большая круглая мышцы. Оптимальная точка визуализации нерва находится по задней подмышечной складке; ориентиром для ее идентификации служит подлопаточная артерия (наиболее значительная ветвь подмышечной артерии).

Межреберные нервы образованы передними ветвями спинномозговых нервов грудных сегментов Th1–Th11. Соединительные ветви связывают каждый нерв с соответствующим ганглием симпатического ствола. Межреберные нервы иннервируют грудную часть плевры и брюшину, при этом проходят изолированно и не образуют сплетений, что отличает их от передних ветвей других спинномозговых нервов. Первые два нерва иннервируют верхнюю конечность совместно с нервами конечности, следующие иннервируют исключительно стенку грудной клетки, а нижние пять иннервируют стенку грудной клетки и область живота. Седьмой межреберный нерв доходит до мечевидного отростка. Десятый межреберный нерв достигает области пупка. Двенадцатый грудной (подреберный) нерв распространяется на брюшную стенку и область паха.

Подвздошно-паховый и подвздошно-подчревный нервы представляют собой мелкие ветви корешка L1: более крупный подвздошно-подчревный нерв является верхней ветвью спинномозгового корешка L1, но получает волокна и от двенадцатого грудного нерва. Нижняя ветвь L1 представляет собой подвздошно-паховый нерв, выходящий из-под наружного края большой поясничной мышцы чуть ниже подвздошно-подчревного нерва и перекрещивающийся по диагонали с квадратной мышцей поясницы и подвздошной мышцей. Нерв прободает поперечную мышцу живота в области передней части подвздошного гребня и соединяется с коммуникантной ветвью подвздошно-подчревного нерва, проходящей между поперечной и внутренней косой мышцами. Подвздошно-паховый нерв прободает внутреннюю косую мышцу, иннервируя ее, и вместе с семенным канатиком проходит через поверхностное паховое кольцо. Волокна этого нерва иннервируют верхне-медиальную поверхность бедра. Кроме того, нервные ветви иннервируют кожу, покрывающую основание полового члена и верхнюю часть мошонки у мужчин или лобок

и половые губы у женщин. Пройдя сквозь внутреннюю косую мышцу, подвздошно-подчревный нерв делится на боковую и переднюю кожную ветви. Боковая кожная ветвь прободает внутреннюю и наружную косую мышцы непосредственно над подвздошным гребнем и иннервирует кожу ягодичной области. Передняя кожная ветвь проходит между внутренней косой и поперечной мышцами, прободает апоневроз наружной косой мышцы около 2,5 см над поверхностным паховым кольцом, а затем разветвляется по поверхности подчревной области.

Установив датчик перпендикулярно мышцам живота, можно четко идентифицировать подвздошно-подчревный и подвздошно-паховый нервы, находящиеся между внутренней косой и поперечной мышцами, примерно в 5 см краниальнее верхней передней подвздошной ости.

Латеральный кожный нерв бедра образуют задние ветви второго (L2) и третьего (L3) поясничных спинномозговых нервов. Нерв выходит из-под латерального края большой поясничной мышцы, пересекает подвздошную мышцу по диагонали и следует к верхней передней подвздошной ости. Пройдя под паховой связкой, нерв следует поверх портняжной мышцы в латеральную область бедра, где делится на переднюю и заднюю ветви. В редких случаях нерв проходит между волокнами паховой связки или даже через узкий канал подвздошной кости. Передняя ветвь выходит на поверхность примерно в 10 см ниже паховой связки и делится на ветви, иннервирующие переднебоковую поверхность бедра. Задняя ветвь прободает широкую фасцию бедра и разделяется на волокна, возвращающиеся по заднебоковой поверхности бедра и иннервирующие кожу от большого вертела до середины бедра. Раздражение латерального кожного нерва бедра вызывает боль, покалывание, онемение и парестезии в области переднебоковой поверхности бедра. Эта классическая сенсорная мононевропатия получила название «(ночной) парестетической мералгии Бернгардта–Рота». Локализовать нерв на УЗ-изображениях позволяют специфические ориентиры, важнейшим из которых служит сухожильное начало портняжной мышцы. Обычно нерв лежит поверх портняжной мышцы, примерно в 5 см каудальнее и в 0,15 см медиальнее верхней передней под-

вздошной ости. При клинически достоверном диагнозе парестетической мералгии применяют лечебные инъекции под контролем УЗИ с использованием латерального или медиального доступа.

