

ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО

МЕСТНАЯ АНЕСТЕЗИЯ



Майкл Ф. Малрой

Кристофер М. Бернардс

Сюзан Б. Макдональд

Фрэнсис В. Салинас



Wolters Kluwer
Health

Lippincott
Williams & Wilkins



ИЗДАТЕЛЬСТВО

БИНОМ

МЕСТНАЯ АНЕСТЕЗИЯ

A Practical Approach to Regional Anesthesia

Fourth Edition

Michael F. Mulroy, MD
*Faculty Anesthesiologist
Virginia Mason Medical Center
Seattle, Washington*

Christopher M. Bernard, MD
*Faculty Anesthesiologist
Virginia Mason Medical Center
Seattle, Washington*

Susan B. McDonald, MD
*Faculty Anesthesiologist
Virginia Mason Medical Center
Seattle, Washington*

Francis V. Salinas, MD
*Faculty Anesthesiologist
Virginia Mason Medical Center
Seattle, Washington*



Wolters Kluwer
Health

Lippincott
Williams & Wilkins

Philadelphia • Baltimore • New York • London
Buenos Aires • Hong Kong • Sydney • Tokyo

МЕСТНАЯ АНЕСТЕЗИЯ

ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО

Перевод с английского
А. А. Митрохина

под редакцией
д-ра мед. наук, профессора
Е. А. Евдокимова

4-е издание (электронное)



Москва
БИНОМ. Лаборатория знаний
2015

УДК 616-089.5-031.84
ББК 54.5
М18

Малрой М. Ф.

М18 Местная анестезия [Электронный ресурс] : практическое руководство / М. Ф. Малрой, К. М. Бернардс, С. Б. Макдональд, Ф. В. Салинас ; пер. с англ. под ред. проф. Е. А. Евдокимова. — 5-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 403 с.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10".

ISBN 978-5-9963-2735-5

Практическое руководство, подготовленное известными американскими анестезиологами, выдержало на английском языке четыре издания. Описаны наиболее часто используемые методики местной анестезии для всех областей тела с обоснованием причин и целей их применения. Приводятся фармакологические и физиологические данные для выбора препаратов и доз. Отдельно обсуждается применение описанных методик в педиатрии, акушерстве и послеоперационном обезболивании.

Для врачей, использующих в практике местную анестезию, а также студентов старших курсов медицинских вузов.

УДК 616-089.5-031.84
ББК 54.5

Деривативное электронное издание на основе печатного аналога: Местная анестезия : практическое руководство / М. Ф. Малрой, К. М. Бернардс, С. Б. Макдональд, Ф. В. Салинас ; пер. с англ. под ред. проф. Е. А. Евдокимова. — 4-е изд. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — 400 с. : ил. — ISBN 978-5-9963-0310-6.

В данной книге приводятся указания, отрицательные реакции и дозировка лекарственных препаратов, но они могут изменяться. Читателю категорически рекомендуется ознакомиться с информацией производителя, имеющейся на упаковке, относительно используемого лекарственного препарата. Авторы, редакторы, издательства и распространители не несут никакой ответственности за ошибки или упущения или другие последствия, возникшие вследствие использования информации, приводимой в данной книге, и не гарантируют ни в каком виде правильность рекомендаций, содержащихся в данной публикации. Авторы, редакторы, издатели и распространители не несут никакой ответственности за нанесенный ущерб физическому лицу или собственности как результат данной публикации.

В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации

Опубликовано с разрешения
Lippincott Williams & Wilkins, USA.
This is a translation of
“A Practical Approach to Regional Anesthesia” 4/e
by Mulroy, Michael F. MD et al.
Lippincott Williams & Wilkins/Wolters Kluwer
Health не участвовало в переводе произведения.
© 2009, 2002, 1996 by Lippincott Williams &
Wilkins, a Wolters Kluwer business
© Перевод, оформление. БИНОМ. Лаборатория
знаний, 2003

ISBN 978-5-9963-2735-5

*Моим родителям, которые сделали все возможное, а также Натану
и Элизабет, которые помогли все это превратить в успех.*

КМБ

*Я хотел бы поблагодарить мою жену Джоанн и детей, Алекса, Брэндона
и Кэмерин за их любовь и поддержку. Я был бы неправ, не выразив также свою
сердечную благодарность доктору Майклу Малрою, который был моим учителем,
наставником и образцом для подражания, коллегой, а более всего —
лучшим другом.*

ФВС

*Моим родителям, мужу и всем моим наставникам и коллегам в Вирджиния
Мэйсон, особенно доктору Малрою, за всю их доброту и поддержку.*

СБМ

*Моей семье за терпение, но особенно всем коллегам, резидентам и врачам
в Вирджиния Мэйсон, создавшим и возрастившим традиции регионарной
анестезии, за мое обучение у них в течение многих лет.*

МФМ

Соавтор

Кэтлин Л. Ларкин

*Действующий ассистент профессора детского госпиталя
и регионального медицинского центра
Сиэтл, Вашингтон*

Оглавление

Соавтор	6
Предисловие	9
Предисловие к предыдущему изданию	11
Глава 1	
Местные анестетики	13
Глава 2	
Клиническая фармакология местных анестетиков	25
Глава 3	
Осложнения регионарной анестезии	41
Глава 4	
Премедикация и мониторинг	59
Глава 5	
Оснащение	66
Глава 6	
Спинальная анестезия	83
Глава 7	
Эпидуральная анестезия	133
Глава 8	
Каудальная анестезия	165
Глава 9	
Анестезия межреберная и терминальных нервов туловища	172
Глава 10	
Паравертебральная блокада	183
Глава 11	
Симпатические блокады	193
Глава 12	
Блокады плечевого сплетения	211

Глава 13	
Внутривенная регионарная анестезия	244
Глава 14	
Блокады периферических нервов верхней конечности	252
Глава 15	
Блокады поясничного сплетения	260
Глава 16	
Блокады крестцового сплетения и седалищного нерва	282
Глава 17	
Дыхательные пути	311
Глава 18	
Голова и лицо	319
Глава 19	
Блокады шейного сплетения	328
Глава 20	
Анестезия в офтальмологии	334
Глава 21	
Регионарная анестезия в педиатрии	345
Глава 22	
Амбулаторная хирургия	360
Глава 23	
Лечение послеоперационной боли	374
Указатель	395

Предисловие

Местная анестезия, практическое руководство фактически является четвертым изданием «*Иллюстрированного практического руководства по местной анестезии*». Эта книга продолжает работу С. Мура, MD, автора второго основного текста по регионарной анестезии в Северной Америке. Книга доктора Мура оставалась ценным источником многие десятилетия после ее первого выхода в 1953 г. *Руководства по местной анестезии* стали попыткой продолжить традицию, заложенную им и департаментом анестезиологии в Вирджиния Мейсон, которая сохраняется до сих пор.

Первые сотрудники департамента могли и не подозревать, насколько распространится применение регионарной анестезии и насколько их видение преимуществ периоперационного лечения боли будет подтверждено множеством исследований и расширено последними достижениями в развитии оборудования и фармакологии. Местные анестетики длительного действия, особенно при использовании в сочетании с опиоидами для нейроаксиальной аналгезии и в виде инфузии к периферическим нервам, очевидно, обеспечивают прекрасное обезболивание в ближайшем и отдаленном послеоперационном периоде. Применение этих методик было обогащено и расширено разработкой новых и улучшенных игл, катетеров и устройств для локализации нервов.

Применение регионарных методик — наследие, достойное сохранения и развития. К сожалению, многие практикующие врачи не получают достаточно обширной подготовки по регионарным методикам во время резидентуры и не склонны использовать их преимущества в частной практике не будучи уверенными в успехе, а также под давлением факторов времени и продуктивности, доминирующих в современной медицинской среде. К счастью для всех нас, в Северной Америке появилось множество обучающих ресурсов, таких как Американское общество регионарной анестезии и лечения боли и множество медицинских центров, специализирующихся на регионарной анестезии. Более того, в настоящее время доступны весьма полезные атласы и исчерпывающие тексты. Спрос на них сохраняется, равно как и на прямые практические руководства, подобные предлагаемому. Эта книга сфокусирована на практических соображениях по выбору и применению регионарной анестезии и останавливается подробно на их клиническом применении наиболее эффективным образом.

Местная анестезия, практическое руководство не претендует на роль полного референтного источника. Мы не включили многие аспекты регионарной анестезии как искусства или науки и приносим извинения тем авторам и исследователям, которые обогатили наши знания, но чей специфический вклад не был упомянут. Эта книга не претендует на роль полного анатомического атласа. Однако мы надеемся, что как практическое руководство она поможет нашим навыкам и прибавит уверенности при выполнении регионарной анестезии, став эффективной для наших пациентов.

Изменения формата и содержания четвертого издания очевидны. С увеличением объема знаний в области регионарной анестезии необходимость участия еще нескольких авторов стала неизбежной. Это без сомнения привело к некоторым повторам в главах и некоторым различиям стилей повествования. Тем не менее мы старались выдержать стабильный и сбалансированный подход на протяжении всего текста. Для облегчения чтения и большей информативности текст был представлен в схематичном формате. Для повышения иллюстративности ряд рисунков был увеличен, добавлены новые и пересмотрены старые, почти все они представлены в полной цветовой гамме.

Самое важное — содержание было адаптировано к современной практике. Мы отказались от глав, посвященных акушерской анестезии и лечению хронической боли, так как эти области разрослись настолько, что требуют отдельного рассмотрения, и несколько текстов на эти темы уже доступны. Такой отказ позволил значительно шире изложить последние достижения в локализации нервов, особенно с применением ультразвука. Хотя новая методика все еще не проста и недостаточно экономична, чтобы вытеснить другие способы, она имеет существенные преимущества при локализации нервов и безопасности, что побудило нас привлечь к ней внимание. Мы надеемся, что читатели найдут ее полезной и обладающей преимуществами для их практической работы.

Хотя за материал данного текста отвечают четыре автора, мы не можем не упомянуть и других, внесших свой вклад, особенно коллег из медицинского центра Вирджиния Мейсон, которые продолжают вдохновлять и поддерживать каждого из нас в нашей практической деятельности в области регионарной анестезии. Эта группа специалистов подала множество идей по методикам и их применению, и мы надеемся, что такая поддержка продолжится в будущем. Речь идет о наших резидентах и коллегах хирургах, которые постоянно стимулируют совершенствование наших методик, стандартизацию наших процедур и разделяют их с нами в обучающем формате. Мы благодарны им всем. Наша особая благодарность доктору Кэтлин Ларкин из медицинского центра детского госпиталя в Сизтле за ее доброжелательную рецензию главы по регионарной анестезии в педиатрии. И конечно, эта книга не могла бы попасть в печать без постоянного редакторского участия Грэйс Капуто из Давтэйл Контент Солюшн и Бриана Брауна из Липпинкотт Вильямс и Вилкинс. Мы также признательны Дженнифер Смит за ее опыт и проницательность при усовершенствовании художественного оформления. Но, безусловно, мы в долгу и более всего благодарны терпению и пониманию наших семей, которые поддерживали нас в долгие часы дополнительной работы, сделавшей это издание возможным.

Мы надеемся, что *Местная анестезия, практическое руководство* станет полезным и надежным руководством в вашей повседневной анестезиологической практике, что она побудит вас постоянно совершенствовать методики и применять их еще шире в периоперационном периоде для того, чтобы наши пациенты получили от анестезии и аналгезии все лучшее, что они могут им дать.

Майкл Ф. Малрой, MD

Предисловие

к предыдущему изданию

Это практическое руководство по регионарной анестезии предназначено как для студентов, так и для практикующих врачей. Оно о том, как выполнять типичные регионарные методики непосредственно в операционной. В нем содержится информация, обосновывающая показания к применению и цели использования этих методик. Представлены данные о фармакологии и физиологии, помогающие выбрать препарат и дозы, а также предотвратить типичные осложнения. В книге описаны методики, типично выполняемые на всех участках тела, с обсуждением их применения в таких специфических отраслях медицины, как педиатрия, акушерство и лечение боли. В практическом руководстве такого охвата, тем не менее, нет цели достижения энциклопедической глубины. Для получения исчерпывающей информации по обсуждаемым в данном тексте вопросам читателю следует обращаться к стандартным текстам и оригинальным исследованиям, перечисленным в списках литературы в конце каждой из глав.

Первые пять глав посвящены общим вопросам, следующие описывают конкретные процедуры. В первых главах, образующих вводный раздел, представлены сведения о премедикации, оснащении и типичных осложнениях, в дальнейшем о них упоминается лишь вкратце. Обсуждение специфических методик собрано в главы по аксиальным блокадам и методикам, включающим верхнюю и нижнюю конечности, голову и туловище. Кроме детального, шаг за шагом описания методик блокад, в каждой главе представлен краткий обзор анатомии соответствующих зон, специфических для них осложнений и особенностей использования препаратов. В последних главах рассматривается применение регионарных методик в педиатрии, акушерстве и при лечении хронической боли. В специальных изданиях эти методики описаны более детально, но практический врач, которому предстоит участвовать в лечении боли или выполнять регионарную анестезию детям, найдет в этих последних главах полезные (особенно новичкам) рекомендации.

Эта книга создана как практическое руководство при выполнении анестезии. Однако успешное применение регионарной анестезии требует чего-то большего, чем простая карта и расписание действий. Читателю, особенно начинающему врачу, прежде чем подойти к пациенту, настоятельно рекомендуется изучить анатомию по более подробным учебникам и атласам. Для успешного выполнения регионарной анестезии жизненно важны трехмерная визуализация и представление анатомии; полезно также изучение ориентиров на скелете или живой модели. До общения с пациентом важно ознакомиться с применяемыми препаратами и связанными с ними осложнениями.