Запирательный нерв образуют передние ветви второго (L2), третьего (L3) и четвертого (L4) поясничных спинномозговых нервов. Нерв отвечает за чувствительную иннервацию внутренней поверхности бедра и двигательную иннервацию приводящих мышц, включая гребенчатую мышцу. Спустившись вдоль задней поверхности большой поясничной мышцы, запирательный нерв выходит из-за ее медиального края, проходит позади общей (кнаружи от внутренней) подвздошной артерии и обычно следует кпереди от запирательных сосудов к верхней части запирательного отверстия. Пройдя запирательный канал, проникает в бедро и делится на переднюю и заднюю ветви: передняя ветвь покидает малый таз поверх наружной запирательной мышцы и спускается вдоль передней поверхности малой приводящей мышцы, позади гребенчатой и длинной приводящей мышц. Задняя ветвь прободает наружную запирательную мышцу со стороны передней поверхности, иннервируя ее. Далее нерв спускается между малой и большой приводящими мышцами и делится на многочисленные мышечные ветви. Изолированные повреждения приводящего нерва встречаются редко. Парез проявляется онемением и болями с иррадиацией во внутреннюю часть бедра, слабостью приведения бедра.

Половой нерв – смешанный нерв, который иннервирует тазовые органы и отвечает за чувствительную иннервацию полового

члена (клитора), кожи вокруг мошонки, промежности и анального отверстия, двигательную иннервацию луковично-губчатых и седалищно-пещеристых мышц, а также сфинктеров мочевого пузыря и прямой кишки. Половой нерв образуют передние ветви второго (S2), третьего (S3) и четвертого (S4) крестцовых спинномозговых нервов. Нерв проходит между грушевидной и копчиковой мышцами, огибает сзади седалищную ость седалищной кости или крестцово-остистую связку и возвращается в полость малого таза через малое седалищное отверстие. В области наружной стенки седалищно-прямокишечной ямки нерв сопровождает внутренние половые сосуды. Вначале половой нерв отдает нижние прямокишечные нервы, а затем делится на промежностный и тыльный нервы полового члена (у мужчин) или клитора (у женщин).

Изолированное повреждение полового нерва встречается редко. Однако его компрессия или тракционное повреждение возникают при патологических родах, новообразованиях полости таза или при езде на велосипеде: чаще всего парез полового нерва приводит к рецидивирующему или преходящему онемению в области гениталий и тазового дна или к нарушению тазовых функций. Однако наибольшее беспокойство пациентов вызывает дальнейшее развитие резистентной и рецидивирующей невралгии. При анестезии промежности во время родов часто применяют блокаду полового нерва, которую также выполняют из дорсального (ягодичного) доступа, уточнив характер хода нерва вокруг крестцово-остистой связки.

6.2 Нервы грудной клетки: топографическая анатомия

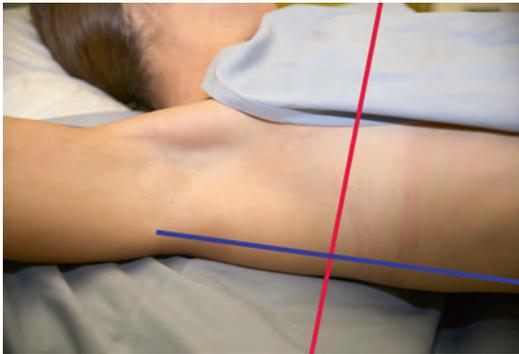


Рис. 6.1 Топографическая анатомия нервов грудной клетки: *цветные линии* соответствуют анатомическим поперечным срезам на рисунке 6.2.