Методики, описанные в этой книге, широко применяются в медицинском центре Вирджиния Мейсон. В случаях, когда доступны научные данные, подтверждающие преимущество каких-либо подходов или методик, они включены

в список литературы. Однако регионарная анестезия во многом остается искусством. Многие из описанных подходов все еще продиктованы личным опытом и предпочтениями. Даже в нашем департаменте есть существенные различия в выполнении типичных методик. Все индивидуальные вариации описать невозможно, но для любой области медицины была бы несчастьем практика, ориентированная на общепринятую «поваренную книгу». Искусство регионарной анестезии динамично, что находит отражение в появлении новых препаратов, оборудования и методик, включенных в новую редакцию. Без сомнения, нас ждет дальнейшее развитие.

Издание этого руководства было бы невозможно без участия и поддержки всего персонала департамента анестезиологии клиники Вирджиния Мейсон. Окончательный результат отражает вклад каждого сотрудника (что не обязательно означает полного согласия с ним всех остальных!). Резиденты и выпускники в течение многих лет вносили неоценимые предложения, по содержанию, мы учимся у своих студентов столько же, сколько они учатся у нас. Особая благодарность Линде Джо Райс, MD за ее вклад относительно применения регионарной анестезии в педиатрическом отделении, которого нет у нас в центре Вирджиния Мейсон, и Джеймсу Хелману, MD за его экспертное мнение по лечению хронической боли. Я благодарю Айрис Николс за ее терпение и усердие при подготовке оригинальных иллюстраций к тексту и Дженнифер Смит за ее дополнения и изменения при оформлении этого издания. И наконец, я благодарю Крэга Перси, вдохновившего меня на это третье издание. Есть надежда, что наши усилия привели к созданию руководства, которое поможет как начинающим, так и выпускникам повысить свой уровень знаний в регионарной анестезии.

Майкл Ф. Малрой, MD

Глава 1

Местные анестетики

Кристофер М. Бернардс

I. История

К местным анестетикам относятся соединения, вызывающие обратимый блок потенциалов действия нерва. Ряд соединений со свойствами местных анестетиков существуют в природе, включая кокаин и эугенол, добываемые из растений, сакситоксин, получаемый из водорослей (динофлагелляты), и тетродотоксин, извлекаемый из некоторых видов рыб семейства *Tetraodoniformes* (хотя на самом деле это токсин, продуцируемый бактерией *Pseudoalteromonas* внутри рыб). Нет сомнений в том, что первобытные люди использовали их столетиями, но сообщение о первом применении препарата в качестве местного анестетика относится к 1884 г., когда немецкий врач Карл Коллер применил кокаин, о котором узнал от Зигмунда Фрейда, для топической анестезии в офтальмологии.

В связи с потенциальной токсичностью кокаина химики попытались синтезировать заменитель кокаина еще в начале 1890-х годов. Результатом этих попыток стал синтез прокаина Эйнгорном с соавторами в 1905 г. Все местные анестетики, доступные в настоящее время для регионарной анестезии, являются более эффективными вариантами прокаина.

II. Химические свойства

- A. Структура.** Все местные анестетики, применяемые для блокад нервов, состоят из гидрофобного ароматического кольца, соединенного с третичной аминогруппой углеродной цепочкой (рис. 1.1). Длина углеводородной цепочки варьирует от 6 до 9 Å; препараты, цепочка которых длиннее или короче, неэффективны. У бензокаина, применявшегося только для топической анестезии, нет третичной аминогруппы, и он не имеет водорода, который заменяется при физиологическом pH ($pK_a = 3,5$).
- B. Эфиры и амиды.** Местные анестетики делятся на эфиры и амиды в зависимости от того, присоединена ли углеродная цепочка к бензольной части эфирной или амидной связью (рис. 1.1). Тип связи важен для определения того, по какому пути пойдет метаболизм препарата (см. гл. 2 [Раздел VII]).
- B. Изомеры.** Многие местные анестетики имеют по крайней мере один асимметричный атом углерода и, таким образом, существуют в виде двух или более энантиомеров. Большинство из них применяются клинически в виде рацемических смесей, содержащих оба энантиомера. Исключение составляют ропивакаин и левобупивакаин: они поставляются в виде одного энантиомера, поскольку в клинической практике он действует сильнее и менее токсичен, чем рацемат.

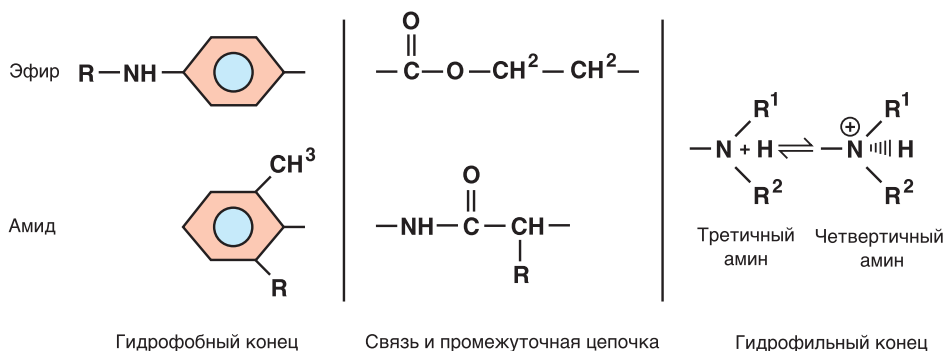


Рис. 1.1. Типичная структура молекул местных анестетиков эфиров и амидов

III. Физико-химические свойства

А. Кислота-основание. Поскольку третичные аминогруппы могут связывать протон, чтобы стать позитивно заряженным четвертичным амином (рис. 1.1), все местные анестетики (за исключением бензокаина) существуют в виде слабой пары кислота-основание в растворе. Способность генерировать положительный заряд критически важна для блокады натриевых каналов (см. Раздел IV. Д)

1. Константа диссоциации pK_a (табл. 1.1). В растворе местные анестетики существуют как в незаряженной форме (основание), так и в положительно заряженной (кислота). Доля каждого из них в конкретном растворе или ткани зависит от pH раствора/ткани и его можно рассчитать по уравнения Гендерсона—Хассельбаха (Henderson—Hasselbalch):

$$pK_a = pH - \log [\text{основание}]/[\text{кислота}],$$

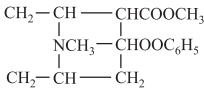
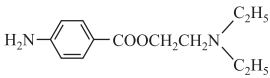
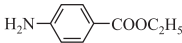
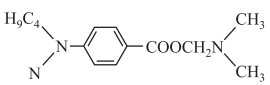
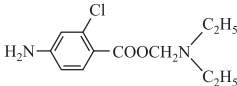
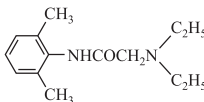
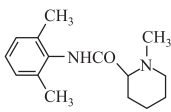
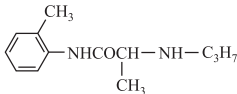
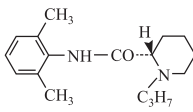
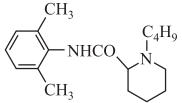
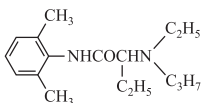
где pH — pH раствора или ткани и pK_a — pH при которой половина молекул местного анестетика присутствует в форме основания, и половина — в форме кислоты.

Значение pK_a уникально для каждого местного анестетика и определяет тенденцию молекулы присоединять протон, когда она находится в форме основания, или отдавать протон, когда она в форме кислоты. Большинство местных анестетиков имеют pK_a в диапазоне от 7,5 до 9,0.

Поскольку местные анестетики составляются в несбуфферированном кислом растворе (pH = 3,5—5,0), в них от 1000 до 100 000 раз больше молекул в заряженной в форме, чем в незаряженной неионизированной (что способствует сохранности местного анестетика в растворе). Поскольку pH внеклеточных тканей равен приблизительно 7,4, при инъекции в ткани пропорция заряженных молекул под действием этого фактора снижается в 500—10 000 раз. Например, так как pK_a мепивакаина равна 7,6, в коммерчески доступном растворе с pH 4,6 должно быть в 1000 раз больше молекул в протонной форме (слабая кислота), чем в незаряженной. После инъекции в ткани с pH 7,4 многие заряженные молекулы мепивакаина должны «отдавать» свои протоны, и теперь заряженных будет больше, чем незаряженных, приблизительно в 1,6 раза. Как описано в разделе IV. Д, способность переходить из заряженной формы в незаряженную и обратно критически важна для действия местного анестетика.

Таблица 1.1

Физико-химические свойства местных анестетиков

Препарат (торговое название)	Тип (год выпуска)	Химическая структура	Относительная активность <i>in vitro</i>			
			Седативный нерв крысы	pK _a	Коэффициент распределения ^a	Связывание с белками плазмы
Кокаин	Эфир		—	8,6	—	92
Прокаин (Новокаин)	Эфир (1905)		1	8,9	1,7	5,8
Бензокаин	Эфир (1900)		—	3,5	81	—
Тетракаин (Понтокаин)	Эфир (1930)		8	8,5	221	75,6
2-хлоропрокаин (Несакаин)	Эфир (1952)		1	8,7	9,0	—
Лидокаин (Ксилокаин)	Амид (1944)		2	7,72	2,4	64,3
Мепивакаин (Карбокаин, Полокаин)	Амид (1957)		2	7,6	21	77,5
Прилокаин (Цитанест)	Амид (1960)		2	7,7	25	55
Ропивакаин (Наропин)	Амид (1995)		4	8,1	115	95
Бупивакаин (Маркаин, Сенсоркаин) Левобупивакаин (Хирокаин)	Амид (1963)		8	8,1	346	95,6
Этидокаин (Дуранест)	Амид (1972)		8	7,74	800	94

^a Октанол: буфер pH 7,4.(С разрешения из: Covino BG, Vasallo HG. *Local anesthetic: mechanism of action and clinical use*. New York: Grune & Stratton, 1976; deJong RH. *Local anesthetics*. St. Louis: Mosby — Year Book, 1993; Cousins MJ, Bridenbaugh PO. *Neural blockade and management of pain*, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1998).

Б. Гидрофобность (табл. 1.1). Способность местных анестетиков растворяться в водных (гидрофильных) и жировых (гидрофобных) средах варьирует. Различия по гидрофобности возникают в первую очередь как следствие различий типов химических групп связывания с четвертичными аминами (рис. 1.1). Заряженная форма любого местного анестетика более гидрофильна, чем соответствующая незаряженная форма. Гидрофобный характер часто обозначают как *жирорастворимость* — что не точно. Более выраженная гидрофобность коррелирует с более выраженной мощностью местного анестетика и длительностью его действия (см. Раздел V. А и гл. 2).

1. Гидрофобность определяется добавлением местного анестетика в сосуд, содержащий две несмешиваемых жидкости — водного буфера и гидрофобного «липида». Липиды обычно выбирают так, чтобы замаскировать гидрофобный характер липидных мембран клеток; часто используют октанол, оливковое масло и *n*-гептан. Местный анестетик добавляют в сосуд и встряхивают для «перемешивания» двух жидкостей. Раствору дают отстояться и жидкостные фазы сепарируют. После разделения измеряют концентрацию в водной и липидной фазах. Полученное соотношение концентраций называется «коэффициент распределения», что часто не вполне правильно понимают как «жирорастворимость».
2. Важно отметить, что коэффициент распределения, определенный таким образом, будет существенно варьировать в зависимости от:
 - а) pH водной фазы, поскольку она будет определять, какая часть местного анестетика заряжена (более гидрофобна) или не заряжена (более гидрофильна). Значение pH 7,4 типично, и полученный в результате коэффициент распределения называется *коэффициент распределения*. Коэффициент распределения обычно измеряют, используя местный анестетик, основание и водную фазу pH со значительно более высокой pK_a , чем у препарата, что обеспечивает отсутствие заряда в большей части местного анестетика;
 - б) используемого **липида**. Различные липиды будут давать очень разные коэффициенты распределения и значения, полученные в системе одного растворителя нельзя сравнивать со значениями другой системы. Обращение к «жирорастворимости» препарата без уточнения системы, в которой она определена, будет информацией неполной;
 - в) **формы местного анестетика** (основание или соль). Таблицы, в которых просто указана «жирорастворимость» местных анестетиков без информации о том, как она была определена, не всегда полезны. В табл. 1.1 коэффициенты распределения местных анестетиков приведены для хлоридных солей местных анестетиков в октаноле и буфере при pH 7,4 (октанол: буфер_{7,4}).

В. Связывание с белками. Связывание с белками плазмы варьирует от 5% до 95% (табл. 1.1). В целом более гидрофобные препараты обладают более высоким связыванием с белками. Фактически свойства препарата, иногда относимые на счет степени «связывания с белками», по-видимому, связаны с его гидрофобностью. Есть ли какие-либо взаимоотношения между связыванием с белками плазмы и белками тканей — неизвестно, и их можно не принимать во внимание.

1. α_1 -кислый гликопротеин и альбумин — основные белки плазмы, с которыми связываются местные анестетики. Связывание с этими белками зависит от рН и снижается при ацидозе, поскольку количество способных к связыванию точек в кислой среде снижается.
2. В плазме есть несвязанные, или «свободные», фракции местного анестетика, которые способны выходить из плазмы и попадать в другие органы, такие как мозг или сердце. Именно эти свободные фракции ответственны за системную токсичность.
 - а. Пациенты с низкой концентрацией белков (например, при нутритивной недостаточности, циррозе, нефротическом синдроме) имеют более высокий риск системной токсичности, чем пациенты с нормальной концентрацией белка в плазме и пациенты с высокой концентрацией белка в плазме (например, некоторые формы рака), которые обеспечивают себе дополнительную степень защиты [1].

IV. Натриевый канал и проводимость по нерву

- А. **Структура натриевого канала** (рис. 1.2). Натриевый канал млекопитающих — **трансмембранный белок**, состоящий из трех субъединиц, формирующих чувствительный к потенциалу, натрий-селективный канал через нейрональную мембрану. К настоящему времени идентифицировано десять отдельных генов человека, в которых закодированы десять структурно отличных натриевых каналов. Различные формы представлены в разных тканях (например, мышцах, сердце, центральной и периферической нервной системе). Возможно, существуют мутации, которые повышают или понижают чувствительность к местным анестетикам (такого рода индуцируемые мутации были получены в экспериментальных системах [2, 3]), но в настоящее время клинических подтверждений этому не найдено.
- Б. **Проводимость**. В покое нейроны поддерживают электрохимический градиент вокруг своих мембран, поскольку Na^+/K^+ -АТФаза (аденозинтрифосфатаза) закачивает три иона Na^+ из аксоплазмы на каждые два иона K^+ , закачанные в нее. Это значит, что внутренняя среда аксона относительно отрицательно заряжена (от -50 до -90 мВ) и натрия в ней меньше по сравнению с внешней средой (рис. 1.2). При достаточной «стимуляции» нерва натриевые каналы в очень локальной зоне нервной мембраны открываются, таким образом позволяя ионам Na^+ перемещаться в соответствии с их градиентом внутрь аксона и локально «деполяризовать» аксональную мембрану. Если размах деполяризации превышает «порог» (т. е. трансмембранный потенциал снизился достаточно), индуцируется открытие натриевых каналов в прилегающей мембране (это и означает «чувствительность к потенциалу»), что, в свою очередь, индуцирует открытие натриевых каналов, расположенных еще дальше. Таким образом деполяризация распространяется вниз по аксональной мембране, формируя потенциал действия.
- В. **Реполяризация**. Через несколько миллисекунд натриевый канал инактивируется зависимым от времени изменением конформации, которое «закрывает» ворота (рис. 1.2). В **инактивированном состоянии** натриевый

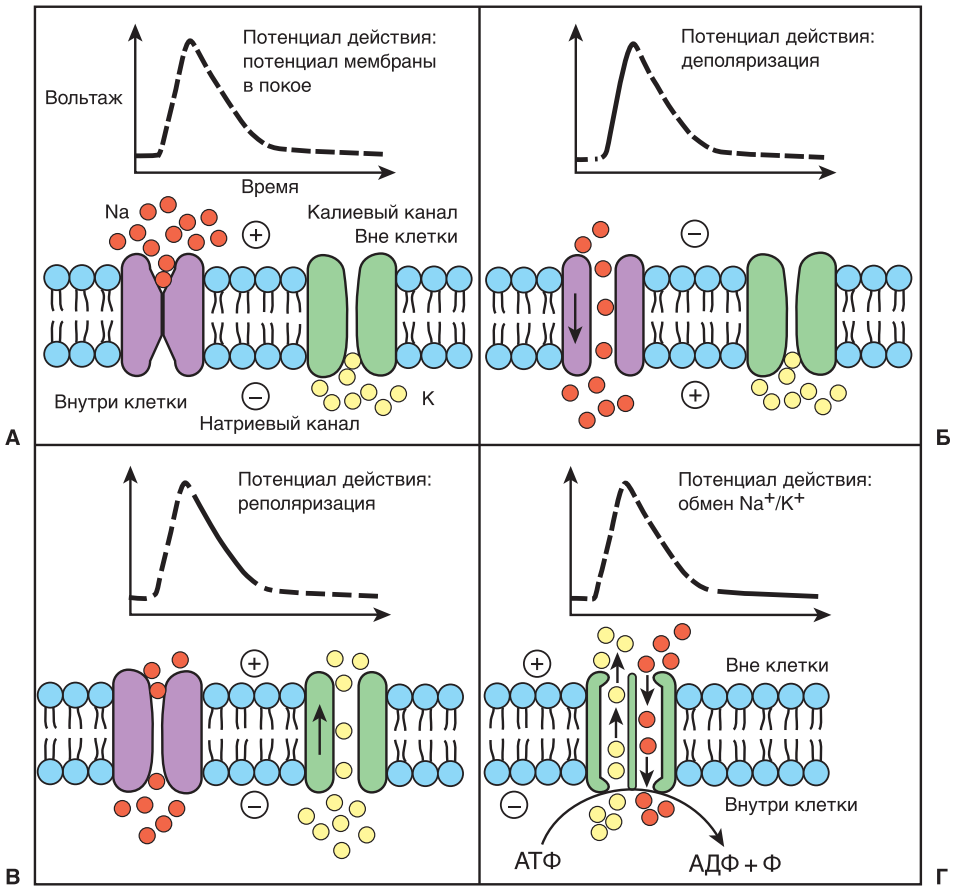


Рис. 1.2. Функция натриевых и калиевых каналов и перемещения иона во время деполяризации нерва. **А:** В покое натриевый канал закрыт: во внеклеточном пространстве создается относительный избыток ионов натрия (*коричневые кружки*) и относительный избыток ионов калия во внутриклеточном пространстве (светлые кружки). Поскольку на каждые три положительно заряженных иона натрия во внеклеточном пространстве приходится приблизительно два заряженных иона калия во внутриклеточном пространстве, последнее отрицательно заряжено (от -50 до -90 мВ) относительно внеклеточного. **Б:** После достаточной стимуляции потенциал-зависимая конфигурация натриевых каналов меняется на открытую и ионы натрия устремляются по своему электрохимическому градиенту внутрь нейрона, что приводит к деполяризации. **В:** На пике потенциала действия конфигурация натриевого канала спонтанно меняется на неактивное состояние, которое препятствует дальнейшему поступлению натрия и рефрактально к попыткам повторного открытия в ответ на стимул. Одновременно ворота калиевых каналов открываются и калий устремляется по своему электрохимическому градиенту, компенсируя отрицательный заряд внутри относительно внеклеточной среды (реполяризация). **Г:** Калий-натриевый насос (Na^+/K^+ -АТФаза) обменивает три внутриклеточные молекулы натрия на каждые две внеклеточные молекулы калия, таким образом восстанавливая потенциал покоя мембраны и продвигая натриевый канал к закрытой конфигурации. АДФ, аденозиндифосфат; АТФ, аденозинтрифосфат; Ф, фосфат. (Адаптировано из: Barash K, Clitten S. *Clinical anesthesia*, 3rd edition)

канал не может проводить Na^+ и не может открыться вновь при стимуляции (аналогично рефрактерному периоду в миокарде). Сначала потенциал покоя мембраны восстанавливается до нормального за счет внеклеточного перемещения K^+ , а позднее за счет обмена натрия на калий Na^+/K^+ АТФазой. По мере восстановления потенциала покоя мембраны натриевый канал подвергается дополнительным пространственным изменениям для перехода в **закрытое состояние (покоя)**, во время которого он не проводит ионы Na^+ , но достаточный стимул (например, деполяризация, сенсорная трансдукция, связывание нейротрансмиттера) будет переводить канал в **открытое состояние**. Важно заметить, что аффинность местных анестетиков варьирует с изменением состояния натриевых каналов, с максимальным значением в инактивированном состоянии и минимальным в состоянии покоя (закрытом). Эти, зависящие от состояния, различия аффинности лежат в основе «фазного» или «частотно-зависимого» блока (см. Раздел V. Б). Кроме того, различия между местными анестетиками в степени, с которой они проявляют зависящие от состояния различия аффинности к связыванию, лежат в основе их относительной кардиотоксичности (см. гл. 3).

Г. Связывание местных анестетиков. «Рецепторов» для местных анестетиков не существует; правильнее такие участки называть «*зонами связывания*». Направленные исследования мутагенеза показывают, что зоны связывания местных анестетиков расположены внутри **натриевых каналов**, рядом с местом их входа в клетку (рис. 1.2) [2]. Местные анестетики блокируют потенциалы действия, либо препятствуя перемещению Na^+ по натриевым каналам физически, либо не давая совершить изменения в натриевом канале, необходимые Na^+ для того чтобы он мог пройти через пору.

1. Зона связывания местного анестетика состоит из **гидрофобной области**, которая принимает гидрофобную часть молекулы местного анестетика для взаимодействия, и **гидрофильной области**, с которой взаимодействуют четвертичные амины (рис. 1.2). Аминокислотные замены в этих зонах блокируют эффект местных анестетиков.

Д. Модель действия местного анестетика. В экспериментах *in vitro* с использованием гигантского аксона кальмара было продемонстрировано, что перманентно заряженные четвертичные амины местных анестетиков обладают относительно слабой местноанестезирующей активностью при нанесении их за пределами мембраны нерва, но вполне сильной при введении в цитоплазму нерва. Напротив, незаряженные третичные амины, введенные внутрь нерва, не очень эффективны как местные анестетики. Эти наблюдения стали основанием следующей модели местноанестезирующего действия третичных аминов (рис. 1.3).

1. Местные анестетики должны проникать через аксональную плазменную мембрану для достижения своих точек связывания.

2. Незаряженные, более гидрофобные, третичные амины формируют местные анестетики, легче проникающие через аксональную мембрану.

3. Заряженные четвертичные амины формируют местные анестетики, отвечающие за блокаду натриевых каналов.

4. Исключения. У этой модели есть несколько исключений.

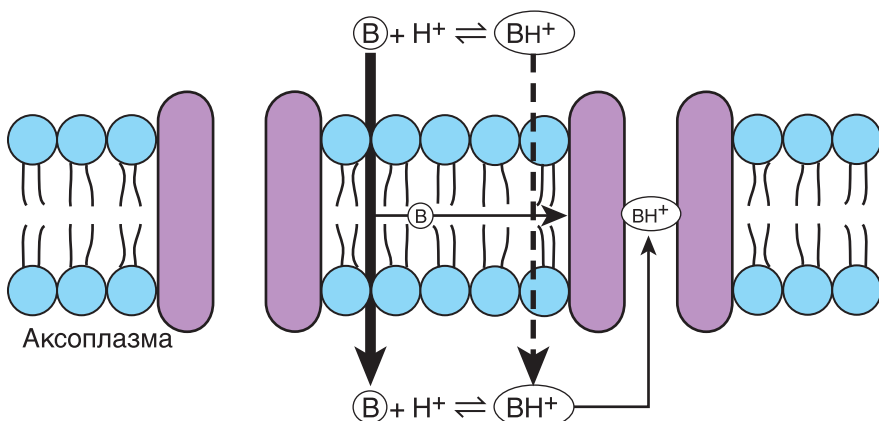


Рис. 1.3. Модель взаимодействия местного анестетика с натриевым каналом. Во внеклеточной жидкости молекула местного анестетика присутствует в равновесном состоянии между нейтральным третичным амином-основанием (B) и положительно заряженным четвертичным амином (BH⁺). Незаряженная третичная форма местного анестетика проникает через клеточную мембрану значительно легче, чем заряженная четвертичная форма, но последняя до некоторой степени проникает тоже. Такое же равновесие между незаряженным третичным амином и заряженным четвертичным амином существует и внутри нерва, хотя более низкое значение pH внутри нейрона будет способствовать образованию четвертичной формы в большей степени, чем во внеклеточной жидкости. Только заряженная четвертичная форма способствует взаимодействию точки связывания с местным анестетиком *внутри* натриевого канала и может реагировать с точкой связывания только *изнутри* нейрона. Считается, что незаряженные местные анестетики (например, бензокаин) взаимодействуют с натриевыми каналами в разных точках, что возможно только *изнутри* аксональной мембраны. Как альтернатива, незаряженные местные анестетики могут изменять функцию натриевого канала, изменяя свойства аксональной мембраны и, таким образом, взаимодействие натриевого канала с мембраной

- а. **Бензокаин**, который не имеет аминогруппы и, следовательно, перманентно не заряжен, тем не менее блокирует натриевые каналы. Бензокаин может иметь различные точки связывания и может попадать на них прямо из плазменной мембраны — вместо аксоплазмы (рис. 1.3).
- б. Перманентно заряженные местные анестетики **четвертичные амины** (например, тоникаин) *in vitro* продуцируют медленно развивающуюся, но длительно действующую блокаду натриевых каналов [4, 5].

V. Фармакодинамические характеристики *in vitro*

A. Мощность. Мощность местного анестетика определяется как **минимальная локальная концентрация местного анестетика**, необходимая для блокады нерва. *In vitro* на изолированном нерве мощность очень хорошо коррелирует с гидрофобностью. *In vivo* корреляция все еще есть, но она менее выражена. Кроме того, минимальные блокирующие концентрации *in vitro* расположены в порядке увеличения или более низки, чем нужные *in vivo* в связи с поглощением препарата в неспецифических зонах связывания

при прохождении через диффузионные тканевые барьеры и подобные препятствия, встречающиеся *in vivo* (см. гл. 2).

Б. Частотнозависимый (фазный) блок. Чем быстрее нерв стимулируется *in vitro*, тем ниже концентрация местного анестетика, необходимая для его блокады. Этот феномен называют частотнозависимым или фазным блоком. Он возникает по разным причинам.