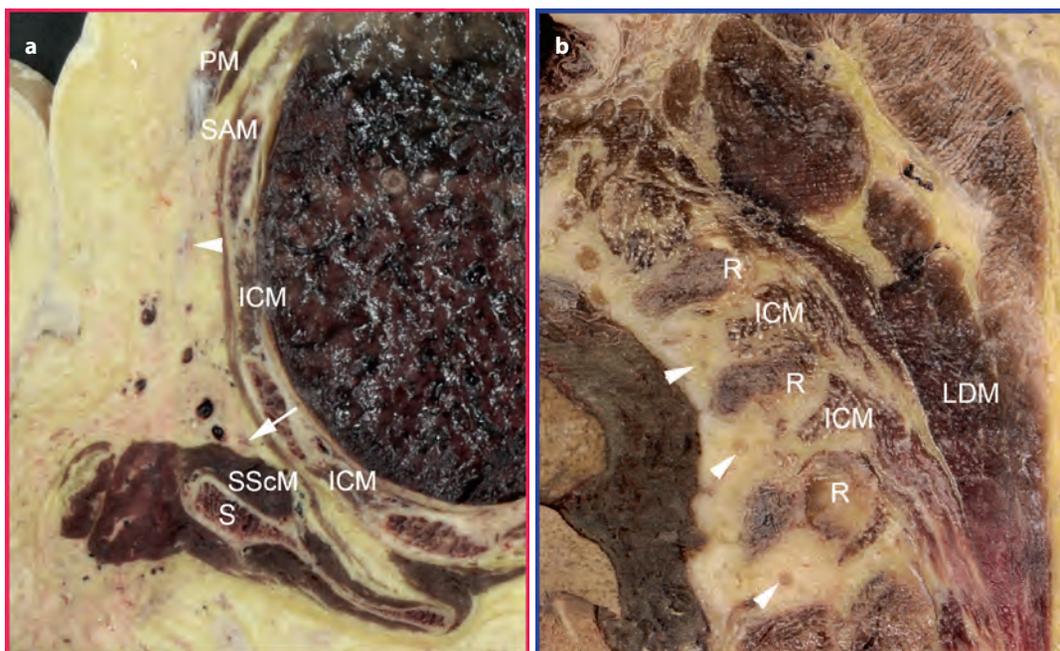


Рис. 6.2 **а** Анатомический препарат, поперечный срез боковой стенки грудной клетки (*красная линия* на рисунке 6.1): грудоспинальный нерв (*головка стрелки*) и длинный грудной нерв (*стрелка*) сопровождают длинные (боковые) грудные артерию и вену. *PM* – большая и малая грудные мышцы; *SAM* – передняя зубчатая мышца; *ICM* – межреберные мышцы; *SScM* – подлопаточная мышца; *S* – лопатка. **б** Анатомический препарат, сагиттальный срез верхних межреберных промежутков (*синяя линия* на рисунке 6.1). В каждом межреберье проходит соответствующий межреберный нерв (*головки стрелок*). *ICM* – межреберные мышцы; *LDM* – широчайшая мышца спины; *R* – ребра.

6.2.1 Боковая стенка грудной клетки (грудоспинной нерв)