1. Местные анестетики могут достигать своих точек связывания только при открытых каналах. Следовательно, нерв в покое нельзя блокировать, и чем чаще будет происходить стимуляция нерва, тем больше каналов будет открыто для поступления местного анестетика.
2. Аффинность местного анестетика к его точкам связывания наиболее высока в инактивированном состоянии и наименее — в состоянии покоя (см. рис. 1.2). Пока канал переходит из инактивированного в состояние покоя, местный анестетик может пройти мимо точки связывания так, что последующая деполяризация находит канал не заблокированным. По мере возрастания запальной частоты каналы все меньше времени находятся в состоянии покоя и, таким образом, остается меньше времени для прохождения местного анестетика мимо точек связывания. На самом деле блокада натриевых каналов происходит в результате баланса между связыванием местного анестетика в инактивированном состоянии и диссоциацией местного анестетика в состоянии покоя.

Фазный блок наблюдается в большей степени у более мощных (гидрофобных) местных анестетиков, поскольку разброс в различиях их аффинности к связыванию между открытым/инактивированным состоянием и состоянием покоя больше, чем у более гидрофильных препаратов. Неясно, до какой степени частотнозависимый блок, легко демонстрируемый *in vitro*, имеет место *in vivo*. Тем не менее частотнозависимый блок натриевых каналов миокарда *in vivo* служит важной причиной того, что гидрофобные местные анестетики более кардиотоксичны, чем гидрофильные (см. гл. 3).

В. Длина нерва, подвергнутого воздействию, и местноанестезирующий блок. *In vitro* чем длиннее участок нерва, на который воздействовал местный анестетик, тем ниже концентрация местного анестетика, необходимая для того, чтобы вызвать блокаду [6]. Этот эффект достигает пика при экспозиции на 2,5—3 мм; при длине свыше 3 мм минимальная блокирующая концентрация более не растет.

1. **Миелинизированные аксоны.** Миелин состоит из плазматических мембран шванновских клеток, обернутых вокруг аксона (см. табл. 1.2). На аксоне есть перехваты, которые называют *узлами Ранвье*, расположенные с фиксированными интервалами между миелинизированными зонами. Миелинизация приводит к значительно более быстрой скорости проведения, поскольку аксональным мембранам нужна только деполяризация в узле. На самом деле деполяризация «перепрыгивает» с узла на узел в процессе, который называется *сальтаторное проведение*.

а. Местные анестетики могут получать доступ к аксональной мембране миелинизированных аксонов только в узлах Ранвье. *In vitro* местному анестетику нужно блокировать натриевые каналы приблизительно в трех последовательно расположенных узлах (0,4—4 мм)

Классификация аксонов^а

Тип волокна	Размер (μ)	Функция	Чувствительность к местному анестетику (<i>in vitro</i>)	Иллюстрации
A альфа	12—20	Соматическая моторная, проприоцепция	++	
бета	5—12	Прикосновение, ощущение давления	++	
гамма	3—6	Сокращение мышечных волокон	+++	
дельта	2—5	Боль, температура, прикосновение	+++	
B	<3	Автономная нервная система (преганглионарные волокна)	++	
C	0,3—1,4	Боль, рефлекторные реакции Автономная нервная система (постганглионарные волокна)	+	

^а Аксоны человека классифицируют по размеру, функции и наличию или отсутствию миелина. *In vitro* малые немиелинизированные аксоны наиболее устойчивы к блокаде местными анестетиками, тогда как большие миелинизированные аксоны наиболее чувствительны. *In vivo*, однако, чувствительность к блокаде местными анестетиками отличается, но причины этого не вполне понятны (см. гл. 2). «+» означает относительную чувствительность к блокаде местными анестетиками.

для прекращения аксонального проведения. Значительная вариабельность длин участков связана с тем, что у аксонов большего диаметра длиннее «межузловое» расстояние, чем аксонов с меньшим диаметром. Нужно ли такое же количество узлов для блокады *in vivo* — неизвестно.

2. Немиелинизированные аксоны. Как и у миелинизированных аксонов, концентрация местного анестетика, необходимая для блокады проводимости по немиелинизированным аксонам, снижается при увеличении длины нерва, подвергнувшегося воздействию местного анестетика.

Г. Тип, размер аксона и местноанестезирующая блокада. Аксоны человека классифицируют в соответствии с их структурой (миелинизированный, немиелинизированный), размером (т. е. диаметром) и функцией (табл. 1.2). Характеристики местноанестезирующей блокады для разных типов аксонов варьируют, но роли размера, миелинизации или функции в аксональной блокаде не вполне ясны.

1. В равновесных условиях *in vitro* немиелинизированные аксоны (С-волокна) наиболее устойчивы к блокаде местными анестетиками, за ними идут крупные (А α , А β) и мелкие (В) миелинизированные аксоны [7—9]. Легче всего блокировать *in vitro* миелинизированные аксоны промежуточного размера (А δ , А γ). Механизм осуществления таких различий чувствительности точно неизвестен, но ясно, что он связан с размером нерва или миелинизацией *per se*.

IV. Заключение

Химические особенности и молекулярная фармакология местных анестетиков, описанные в этой главе, лежат в основе клинической фармакологии, описанной в последующих главах. Знакомство с принципами, изложенными здесь, облегчит понимание клинической фармакологии различных местных анестетиков при использовании их для специфических блокад. Однако следует помнить, что клиническое действие включает ряд факторов (например, захват, распределение и метаболизм), которых нет в простых системах, используемых для исследования химии и фармакологии на клеточном уровне. В связи с этим последующие главы крайне важны для понимания клинического применения этого важного класса препаратов.

Литература

1. Molitor RE, Lain D, DuPen SL Jr. Home epidural infusions of opiate agonists and bupivacaine — epinephrine. *Am J Hosp Pharm* 1988;45(9):1861—1862.
2. Yarov-Yarovoy V, Brown J, Sharp EM, *et al.* Molecular determinants of voltage-dependent gating and binding of pore-blocking drugs in transmembrane segment III S6 of the Na⁺ channel alpha subunit. *J Biol Chem* 2001;276(1):20—27.
3. Ragsdale DS, McPhee JC, Scheuer T, *et al.* Molecular determinants of state-dependent block of Na⁺ channels by local anesthetics. *Science* 1994;265(5179):1724—1728.

4. Gerner P, Nakamura T, Quan CF, *et al.* Spinal tunicaine: potency and differential blockade of sensory and motor functions. *Anesthesiology* 2000;92(5):1350—1360.
5. Khan MA, Gerner P, Sudoh Y, *et al.* Use of a charged lidocaine derivative, tunicaine, for prolonged infiltration anesthesia. *Reg Anesth Pain Med* 2002;27(2):173—179.
6. Raymond SA, Steffensen SC, Gugino LD, *et al.* The role of length of nerve exposed to local anesthetics in impulse blocking action. *Anesth Analg* 1989;68(5):563—570.
7. Huang JH, Thalhammer JG, Raymond SA, *et al.* Susceptibility to lidocaine of impulses in different somatosensory afferent fibers of rat sciatic nerve. *J Pharmacol Exp Ther* 1997;282(2):802—811.
8. Wildsmith JA, Gissen AJ, Gregus J, *et al.* Differential nerve blocking activity of amino-ester local anaesthetics. *Br J Anaesth* 1985;57(6):612—620.
9. Franz DN, Perry RS. Mechanisms for differential block among single myelinated and non-myelinated axons by procaine. *J Physiol* 1974;236(1):193—210.

Глава 2

Клиническая фармакология местных анестетиков

Кристофер М. Бернардс

I. Введение

Большая часть информации, представленной в гл. 1, описывает клеточное взаимодействие местных анестетиков, исследуемое на изолированном нерве *in vitro*. Хотя эти знания применимы к клиническим ситуациям в общем, в фармакологии местных анестетиков *in vivo* есть важные отличия. Например, минимальная блокирующая концентрация лидокаина на изолированном нерве *in vitro* составляет 0,07%. Блокада же нерва требует концентраций от 1,5 до 2%, что приблизительно в 30 раз выше.

Большинство отличий фармакологии местных анестетиков *in vitro* и *in vivo* могут быть отнесены к различиям в фармакокинетике. В отличие от ситуации *in vitro*, *in vivo* есть ряд конкурентных точек связывания местных анестетиков (и соответственно прекращения их действия), кроме тех, что расположены внутри нерва (рис. 2.1). Например, препарат может быть выведен в плазму или лимфу, может секвестрироваться в мышце или жире, может неспецифически связываться с соединительной тканью и т. д.

II. Факторы, определяющие развитие блокады

- A. **Место инъекции.** Вероятно, наиболее важным фактором, определяющим скорость развития блокады, является близость места инъекции к целевому нерву/нервам. Чем ближе к нерву введен местный анестетик, тем меньше времени требуется на его диффузию из места инъекции к цели.
1. **Нейрональные барьеры.** Даже если местный анестетик введен непосредственно к нерву, прежде чем препарат достигнет аксона, ему необходимо пройти через множество тканевых барьеров (например, **эпиневрий, периневрий, эндоневрий, жир**) (рис. 2.2). Какие физико-химические свойства местных анестетиков этим управляют и как быстро это происходит — неизвестно. Неизвестно также, служит ли распределение гидрофобных препаратов в нейрональный жир резервуаром препарата и, таким образом, удлиняет блокаду, или служит ловушкой для препарата, снижающей доступ местного анестетика к аксонам.
- B. **Доза, объем и концентрация.** Хотя результаты до некоторой степени варьируют в зависимости от типа блокады и используемого местного анестетика, в целом скорость развития, глубину и длительность блокады нерва определяет общая доза местного анестетика, а не его объем или концентрация [1].

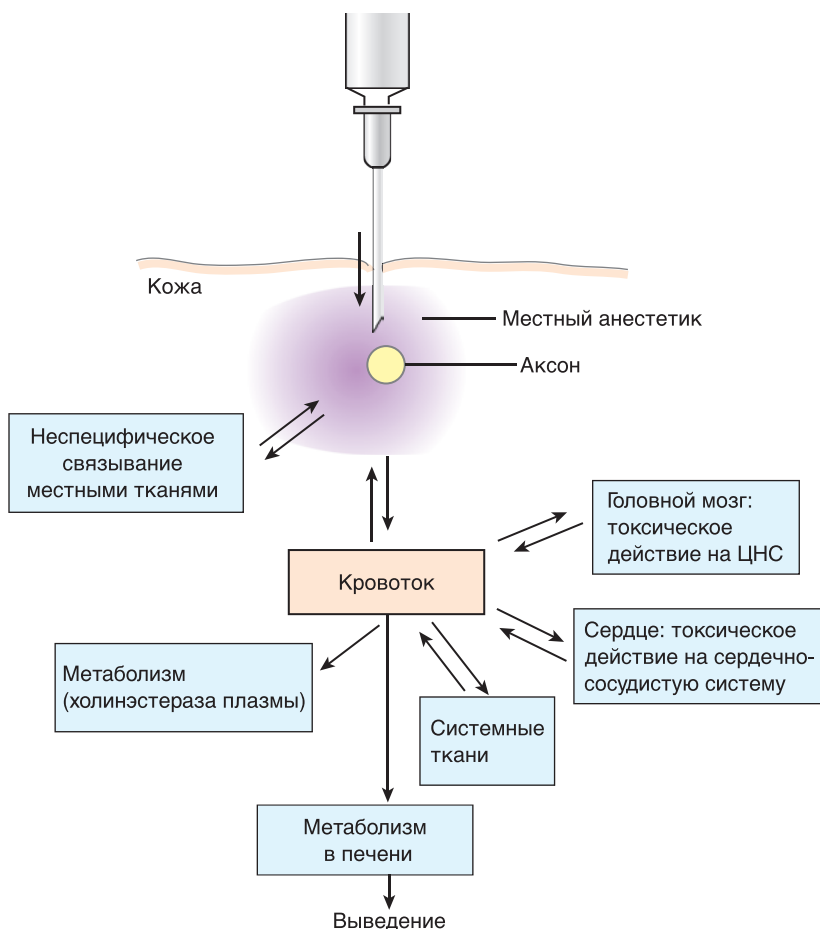


Рис. 2.1. Распределение местного анестетика после блокады периферического нерва. Неспецифическое связывание с экстраклеточными тканями (например, тканевыми белками, жиром) и попадание в кровоток ограничивает количество препарата, доступного для создания блокады нерва, и, следовательно, снижает вероятность адекватной блокады нерва. Введение препарата ближе к нерву снижает его потери в тканях и крови. После попадания в сосудистую систему некоторые препараты метаболизируются холинэстеразой плазмы (например, хлорпрокаин) или переносятся для метаболизации в печень (эти процессы могут происходить параллельно). Попадание в кровь также играет важную роль в развитии токсического действия на сердечно-сосудистую и центральную нервную систему (ЦНС)

В. Выбор местного анестетика. Местные анестетики должны проходить через водянистое внеклеточное жидкостное пространство, чтобы попасть от места инъекции до необходимого нерва. По пути гидрофобные местные анестетики с большей вероятностью перейдут из гидрофильного внеклеточного жидкостного пространства в окружающие ткани или неспецифично свяжутся с гидрофобными зонами соединительной ткани, чем более гидрофильные препараты (см. рис. 2.1). Это, по-видимому, объясняет более медленное развитие действия гидрофобных местных анестетиков, несмотря на свойственную им более высокую мощность.

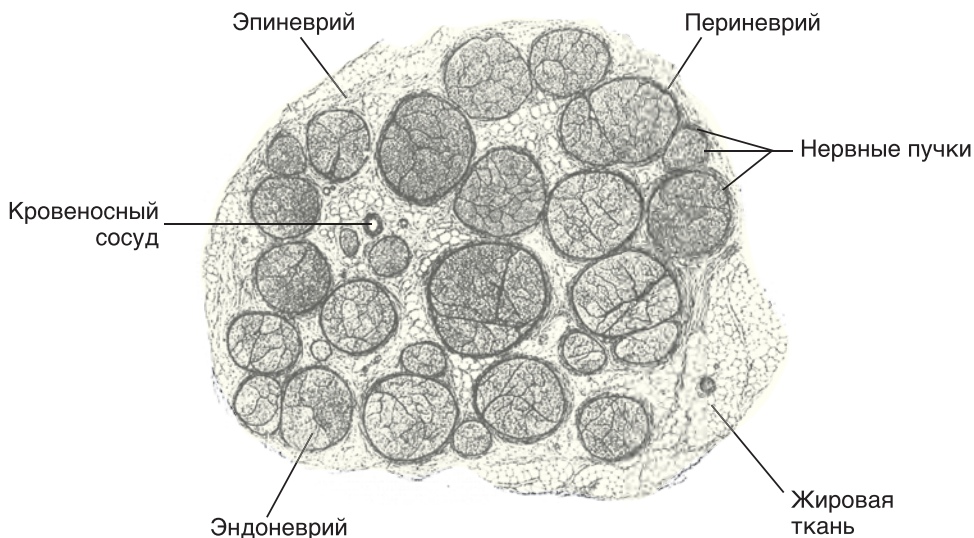


Рис. 2.2. Поперечный срез периферического нерва человека. Аксоны собраны в пучки, содержащие от десятков до сотен и более аксонов. Каждый отдельный аксон в пучке окружен рыхлой соединительной тканью (эндоневрием). Каждый пучок окружен периневрием, и набор пучков, образующий отдельный нерв, окружен эпиневрием. Периневрй и эпиневрй представляют собой более прочные барьеры, чем эндоневрий

III. Факторы, определяющие длительность действия

Длительность блокады в основном является функцией скорости выведения препарата.

А. Доза. Более высокие дозы местных анестетиков продуцируют более длительную блокаду, чем меньшие дозы, потому что требуется больше времени для их выведения из нерва/окружающих тканей достаточного для снижения концентрации ниже минимума, необходимого для блокады.

Б. Выбор местного анестетика. В целом гидрофобные местные анестетики выводятся из места введения медленнее, чем гидрофильные, по причинам, изложенным выше. Кроме того, гидрофобные препараты обладают большей мощностью, чем гидрофильные. Следовательно, гидрофобные местные анестетики вызывают более длительную блокаду, чем гидрофильные.

1. Сосудистые эффекты. Местные анестетики оказывают сложное и переменное влияние на местные кровеносные сосуды и, следовательно, на свое собственное выведение. В общем, в высоких концентрациях местные анестетики склонны вызывать **вазодилатацию**, тем самым повышая местный кровоток и, следовательно, свое собственное выведение. По мере снижения концентрации местного анестетика, либо в связи с удаленностью от места инъекции, либо в связи с выведением, развивается **вазоконстрикция**, снижающая выведение и увеличивающая длительность действия (индивидуальные различия специфических препаратов см. в тексте ниже).

IV. Добавки

Множество «добавок» используют с местными анестетиками для изменения скорости развития эффекта или длительности. Вот наиболее типичные:

А. Вазоконстрикторы

1. Добавление к местному анестетику адреналина снижает местный кровоток и, следовательно, выведение препарата, таким образом увеличивая длительность блокады [2] и снижая пиковую концентрацию местного анестетика в плазме после спинальной, эпидуральной или периферических блокад нервов. Более низкая пиковая концентрация в плазме снижает риск токсического действия на центральную нервную систему (ЦНС) в результате системной абсорбции и повышает дозу местного анестетика, которую можно применить безопасно. Важно помнить, что адреналин не обеспечивает защиту от токсического эффекта при случайном введении местного анестетика в сосуд [3].

а. Эффект адреналина в общем выше для **более коротко действующих**, более гидрофильных препаратов.

б. Чаще всего адреналин добавляют к местному анестетику в концентрации 5 мкг/мл. Для того чтобы считать эту концентрацию оптимальной для всех местных анестетиков, имеющих данных недостаточно.

в. Было показано, что добавление адреналина к 2-хлоропрокаину для спинальной анестезии вызывает «гриппоподобные» симптомы (недомогание, миалгия, артралгия, анорексия) по неизвестным причинам [4]. При использовании чистого 2-хлоропрокаина для спинальной анестезии или добавления адреналина к другим местным анестетикам для спинальной анестезии этой симптоматики не возникает. Следовательно, адреналин к 2-хлоропрокаину для спинальной анестезии добавлять не следует. Добавление фентанила (20 мкг) к 2-хлоропрокаину является разумной альтернативой и эффективно удлиняет сенсорный спинальный блок [5].

2. Фенилэфрин (мезатон) также добавляют к местным анестетикам для спинальной анестезии. Обычная доза составляет 1–2 мг (мощность 1 мг фенилэфрина эквивалентна 0,1 мг адреналина). Однако системная абсорбция и последующие гемодинамические эффекты при использовании в растворах для эпидуральной или периферических блокад ограничивают его применение.

Б. Клонидин

1. α_2 -Адренергические агонисты относятся к анальгетикам; было доказано, что они ингибируют как С-волокна, так и А-волокна [6] и умеренно ингибируют выведение местных анестетиков [7]. При добавлении к местным анестетикам клонидин удлиняет сенсорный блок во время периферической, центральной нейроаксиальной и внутривенной региональной анестезии до степени, сравнимой с той, которую вызывает адреналин. Однако, в отличие от адреналина, клонидин не удлиняет моторный блок. Интересно, что пероральное назначение клонидина удлиняет спинальный блок так же эффективно, как и добавление к местному анестетику, вводимому интратекально [8].

2. Применение клонидина ограничено побочными эффектами, в первую очередь седацией, гипотензией и брадикардией. Эти побочные эффекты возникают вследствие того, что пресинаптические α_2 -адренергические рецепторы ингибируют выброс норадреналина из норадренергических нейронов в ЦНС.

В. Бикарбонат. Натрия бикарбонат (1 мЭкв/мл) иногда добавляют к местному анестетику для увеличения скорости развития эффекта. Однако данные относительно эффективности бикарбоната для этой цели противоречивы. В целом, бикарбонат не ускоряет действие гидрофобных местных анестетиков (например, бупивакаина, этидокаина), и было показано, что позитивный эффект для гидрофильных препаратов чаще наблюдается при эпидуральной блокаде, чем при блокаде периферического нерва. Даже в тех исследованиях, которые показали ускорение развития действия при добавлении бикарбоната, эффект не велик, и в большинстве случаев клиническое его значение вызывает вопросы (например, на приготовление и добавление бикарбоната может уйти больше времени, чем на развитие эффекта). При добавлении бикарбоната к местному анестетику необходима осторожность, чтобы не добавить слишком много (т. е. не сделать раствор слишком щелочным) во избежание преципитации местного анестетика. Обычно рекомендуется добавлять 1 мЭкв бикарбоната на каждые 10 мл лидокаина или мепивакаина и одну десятую количества бупивакаина — если добавлять вообще.

Г. Гиалуронидаза. Этот фермент разрушает гиалуроновую кислоту, важный компонент соединительной ткани. Его добавляют к местным анестетикам с целью разрушения соединительной ткани во внеклеточном матриксе, таким образом усиливая дисперсию препарата через эти ткани. Клинические преимущества методики остаются под вопросом, и в регионарной анестезии она практически не применяется, за исключением перибульбарных блокад. При перибульбарной анестезии применение гиалуронидазы сопровождается ускорением развития моторного блока [9], но он также упоминается в сообщениях о клинических случаях как причина аллергических реакций и повреждения экстраокулярных мышц.

Д. Опиоиды

1. При добавлении к местным анестетикам короткого действия для **спинальной анестезии**, опиоиды короткого действия (например, фентанил, суфентанил) **удлиняют и усиливают сенсорный блок** без удлинения моторного блока или времени действия [10], что особенно полезно при спинальной анестезии в амбулаторной практике. Однако проблемой может быть возникающий зуд [11]. При добавлении к местным анестетикам для **блокады периферических нервов** было показано, что фентанил удлиняет сенсорный блок, но по некоторым исследованиям ценой значительного замедления развития действия [12].

2. При добавлении к местным анестетикам опиоидов нельзя забывать об их системных/побочных эффектах. Например, при добавлении к местным анестетикам для **эпидуральной инфузии** фентанил усиливает анальгезию за счет системного действия и перераспределения в ствол мозга, со всеми опасностями, присущими системному применению опиоидов [13]. Аналогично, при добавлении к местным анестетикам для **интратекального** введения пиковая плазменная концентрация при-

ходится на интервал между 20 и 30 мин и превышает необходимую для послеоперационной анальгезии [14]. Это объясняет множество сообщений о «ранней» респираторной депрессии у матерей [15] и фетальных нарушениях сердечного ритма у младенцев [16] при добавлении суфентанила к местным анестетикам для интратекальной анальгезии родов или кесарева сечения.

V. Дифференциальный блок

В клиническом значении термин дифференциальный блок описывает явление, при котором некоторые функции нерва блокируются быстрее других. Он, вероятно, отличается от феномена, имеющего место *in vitro*, где различные классы нервных волокон блокируются различными концентрациями местного анестетика.

- А. В целом, **автономная функция, болевая, тактильная и температурная чувствительность** (особенно холодовая) блокируются раньше, чем **проприоцептивная, глубокого давления и моторная функция**.
- Б. Традиционно этот феномен считался следствием того, что некоторые типы нервов обладают более высокой **чувствительностью** к блокаде местными анестетиками. Однако это объяснение не согласуется с исследованиями *in vitro*, показывающими, что С-волокна (симпатическая, болевая, температурная функции) более устойчивы к местным анестетикам, чем А δ -волокна (моторные нейроны) (см. гл. 1).
- В. Механизм, лежащий в основе дифференциального блока *in vivo*, все еще не известен, но может включать длину участка нерва, на который воздействовал местный анестетик, положение рассматриваемого аксона в нервном пучке, частоту проводимых импульсов, взаимодействие с частотным паттерном пучка (который играет роль в кодировании сенсорной информации, передаваемой в центр), и так далее.
- Г. Дифференциальная блокада более заметна у некоторых местных анестетиков и манифестирует блокадой сенсорного проведения с очевидным отставанием моторной блокады при более низких концентрациях препарата. Такая **сенсорно-моторная диссоциация** считается полезной для послеоперационной анальгезии.

VI. Эффект мантии

Кроме дифференциальной блокады нерва, вызывающей временные различия в последовательности блокирования разных видов чувствительности и функций, есть пространственные различия в развитии блокады. При блокаде нервов, иннервирующих конечность, часто можно видеть, что более проксимальные части конечности (т. е. расположенные ближе к месту инъекции местного анестетика) блокируются ранее более дистальных зон. Этот феномен считается следствием расположения аксонов внутри нервного пучка, когда нервы, иннервирующие дистальные части конечности, лежат в сердцевине пучка, тогда как другие — в мантии. Поскольку местные анестетики продвигаются центрипетально — от наружных слоев нерва к сердцевине, волокна мантии блокируются первыми.

VII. Местные анестетики (табл. 2.1)

- А. Кокаин.** Кокаин был первым местным анестетиком, примененным в медицине. Как от местного анестетика для периферических и центральных нейроксиальных блокад от него отказались в связи с нейротоксичностью и опасностью злоупотреблений.
1. Кокаин относится к местным анестетикам-эфирам, которые метаболизируются в печени с образованием активных метаболитов. Время полувыведения у людей составляет приблизительно 45 мин. В присутствии алкоголя метаболический путь изменяется с образованием кокастила, еще более токсичного, чем кокаин.
 2. В настоящее время единственное применение кокаина в медицине — для местной топической анестезии (в виде 4%-го раствора) в хирургии уха, горла и носа (ЛОР), поскольку он вызывает выраженную вазоконстрикцию (таким образом уменьшая кровоточивость) в дополнение к сенсорному блоку.
 3. Максимальная доза кокаина составляет 200 мг и, поскольку токсичность местного анестетика аддитивна, на практике, для интубации трахеи без выключения сознания, обычно выполняют топическую аппликацию кокаина в нос с последующим введением свободного количества лидокаина (4%-го) или бензокаина в виде спрея в глотку/трахею для снижения риска системной токсичности.
 4. Кокаин может вызывать спазм коронарных артерий. Описан случай острого инфаркта миокарда у не имевшего факторов кардиального риска 23-летнего пациента во время риносептопластики с анестезией кокаином и фенилэфрином [17].
- Б. Бензокаин.** Бензокаин был первым синтетическим местным анестетиком (хотя первым синтетическим местным анестетиком, примененным клинически для блокад нервов, был прокаин).
1. Представляет собой эфир и вторичный амин с pK_a 3,5. Следовательно, бензокаин существует только в незаряженной форме при физиологическом рН и плохо растворим в водных растворах.
 2. В связи с плохой растворимостью в воде, бензокаин используют исключительно как топический спрей, рассасывающиеся таблетки или таблетки для слизистых оболочек или кожных кремов или гелей для дермальной гипостезии.
 3. Хотя свойством вызывать ту или иную степень метгемоглобинэмии обладает большинство местных анестетиков, риск применения бензокаина в этом отношении особенно высок. Способность вызывать метгемоглобинэмию усугубляется тем, что его относительно просто передозировать, поскольку количественно определить содержание препарата в спрее или креме трудно.
- В. Прокаин.** Прокаин это эфир и первый синтетический местный анестетик, примененным клинически.
1. Прокаин быстро метаболизируется в плазме **холинэстеразой** и время его полувыведения составляет менее 8 мин, в связи с чем риск его системной токсичности невысок.
 2. Прокаин применяют главным образом для подкожной **инфильтрации** (0,25—1,0%-й). Он неэффективен при топическом применении и не-