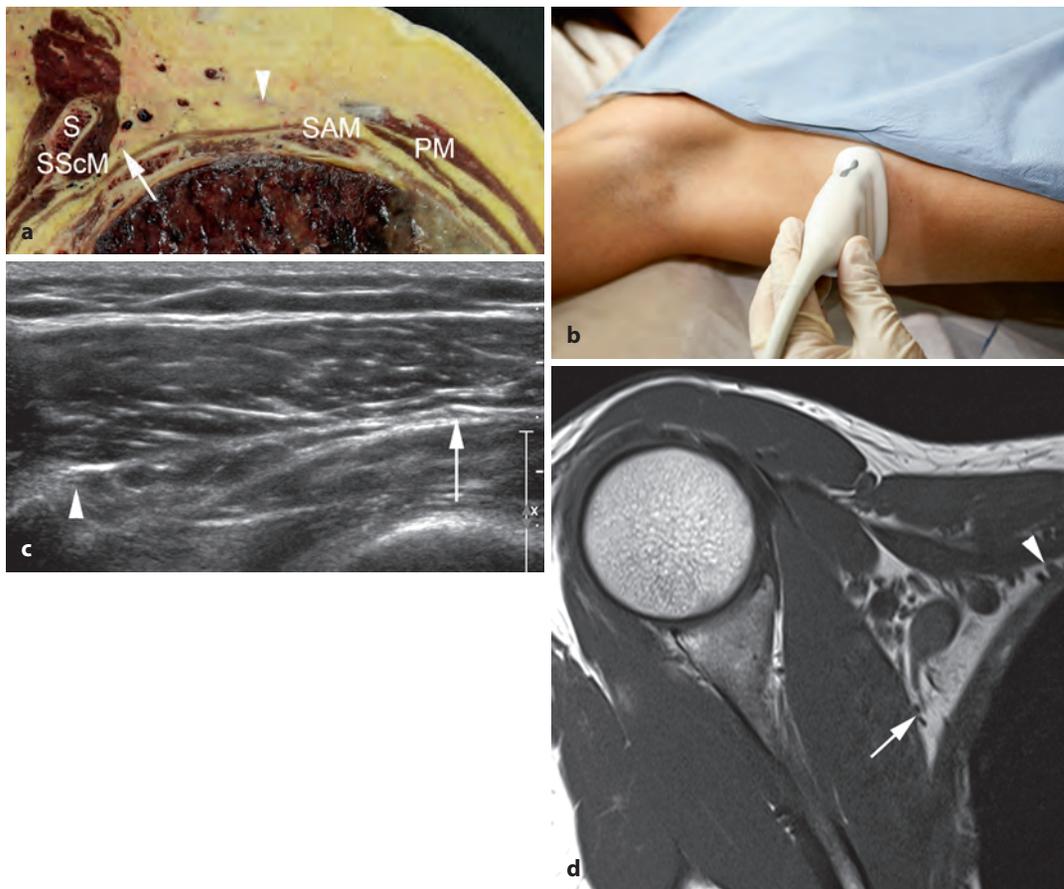
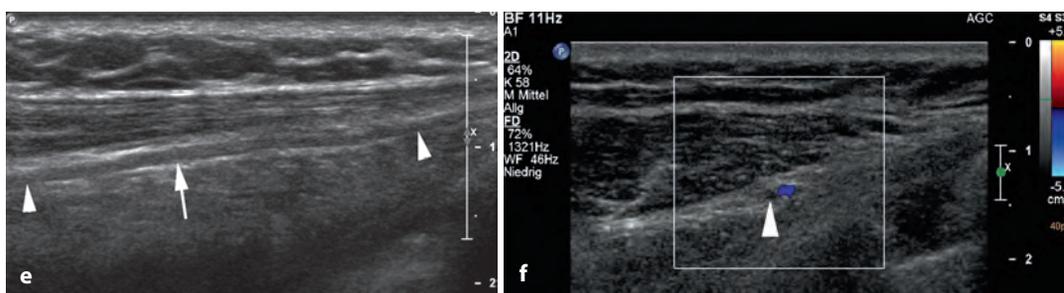


Рис. 6.3 **a** Анатомический препарат, поперечный срез. **b** Позиция датчика. **c** УЗИ, поперечное сканирование. **d** МРТ, поперечное T1-ВИ. Головка стрелки – грудоспинной нерв; стрелка – длинный грудной нерв; SScM – подлопаточная мышца; PM – большая и малая грудные мышцы; SAM – передняя зубчатая мышца; S – нижний угол лопатки.



Продольный УЗИ-срез (**e**) и поперечная цветовая доплерограмма (**f**) грудоспинного нерва пациента, жалующегося на парестезии в зоне иннервации грудоспинного нерва. Целостность грудоспинного нерва (головки стрелок) сохранена, но на продольном срезе можно заметить отек нерва на небольшом его участке (стрелка на рисунке **e**). Взаимное расположение грудоспинных нерва и артерии хорошо видно на рисунке **f**.

6.2.1.1 Межреберье (межреберные нервы)