Клинические дозы местных анестетиков для различных видов анестезии

Препарат (торговая марка)	Топическая	Спинальная	Эпидуральная ^е	Блокады периферических нервов	Внутривенная ретроградная	Максимальные рекомендованные дозы	
						Беспримесный раствор	С адреналином
Хирургия				Акушерство		Общая	Общая
						мг/кг	мг/кг
Кокаин	4%	НД	НД	НД	НД	200	—
Бензокаин	5—20%	НД	НД	НД	НД	—	—
Короткого действия							
Прокаин (новокаин)	НД	10%	НП	1%	НП	500	—
2-Хлоропрокаин (несакаин)	НП	НД	2—3%	1—2%	НП	800	1000
Средней длительности							
Лидокаин (Ксилокаин)	4%	5%	1,5%, 2%	1,5%, 2% ^а	0,5%, 1%	300	500
Меливакаин (Карбокаин, Полокаин)	НД	НД	1%, 1,5%, 2%	НП	1%	400	550
Прилокаин (Цитанест)	НД	НД	2—3%	НП	1%	—	500
Длительного действия							
Ропивакаин (Наропин)	НД	0,5% ^б	0,75%, 1% ^в	0,2%	0,5%	250	250
Бупивакаин (Маркаин, Сенсоркаин)	НД	0,5% 0,75%	0,5% 0,75% ^в	0,125% ^г 0,25% 0,5% ^а	0,25% 0,5%	175	225
Левобупивакаин (Хирокаин)							
Этидокаин (Дуранест)	НД	НД	1% 1,5%	НП	1%	300	400
Тетракаин (Понтокаин)	1—2%	1%	НД	НД	НД	—	—

Препараты сгруппированы в основном по длительности действия. Перечислены концентрации, рекомендованные для данного применения.

НД, недоступен; НП, не показан.

^а Вызывает моторную блокаду, достаточную для родов кесаревым сечением.

^б Не разрешен для этого вида применения.

^в Только для одноразовой инъекции; для последующих введений в катетер следует использовать более низкие дозы.

^г Не производится коммерчески; необходимо разводить непосредственно перед применением.

^д Особые дозы для согревающих адреналин растворов не определены; приведена доза наибольшая из описанных.

^е Только растворы без консервантов.

надежен для эпидуральной блокады. Это не лучший выбор для блокады периферических нервов из-за медленного развития и короткого времени действия.

3. Прокаин применяют для спинальной анестезии (50—100 мг). При сравнении с лидокаином, вызываемая им блокада несколько короче, а частота неудачных блокад выше (неадекватный сенсорный блок), но значительно ниже частота транзиторной неврологической симптоматики (ГНС) [18]. Коммерчески доступный 10%-й раствор необходимо разводить до 5%-го в декстрозе, воде, физиологическом растворе или спинномозговой жидкости (СМЖ).
4. Как и все синтетические местные анестетики-эферы, прокаин метаболизируется до пара-аминобензойной кислоты, молекулу которой часто ассоциируют с **аллергическими реакциями**.

Г. Тетракаин. Местный анестетик-эфир с самым длительным действием. До открытия местных анестетиков-амидов был наиболее предпочтительным препаратом для длительных блокад.

1. Как и у прокаина, медленное развитие действия при блокаде периферического нерва или эпидуральной анестезии стало причиной отказа от его применения при появлении альтернативы в виде амидов.
 - а. Одно время тетракаин смешивали с более «быстрыми» местными анестетиками (например, с хлоропрокаином), пытаясь — в конечном итоге безуспешно — ускорить развитие его действия при сохранении длительности (см. Раздел VIII).
2. Тетракаин метаболизируется (гидролизируется) медленнее, чем прокаин (хотя быстрее, чем местные анестетики-амиды), следовательно, его **риск системной токсичности выше**.
3. Тетракаин применяют главным образом для спинальной анестезии в виде 1%-го раствора и порошка («нифаноидные кристаллы»), которые можно развести СМЖ, водой, физиологическим раствором или декстрозой.
 - а. Тетракаин в сочетании с фенилэфрином (5 мг) или адреналином (0,2 мг) обеспечивают самый длительный блок (4—6 ч).
4. Тетракаин очень эффективен для анестезии **слизистых оболочек** (для этой цели он доступен в комбинации с бензокаином) и применяется для топической **анестезии в офтальмологии**.

Д. 2-Хлоропрокаин. 2-Хлоропрокаин, производное прокаина, стал последним местным анестетиком-эфиром, введенным в клиническую практику.

1. В отличие от прокаина, действие 2-хлоропрокаина **развивается быстро**, и концентрации от 2 до 3% эффективны для эпидуральной и спинальной анестезии, а также для периферических блокад. Поскольку действует он от 30 до 60 мин, то удобен для **коротких амбулаторных операций**.
2. 2-Хлоропрокаин гидролизируется в плазме еще быстрее, чем прокаин, и его время полувыведения всего 1 мин. Следовательно, **риск системной токсичности ниже**, чем у любого другого местного анестетика.
 - а. Низкий риск токсичности для матери и новорожденного и быстрое развитие действия делают хлоропрокаин привлекательным препаратом для эпидуральной анестезии при кесаревом сечении.
3. **Составы.** Хлоропрокаин коммерчески доступен в виде раствора без консерванта и раствора, содержащего натрия бисульфит в качестве

антиоксиданта [1]. Учитывая потенциальную опасность нейротоксичности, для центральных нейроаксиальных блокад следует использовать только растворы без консерванта.

4. Применение хлоропрокаина для **спинальной анестезии противоречиво** и детально обсуждается в гл. 6. Интратекальное введение 2%-го хлоропрокаина в дозе 40 мг вызывает хорошую спинальную анестезию с быстрым восстановлением; ТНС встречается реже, чем при использовании лидокаина [19].
5. Интересно, что при использовании 2-хлоропрокаина для эпидуральной анестезии было отмечено последующее снижение длительности анальгетического действия эпидурально вводимых морфина, фентанила и клонидина. Механизм неизвестен.

Е. Лидокаин. Лидокаин стал **первым местным анестетиком-амидом**, введенным в клиническую практику и быстро вытеснившим эфиры благодаря своему более длительному действию и более высокому качеству блокады, чем у прокаина, более низкой токсичности, чем у тетракаина, и значительно меньшему риску аллергии. Это «архетип» местного анестетика-амида, с которым сравнивают все остальные амиды.

1. Лидокаин эффективен для **блокад периферических нервов** (1 и 1,5%-й), **эпидуральной анестезии** (2%-й), **спинальной анестезии** (0,2—5%-й), **внутривенной регионарной анестезии** (0,5%-й) и анестезии **слизистых** (4%-й).
2. Лидокаин вызывает умеренную **вазодилатацию**.
3. Лидокаин с наибольшей среди местных анестетиков вероятностью вызывает **ТНС**, и хотя все местные анестетики могут вызвать повреждение спинного мозга, он вполне может считаться одним из самых опасных препаратов в этом отношении.
4. Есть сообщения и об аллергических реакциях на лидокаин, хотя и очень немногочисленные [21].

Ж. Мепивакаин. Мепивакаин — это циклический третичный амин, как ропивакаин и бупивакаин, но клинически больше **похожий на лидокаин**. Химически он отличается от ропивакаина и бупивакаина наличием метильной группы, заменяющей третичный азот.

1. Мепивакаин полезен для **инфильтрационной, эпидуральной, спинальной анестезии, блокад периферических нервов**. Не очень эффективен при использовании топически.
2. Мепивакаин вызывает умеренную **вазоконстрикцию**, что может объяснять его почти на 25% более длительное действие, чем у лидокаина.
3. Мепивакаин плохо метаболизируется у плода и новорожденного и, вероятно, не служит лучшим выбором для эпидуральной анестезии/анальгезии в акушерстве [22].

З. Прилокаин. Прилокаин клинически похож на лидокаин, и хотя в Соединенных Штатах для региональной анестезии, он коммерчески недоступен, в других странах его используют.

1. Прилокаин имеет большой объем распределения и **метаболизируется быстрее всех** местных анестетиков-амидов. Эти фармакокинетические свойства заставили некоторых считать его идеальным препаратом для **внутривенной регионарной анестезии**.
2. Прилокаин входит в состав **местноанестезирующих кремов для кожной анестезии**.

3. Уникальный метаболит прилокаина, о-толуидин, вызывает **метгемоглобинемию**, которая ограничила клиническое применение прилокаина.

И. Бупивакаин. Бупивакаин стал первым **длительно действующим** местным анестетиком-амидом. У него есть бутильная группа у третичного атома азота, где у мепивакаина расположена метильная группа. Эта замена делает бупивакаин значительно более гидрофобным, чем мепивакаин (и лидокаин), его действие развивается медленнее, но значительно более длительно.

1. Бупивакаин применяют для **инфильтрационной** (0,25%-й), **спинальной** (0,5 и 0,75%-й), **эпидуральной** (0,5 и 0,75%-й) анестезии и **блокад периферических нервов** (0,375—0,5%-й). Он менее желателен для внутривенной регионарной анестезии в связи с его кардиотоксичностью. Блокады периферических нервов бупивакаином часто обеспечивают сенсорный блок на 4—12 ч, а иногда и до 12 ч. Это делает его полезным препаратом для амбулаторной регионарной анестезии конечностей, когда длительная анальгезия желательна. Интраперитонеальная инстилляционная бупивакаина обеспечивает эффективную анальгезию после лапароскопической хирургии [23].

2. В **эпидуральном** пространстве разведенные растворы бупивакаина (0,1%-й или менее) обеспечивают хорошую сенсорную анальгезию с незначительным моторным блоком или совсем без него. Это сделало его популярным для эпидуральной анальгезии родов и в послеоперационном периоде.

3. У бупивакаина, как и у других гидрофобных амидов, **более низкий терапевтический индекс** в отношении **сердечно-сосудистой токсичности**, чем у лидокаина. Высокие концентрации в плазме, способные вызвать признаки сердечно-сосудистой токсичности, обычно ассоциируются с внутрисосудистым введением. Поскольку бупивакаин абсорбируется в плазму медленнее, чем лидокаин, пик его плазменной концентрации приблизительно на 40% ниже (мг/мл на 100 мг введенных). Таким образом, вероятность системной токсичности у бупивакаина ниже, чем у лидокаина, — *если исключено внутрисосудистое введение.*

К. Левобупивакаин. Бупивакаин существует в виде двух **энантиомеров**, (R) и (S). коммерчески доступный бупивакаин является рацемической смесью обоих энантиомеров, тогда как левобупивакаин — чистый (S)-энантиомер. В США он в настоящее время недоступен.

1. Действие левобупивакаина приблизительно **равно действию рацемической смеси** (т. е. бупивакаину) в отношении его применения в регионарной анестезии.

2. Исследования на людях-добровольцах и на животных указывают на то, что **токсичность левобупивакаина для ЦНС и сердечно-сосудистой системы меньше, чем у бупивакаина** [24, 25]. С практической точки зрения, это означает, что пациенты смогут переносить несколько более высокие дозы левобупивакаина до развития сердечно-сосудистого коллапса. Тем не менее левобупивакаин все же вполне кардиотоксичен, если достаточная его доза попадет внутривенно, и необходимо принимать все меры во избежание этого (тест-доза, дробное введение). По мнению Mather и Chang, левобупивакаин «... можно рассматривать как „более безопасный“, но нельзя рассматривать как „безопасный“» [25].

Л. Ропивакаин. Ропивакаин — часть гомологичной серии, включающей бупивакаин и мепивакаин. Изопропильная группа ропивакаина связана с третичным азотом в положении метильной группы бупивакаина и бутильной группы бупивакаина. Как и левобупивакаин, он поставляется как отдельный энантиомер. Доступен в виде 0,2, 0,5, 0,75 и 1%-го растворов.

- 1. Мощност** ропивакаина клинически эквивалентна таковой у бупивакаина. Однако это, по-видимому, сильно упрощенная точка зрения. В действительности, относительная мощност этих двух препаратов различается в зависимости от изучаемой системы. Casati с авторами продемонстрировали, что ED₅₀ доза для блокады бедренного нерва для ропивакаина и бупивакаина была одинаковой. В противоположност этому, в других исследованиях ропивакаин был на **40% слабее** бупивакаина при использовании разведенного раствора для эпидуральной анальгезии родов [26, 27]. Аналогичным образом продемонстрировано, что ропивакаин был приблизительно на 35% слабее бупивакаина при интратекальном введении для анальгезии родов [28]. Кроме того, в исследованиях, сравнивающих эти два препарата при блокаде периферического нерва, в основном было установлено, что эквивалентные дозы продуцируют одинаковые скорост развития действия и качество блока, но бупивакаин действовал значительно длительнее. Таким образом, ропивакаин, вероятно, не эквипотенциален бупивакаину «миллиграмм к миллиграмму», по крайней мере не во всех клинических ситуациях. Это следует иметь в виду при сравнении препаратов в отношении «мотор-спарринг» эффектов и кардиотоксичности.
- 2. Ропивакаин заметно менее кардиотоксичен**, чем бупивакаин при сравнении «миллиграмм к миллиграмму». Тем не менее при сравнении эквипотенциальных доз различия в токсичности менее очевидны. Поэтому, как и с левобупивакаином, ропивакаин нельзя рассматривать как «безопасный» местный анестетик, независимо от того, «безопаснее» он бупивакаина или нет.
- 3. Как и кардиотоксичност, миотоксичност ропивакаина слабее**, чем у бупивакаина «миллиграмм к миллиграмму». Неясно, так ли это при сравнении эквипотенциальных доз.
- 4. Ропивакаин вызывает вазоконстрикцию** в концентрациях, применяемых клинически для блокад нервов. Это, вероятно, объясняет почему адреналин оказывает слабый эффект на длительност действия ропивакаина при эпидуральной блокаде и блокаде периферических нервов [29, 30].

М. Этидокаин. Этидокаин — производное от лидокаина с дополнительной этильной группой на промежуточной цепочке и более длинной алифатической группой в третичном амине. Эти химические различия делают этидокаин очень гидрофобным местным анестетиком. Коммерчески он доступен за пределами США в виде 1, 1,5 или 2%-го раствора.

- 1. Скорост развития действия этидокаина аналогична таковой у лидокаина, но его длительност сравнима с бупивакаином.**
- 2. Клиническая мощност этидокаина аналогична таковой у мепивакаина** в 1,5%-м растворе, обычно используемом для эпидурального про-

странства, и 1%-м растворе, используемом для блокад периферических нервов.

3. Этидокаин — единственный местный анестетик, блокирующий во время спинальной анестезии передачу в дорсальной колонне **спинного мозга**. Заманчиво отнести это на счет его более высокой жирорастворимости, ведущей к более экстенсивному проникновению в миелин оболочек нейронов дорсальной колонны.
4. Этидокаин вышел из клинического предпочтения в связи с тенденцией вызывать **моторный блок, дующийся более сенсорного блока** (отсутствие «сенсорно-моторной» диссоциации).

Н. Артикаин. Артикаин интересен структурой, в которой на месте бензольного кольца стоит 5-членное тиофеновое кольцо, как «гидрофобный хвост». Классифицируется как амид, поскольку тиофеновое кольцо соединено с промежуточной цепочкой амидной связкой, но у него есть также эфирная сторона цепочки, соединенная с тиофеновым кольцом.

1. Артикаин (4%-й) применяется «исключительно» как местный анестетик в стоматологии, второй из наиболее часто применяемых в этой области в США с момента его внедрения в клиническую практику в 2000 г. Его популярность связана с быстрым развитием действия, его длительностью и отсутствием риска аллергии, связанного с эфирами.

VIII. Смеси местных анестетиков

До открытия современных местных анестетиков-амидов была широко распространена практика смешивания эфира **быстрого, но короткого действия** (например, прокаин) с препаратом, **действующим медленно, но долго** (например, тетракаин). Целью было получение раствора, который действует быстро и долго. Смешивание анестетиков для этой цели все еще практикуется, в основном хирургами. Однако ценность такой методики в лучшем случае спорна. Во-первых, токсичность местных анестетиков аддитивна, в связи с чем общую дозу каждого анестетика необходимо уменьшить при смешивании на половину. Таким образом, общее число «быстро действующих» и «долго действующих» молекул местного анестетика, присутствующих в месте инъекции, будет равно половине того, что было бы, если бы препарат использовали в чистом виде. Следовательно, действие будет развиваться медленнее, чем это бывает у «быстро действующего» препарата, и короче, чем у «долго действующего». Например, смешивание хлоропрокаина с бупивакаином даст смесь по скорости и длительности сопоставимую с лидокаином. Таким образом, практику смешивания местных анестетиков, по-видимому, следует оставить истории.

IX. Препараты местных анестетиков с депо-эффектом

Потенциальные преимущества длительно действующих местноанестезирующих блокад без нужды в катетерах и дозаторах породили попытки создания препаратов с депо-эффектом на основе в настоящее время применяемых местных анестетиков.

- А. Эксперименты на животных показали способность различных препаратов, включая гели, липосомы, полимерные микросферы и водно-масляные эмульсии вызывать длительно действующие местноанестезирующие блокады. К настоящему времени ни один из этих препаратов не вышел на рынки для парентерального применения у человека. Когда это произойдет, их преимущества и надежность могут оказаться вполне такими же. Следует отметить, что в отличие от катетерных методик введение местных анестетиков в виде депо-препаратов невозможно «выключить»; если пациент (или врач) более не хочет иметь блокаду, придется выжидать — возможно, несколько дней. Кроме того, если препарат окажет токсическое действие, например аллергическое, возможности удалить его быстро не будет.
- Б. Коммерчески доступны депо-препараты в виде наклеек или кремов с местным анестетиком, предназначенные для анестезии кожи перед дерматологическими процедурами или для лечения кожной боли (например, «садины»). Они довольно эффективны, но и они не лишены риска. В нескольких случаях причиной токсичности ЦНС и метгемоглобинемии было признано применение местноанестезирующих кремов у детей.

Х. Заключение

Местные анестетики отличаются скоростью развития действия, его длительно-стью, соотношением сенсорного и моторного блока, метаболизмом и так далее. Собственные свойства местных анестетиков дополняют различные добавки для изменения их клинического профиля, в большей степени отвечающие требованиям конкретных клинических ситуаций. Знание этих фактов позволит клиницистам делать более рациональный выбор местного анестетика/адьювантов для проведения эффективной и безопасной регионарной анестезии.

Литература

1. Pippa P, Cuomo P, Panchetti A, *et al.* High volume and low concentration of anaesthetic solution in the perivascular interscalene sheath determines quality of block and incidence of complications. *Eur J Anaesthesiol* 2006;23:855—860.
2. Bernards CM, Kopacz DJ. Effect of epinephrine on lidocaine clearance *in vivo*: a microdialysis study in humans. *Anesthesiology* 1999;91:962—968.
3. Bernards CM, Carpenter RL, Kenter ME, *et al.* Effect of epinephrine on central nervous system and cardiovascular system toxicity of bupivacaine in pigs. *Anesthesiology* 1989;71:711—717.
4. Smith KN, Kopacz DJ, McDonald SB. Spinal 2-chloroprocaine: a dose-ranging study and the effect of added epinephrine. *Anesth Analg* 2004;98:81—88.
5. Vath JS, Kopacz DJ. Spinal 2-chloroprocaine: the effect of added fentanyl. *Anesth Analg* 2004;98:89—94.
6. Butterworth JF, Strichartz GR. The alpha 2-adrenergic agonists clonidine and guanfacine produce tonic and phasic block of conduction in rat sciatic nerve fibers. *Anesth Analg* 1993;76:295—301.

7. Kopacz DJ, Bernards CM. Effect of clonidine on lidocaine clearance *in vivo*: a microdialysis study in humans. *Anesthesiology* 2001;95:1371—1376.
8. Ota K, Namiki A, Iwasaki H, *et al.* Dose-related prolongation of tetracaine spinal anesthesia by oral clonidine in humans. *Anesth Analg* 1994;79:1121—1125.
9. Mantovani C, Bryant AE, Nicholson G. Efficacy of varying concentrations of hyaluronidase in peribulbar anaesthesia. *Br J Anaesth* 2001;86:876—878.
10. Liu S, Chiu AA, Carpenter RL, *et al.* Fentanyl prolongs lidocaine spinal anesthesia without prolonging recovery. *Anesth Analg* 1995;80:730—734.
11. Mulroy MF, Larkin KL, Siddiqui A. Intrathecal fentanyl-induced pruritus is more severe in combination with procaine than with lidocaine or bupivacaine. *Reg Anesth Pain Med* 2001;26:252—256.
12. Nishikawa K, Kanaya N, Nakayama M, *et al.* Fentanyl improves analgesia but prolongs the onset of axillary brachial plexus block by peripheral mechanism. *Anesth Analg* 2000;91:384—387.
13. Ginosar Y, Riley ET, Angst MS. The site of action of epidural fentanyl in humans: the difference between infusion and bolus administration. *Anesth Analg* 2003;97:1428—1438.
14. Lu JK, Schafer PG, Gardner TL, *et al.* The dose-response pharmacology of intrathecal sufentanil in female volunteers. *Anesth Analg* 1997;85:372—379.
15. Fournier R, Gamulin Z, Van Gessel E. Respiratory depression after 5 micrograms of intrathecal sufentanil. *Anesth Analg* 1998;87:1377—1378.
16. Van de Velde M, Teunkens A, Hanssens M, *et al.* Intrathecal sufentanil and fetal heart rate abnormalities: a double-blind, double placebo-controlled trial comparing two forms of combined spinal epidural analgesia with epidural analgesia in labor. *Anesth Analg* 2004;98:1153—1159.
17. Ashchi M, Wiedemann HP, James KB. Cardiac complication from use of cocaine and phenylephrine in nasal septoplasty. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1995;121:681—684.
18. Le Truong HH, Girard M, Drolet P, *et al.* Spinal anesthesia: a comparison of procaine and lidocaine. *Can J Anaesth* 2001;48:470—473.
19. Kouri ME, Kopacz DJ. Spinal 2-chloroprocaine: a comparison with lidocaine in volunteers. *Anesth Analg* 2004;98:75—80.
20. Hodgson PS, Neal JM, Pollock JE, *et al.* The neurotoxicity of drugs given intrathecally (spinal). *Anesth Analg* 1999;88(4):797—809.
21. Duque S, Fernandez L. Delayed-type hypersensitivity to amide local anesthetics. *Allergol Immunopathol (Madr)* 2004;32:233—234.
22. Meffin P, Long GJ, Thomas J. Clearance and metabolism of mepivacaine in the human neonate. *Clin Pharmacol Ther* 1973;14:218—225.
23. Alkhamisi N A, Peck DH, Lomax D, *et al.* Intraperitoneal aerosolization of bupivacaine reduces postoperative pain in laparoscopic surgery: a randomized prospective controlled double-blinded clinical trial. *Surg Endosc* 2007;21:602—606.
24. Gristwood RW. Cardiac and CNS toxicity of levobupivacaine: strengths of evidence for advantage over bupivacaine. *Drug Saf* 2002;25:153—163.
25. Mather LE, Chang DH. Cardiotoxicity with modern local anaesthetics: is there a safer choice? *Drugs* 2001;61:333—342.
26. Capogna G, Celleno D, Fusco P, *et al.* Relative potencies of bupivacaine and ropivacaine for analgesia in labour. *Br J Anaesth* 1999;82:371—373.
27. Polley LS, Columb MO, Naughton NN, *et al.* Relative analgesic potencies of ropivacaine and bupivacaine for epidural analgesia in labor: implications for therapeutic indexes. *Anesthesiology* 1999;90:944—950.
28. Camorcia M, Capogna G, Columb MO. Minimum local analgesic doses of ropivacaine, levobupivacaine, and bupivacaine for intrathecal labor analgesia. *Anesthesiology* 2005;102:646—650.

29. Cederholm I, Anskar S, Bengtsson M. Sensory, motor, and sympathetic block during epidural analgesia with 0.5% and 0.75% ropivacaine with and without epinephrine. *Reg Anesth* 1994;19:18—33.
30. Weber A, Fournier R, Van Gessel E, *et al.* Epinephrine does not prolong the analgesia of 20 mL ropivacaine 0.5% or 0.2% in a femoral three-in-one block. *Anesth Analg* 2001;93:1327—1331.
31. Raso SM, Fernandez JB, Beobide EA, *et al.* Methemoglobinemia and CNS toxicity after topical application of EMLA to a 4-year-old girl with molluscum contagiosum. *Pediatr Dermatol* 2006;23:592—593.
32. Rincon E, Baker RL, Iglesias AJ, *et al.* CNS toxicity after topical application of EMLA cream on a toddler with molluscum contagiosum. *Pediatr Emerg Care* 2000;16:252—254.

Глава 3

Осложнения регионарной анестезии

Кристофер М. Бернардс

I. Введение

- A.** Причинение повреждений любого вида пациентам в результате регионарной анестезии нетипично; стойкие, инвалидизирующие повреждения крайне редки. Фактически низкая частота причиненных повреждений затрудняет изучение осложнений, связанных с регионарной анестезией, так как трудно накопить количество пациентов, достаточное для статистически достоверного анализа частоты, факторов риска, демографии и т. д. Самые большие исследования основаны либо на ретроспективном анализе наркозных карт, либо на добровольных сообщениях об осложнениях в центральную базу данных. Эти методы часто страдают предвзятостью (врачи могут не сообщать о своих серьезных осложнениях или пропускать мелкие, сочтя их слишком тривиальными и не заслуживающими сообщения), и в них в целом нет точности, деталей и результатов последующего наблюдения, необходимых для полной характеристики причин, факторов риска, восстановления и т. д. Даже большие проспективные исследования часто не позволяют задать правильный вопрос или проследить пациентов достаточно долго для идентификации поздно возникающих проблем. Например, Филипс с соавторами в проспективном исследовании 10 440 пациентов, получивших спинальную анестезию лидокаином не выявил того, что мы сейчас знаем как транзиторную неврологическую симптоматику (ТНС) [1].
- B.** Исследования на животных дали некоторую информацию о механизмах и факторах риска повреждений при регионарной анестезии, поскольку они позволяют исследователям воспроизводить реальные повреждения, а не ждать, пока они «случайно» произойдут в клинической практике. Конечно, животные — не люди, и при межвидовой экстраполяции количественных данных необходима осторожность. Тем не менее качественные соотношения, скорее всего, ценны, например наблюдение того, что риск повредить нерв в эксперименте на животных возрастает по мере увеличения дозы и концентрации местного анестетика.
- B.** С учетом этих предостережений, совсем недавно во Франции было проведено большое клиническое исследование осложнений, связанных с регионарной анестезией с использованием модели добровольных сообщений [2]. Авторы собрали данные о 158 083 блокадах всех видов, выполненных 487 анестезиологами. Они сообщили о частоте серьезных осложнений (таких как судороги, повреждение центральных или периферических нервов, смерть), составившей 3,5 случая на 10 000 блокад. Риск смерти, по этим данным, составил 1/400 000 регионарных блокад, все случаи смерти,

за исключением одного, имели место во время спинальной анестезии. В целом, доступные данные дают основания полагать, что регионарная анестезия сопровождается осложнениями не чаще, чем анестезия общая.