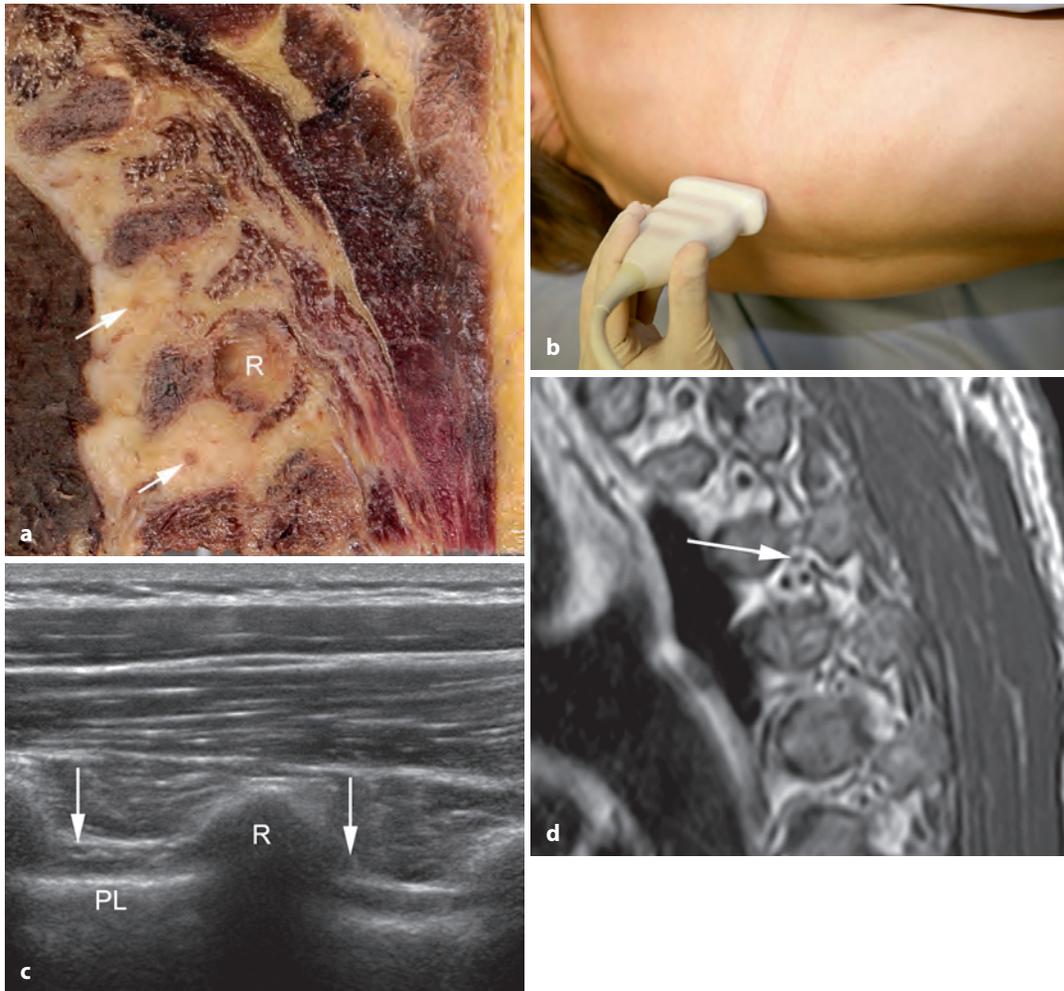
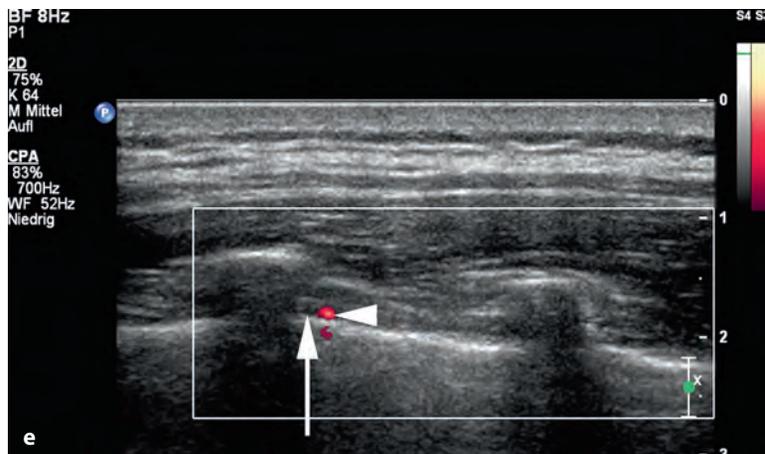


Рис. 6.4 **а** Анатомический препарат, поперечный срез. **б** Позиция датчика. **с** УЗИ, поперечное сканирование. **д** МРТ, поперечное T1-ВИ. Межреберные нервы (*стрелки*). *R* – ребро; *PL* – листок плевры.



е На поперечной энергетической доплерограмме межреберья здорового человека обнаруживается тесная взаимосвязь межреберных нерва (*стрелка*) и артерии (*головка стрелки*), проходящих по нижнему краю ребра.

Литература

- Abrahams MS, Horn JL, Noles LM, Aziz MF (2010) Evidence-based medicine: ultrasound guidance for truncal blocks. *Reg Anesth Pain Med* 35(2 Suppl):36–42
- Aravindakannan T, Wilder-Smith EP (2012) High-resolution ultrasonography in the assessment of meralgia paresthetica. *Muscle Nerve* 45(3):434–435
- Aveline C, Le Hetet H, Le Roux A et al (2011) Comparison between ultrasound-guided transversus abdominis plane and conventional ilioinguinal/iliohypogastric nerve blocks for day-case open inguinal hernia repair. *Br J Anaesth* 106(3):380–386
- Bærentzen F, Maschmann C, Jensen K et al (2012) Ultrasound-guided nerve block for inguinal hernia repair: a randomized, controlled, double-blind study. *Reg Anesth Pain Med* 37(5):502–507
- Bischoff JM, Koscielniak-Nielsen ZJ, Kehlet H, Werner MU (2012) Ultrasound-guided ilioinguinal/iliohypogastric nerve blocks for persistent inguinal postherniorrhaphy pain: a randomized, double-blind, placebo-controlled, crossover trial. *Anesth Analg* 114(6):1323–1329
- Cowie B, McGlade D, Ivanusic J, Barrington MJ (2010) Ultrasound-guided thoracic paravertebral blockade: a cadaveric study. *Anesth Analg* 110(6):1735–1739
- Flack S, Anderson C (2012) Ultrasound guided lower extremity blocks. *Paediatr Anaesth* 22(1):72–80
- Ford S, Dosani M, Robinson AJ, Campbell GC et al (2009) Defining the reliability of sonoanatomy identification by novices in ultrasound-guided pediatric ilioinguinal and iliohypogastric nerve blockade. *Anesth Analg* 109(6):1793–1798
- Fornage BD (1988) Peripheral nerves of the extremities: imaging with ultrasound. *Radiology* 167(1):179–182
- Gruber H, Kovacs P, Piegger J, Brenner E (2001) New, simple, ultrasound-guided infiltration of the pudendal nerve: topographic basics. *Dis Colon Rectum* 44(9):1376–1380
- Herring AA, Stone MB, Nagdev AD (2012) Ultrasound-guided abdominal wall nerve blocks in the ED. *Am J Emerg Med* 30(5):759–764
- Kim JE, Lee SG, Kim EJ, Min BW, Ban JS, Lee JH (2011) Ultrasound-guided lateral femoral cutaneous nerve block in meralgia paresthetica. *Korean J Pain* 24(2):115–118
- Kovacs P, Gruber H, Piegger J, Bodner G (2001) New, simple, ultrasound-guided infiltration of the pudendal nerve: ultrasonographic technique. *Dis Colon Rectum* 44(9):1381–1385
- Lee SH, Jeong CW, Lee HJ, Yoon MH, Kim WM (2011) Ultrasound guided obturator nerve block: a single interfascial injection technique. *J Anesth* 25(6):923–926
- Manassero A, Bossolasco M, Ugues S et al (2012) Ultrasound-guided obturator nerve block: interfascial injection versus a neurostimulation-assisted technique. *Reg Anesth Pain Med* 37(1):67–71
- Martinoli C, Serafini G, Bianchi S et al (1996) Ultrasonography of peripheral nerves. *J Peripher Nerv Syst* 1:169–174
- Miller BR (2011) Combined ultrasound-guided femoral and lateral femoral cutaneous nerve blocks in pediatric patients requiring surgical repair of femur fractures. *Paediatr Anaesth* 21(11):1163–1164
- Paraskeuopoulos T, Saranteas T (2012) Ultrasound-guided obturator nerve block: the importance of the medial circumflex femoral vessels. *Reg Anesth Pain Med* 37(5):565
- Shteynberg A, Riina LH, Glickman LT, Meringolo JN, Simpson RL (2013) Ultrasound guided lateral femoral cutaneous nerve (LFCN) block: safe and simple anesthesia for harvesting skin grafts. *Burns* 39(1):146–149
- Silvestri E, Martinoli C, Derchi LE et al (1995) Echotexture of peripheral nerves: correlation between US and histologic findings and criteria to differentiate tendons. *Radiology* 197:291–296
- Tagliafico A, Serafini G, Lacelli F et al (2011) Ultrasound-guided treatment of meralgia paresthetica (lateral femoral cutaneous neuropathy): technical description and results of treatment in 20 consecutive patients. *J Ultrasound Med* 30(10):1341–1346
- Walker FO, Cartwright MS, Wiesler ER, Caress J (2004) Ultrasound of nerve and muscle. *Clin Neurophysiol* 115:495–507
- Weintraud M, Lundblad M, Kettner SC et al (2009) Ultrasound versus landmark-based technique for ilioinguinal-iliohypogastric nerve blockade in children: the implications on plasma levels of ropivacaine. *Anesth Analg* 108(5):1488–1492