II. Повреждения местных тканей

А. Повреждение нерва. Все местные анестетики нейротоксичны и способны вызывать стойкие неврологические повреждения, если доза/концентрация достаточно высоки. Временные или стойкие повреждения тканей нерва, вызванные местными анестетиками (в противоположность повреждениям иглой), относятся к редким осложнениям регионарной анестезии. Выявлено множество факторов риска, и они включают:

- 1. Дозу/концентрацию** местного анестетика. В эксперименте на животных риск нейротоксичности возрастал с ростом дозы и концентрации [3—5]. Рекомендуемые дозы/концентрации местных анестетиков см. в табл. 2.1 гл. 2.
- 2. Адреналин.** Добавление адреналина к местному анестетику повышает риск нейронального повреждения при периферических блокадах в эксперименте на животных [5, 6]. Является ли это результатом фармакокинетических эффектов адреналина (например, замедление выведения местного анестетика и, таким образом, удлинение времени воздействия его на нерв) или прямой токсичности — неясно.
- 3. Микроспинальные катетеры.** Использование катетеров очень малого диаметра («микроспинальных») для длительной спинальной анестезии ассоциировалось с повреждением спинного мозга (синдром конского хвоста) [7]. Повреждение считается результатом того, что очень низкая скорость инъекции, достижимая с такими катетерами, приводит к ограниченному смешиванию местного анестетика со спинномозговой жидкостью (СМЖ); в связи с этим на ткань спинного мозга могут воздействовать очень высокие концентрации местного анестетика, особенно при использовании гипербарических и гипобарических растворов, которые могут скапливаться в нижележащих зонах субарахноидального пространства [8]. Эти катетеры были запрещены в США Администрацией по лекарствам и пищевым продуктам (FDA) в 1992 г., но в других странах мира их продолжают использовать.
 - а.** Важно отметить, что повреждение спинного мозга возможно и без применения интратекальных катетеров. В связи с этим, из соображений безопасности при «мозаичном» спинальном блоке лучше всего не увеличивать количество вводимого препарата, так как «мраморность» может означать, что у данного пациента распределение местного анестетика в субарахноидальном пространстве ограничено по неизвестным причинам. Повторение блокады может привести к очень высокой концентрации местного анестетика и неврологическому повреждению.
- 4. Растворы для обработки кожи.** Все препараты, используемые для обеззараживания кожи перед выполнением регионарной анестезии, включая **бетадин, хлоргексидин, спирт** и другие, нейротоксичны. Необходимо соблюдать осторожность, чтобы исключить контаминацию местного

анестетика каким-либо из этих растворов. Большинство коммерчески доступных «укладок» для регионарной анестезии включают отдельную емкость, в которую наливают антисептический раствор, перед тем как обмакнуть в него губку. Эту емкость необходимо **вынуть из укладки** и разместить в стороне от нее *прежде*, чем туда будет налит антисептик. Такая практика снижает риск попадания этих нейротоксичных растворов на иглы для регионарной анестезии или в раствор анестетика в результате разбрызгивания. Таким же образом и пакеты с заранее пропитанными антисептиком тампонами необходимо вскрывать в стороне от набора для регионарной анестезии во избежание контаминации.

5. Исходно существующие неврологические заболевания. Долгое время учили/полагали, что пациенты, исходно страдающие неврологическими заболеваниями (рассеянным склерозом [РС], периферической нейропатией, боковым амиотрофическим склерозом [БАС] и другими), имеют повышенный риск неврологических повреждений во время регионарной анестезии. Это опасение было основано, по крайней мере частично, на концепции «удвоения разрушения», которая исходила из того, что второе повреждение нерва в другом месте может привести к повреждению большему, чем можно было бы объяснить простым аддитивным эффектом. Кроме того, естественное течение большинства этих заболеваний сопровождается чередованием ремиссий и обострений и может ухудшаться в результате стресса. Соответственно врачи боятся, что их могут обвинить в причинении вреда, тогда как фактически причина прогрессирования заболевания с анестезией никак не связана. Единственным большим исследованием ($n = 139$) влияния регионарной анестезии на пациентов с исходно существующими неврологическими заболеваниями был ретроспективный обзор пациентов с расстройствами ЦНС (постполиомиелитный синдром, БАС, РС и травма спинного мозга), получавших спинальную или эпидуральную анестезию [9]. Авторы не нашли признаков новых неврологических повреждений или прогрессирования старых. Хотя это всего лишь ретроспективное исследование со всеми ограничениями, присущими исследованиям такого типа, оно дает основания полагать, что «традиционная мудрость» относительно регионарной анестезии у пациентов с исходно существующими неврологическими заболеваниями нуждается в дальнейшем изучении.

Б. Транзиторный неврологический синдром. ТНС подразумевает **временную болезненность или дизестезию в ногах или ягодицах** после спинальной анестезии. В основном проходит через 2—7 дней без последствий [10]. Хотя ТНС могут вызвать все местные анестетики, риск при анестезии лидокаином выше, чем при использовании остальных анестетиков, и наиболее вероятен при артроскопии колена или других операциях, выполняемых в литотомическом положении. Механизм неизвестен, хотя считается — но не доказано, — что происхождение синдрома неврологическое. ТНС случается и при использовании низких концентраций лидокаина и даже при использовании низких доз, что заставило некоторых анестезиологов обращаться к альтернативным препаратам, несмотря на преходящий характер повреждения.

1. Тяжесть боли при ТНС для некоторых пациентов не тривиальна; по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) боли 65% сообщают о боли от средней до тяжелой (ВАШ = 4—10). Но длится она все же не долго, 27% сообщают о сохранении симптомов в течение 3—7 дней [11].

- В. Миотоксичность.** Все местные анестетики вызывают дозозависимую миотоксичность у всех пациентов, хотя бупивакаин представляется наиболее миотоксичным местным анестетиком [12]. Механизм не вполне ясен, но было продемонстрировано нарушение функции митохондрий [13]. При биопсии образца выявляются отек, некроз, апоптоз и воспалительная клеточная инфильтрация [12]. Исследование на животных длительной (1—4 недели) инфузии местного анестетика для блокады бедренного нерва продемонстрировало кальцифицирующий мионекроз и формирование рубца [14]. В качестве клинически идентифицируемой причины повреждения у людей местные анестетики выявляются очень редко: в первую очередь при ретробульбарных блокадах, вызывая дисфункцию экстраокулярных мышц с последующей диплопией [15, 16]. Полное восстановление нормально.
- Г. Нейротравма.** Исторически **травма иглой** и **интраневральная инъекция** считались важными причинами неврологического повреждения, что подтверждается и сегодня. Однако последние наблюдения с использованием УЗИ показали, что как прокол нерва иглой, так и интраневральная инъекция случаются и без заметных неврологических повреждений [17]. Исследования на животных также показали, что преднамеренная интраневральная инъекция не обязательно приводит к перманентному повреждению, если **давление инъекции было низким** (менее 12 psi), и вызывает тяжелое повреждение при высоком давлении [18]. Прокол периферических нервов иглой для блокад и интраневральная инъекция местных анестетиков сами по себе неприятны, и их следует избегать. Однако они могут быть событиями не такого большого риска, как это принято думать. В поиске способов снизить и так небольшую частоту повреждений нервов во время регионарной анестезии следует выявить дополнительные потенциальные факторы риска. Два аспекта локализации нерва были рассмотрены для предотвращения нейротравмы:

- 1. Нейростимуляторы, парестезии и нейротравма.** Нейростимуляторы были введены в практику в качестве альтернативы использованию парестезии для локализации периферических нервов. Предполагалось, что величина тока, нужная для того, чтобы вызвать моторную реакцию, коррелировала с близостью кончика иглы к нерву и что использование такого нейростимулятора снизит риск повреждения нерва в результате контакта с иглой. Однако два исследования за последние несколько лет продемонстрировали, что корреляция между близостью иглы к нерву и током, нужным для вызова моторной реакции, невелика [19, 20]. При помощи УЗИ показано, что стимуляция нерва не способна вызвать моторную реакцию на ток менее 0,5 мА у 25% пациентов, даже когда кончик иглы находился в контакте с нервом [20]. У этих пациентов для вызова моторной реакции потребовались токи до 1,0 мА, даже когда игла находилась в контакте с нервом. Еще более удивительным был тот факт, что в этом же самом исследовании было найдено, что контакт иглы с периферическим нервом не способен вызвать парестезию в течение 62% времени. Таким образом, удивляет факт, как часто блокирующая игла прокалывает нерв во время попыток его локализации с использованием парестезии или нейростимулятора в качестве ориентира. Ни нейростимулятор, ни парестезия не служат надежными указателями близости иглы к периферическому нерву.

2. **УЗИ и нейроτραвама.** Заманчиво считать, что использование УЗИ для визуализации целевого нерва во время установки иглы и инъекции препарата снизит риск повреждения нерва, связанного с травмой. Однако для того, чтобы убедиться, так ли это, необходимы дополнительные исследования.

III. Системная токсичность

Системная токсичность манифестирует в первую очередь в ЦНС и сердечно-сосудистой системе, хотя аллергия также может вызывать системные реакции. Токсическое действие на ЦНС и сердечно-сосудистую систему зависит от пиковой концентрации местного анестетика в плазме; системные аллергические реакции — нет.

А. Фармакокинетика токсичности

1. Большинство случаев токсического действия на ЦНС и, вероятно, все случаи серьезного токсического воздействия на сердечно-сосудистую систему бывают следствием **непреднамеренного внутрисосудистого введения**.
2. Пиковая концентрация местного анестетика в плазме варьирует приблизительно **линейно с дозой**, так что если вы удвоите дозу местного анестетика пациенту, то удвоите и его пиковую концентрацию в плазме.
3. Пиковая концентрация в плазме **не зависит от веса тела** у взрослых (рис. 3.1). Обоснование максимальной дозы местного анестетика на весе взрослого пациента не доказано научно и, таким образом,

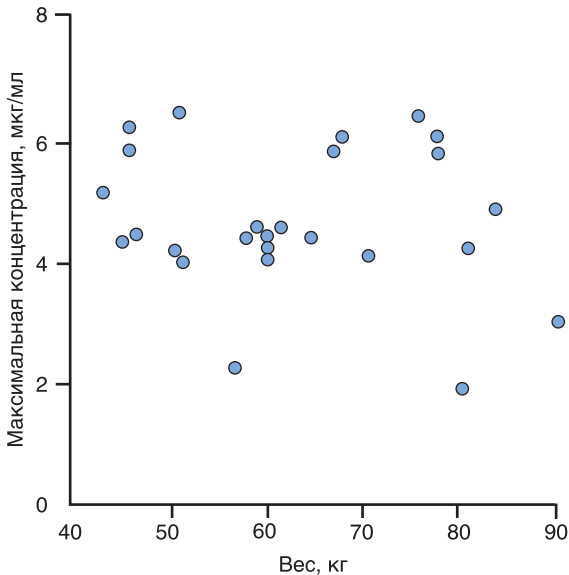


Рис. 3.1. Отсутствует корреляция между весом тела пациента и пиковой концентрацией в плазме после введения 400 мг лидокаина эпидурально. Такое же отсутствие взаимоотношения между весом пациента и пиковой концентрацией в плазме было у многих местных анестетиков и различных видах блокад. (С разрешения из: Brain DP, Scott DB. Dosage of lignocaine in epidural block in relation to toxicity. *Br J Anaesth* 1966;38:596.)

неприемлемо с медицинской точки зрения (за исключением педиатрии). Тем не менее применение доз больших, чем рекомендовано производителем, сопряжено с медицинско-правовым риском.

4. **Временные параметры и размахи** пиковой концентрации в плазме варьируют в зависимости от выполняемого **типа блокады**, вероятно, в связи с различиями локальной васкуляризации и поверхности зоны абсорбции препарата (табл. 3.1). Учитывая вариабельность пиковой концентрации в плазме в зависимости от выполняемого типа блокады (рис. 3.2), неприемлемо (с точки зрения системной токсичности) применять одинаковые максимально рекомендованные производителем дозы при всех видах блокад [21]. Тем не менее превышение максимальных доз, рекомендованных производителем, сопряжено с медико-правовым риском.

Таблица 3.1

Типичные $C_{\text{макс}}$ после регионарной анестезии с применением обычно используемых местных анестетиков

Местный анестетик	Блокада	Доза (мг)	$C_{\text{макс}}$ (мкг/мл)	$T_{\text{макс}}$ (мин)	Токсическая концентрация в плазме (мкг/мл)
Бупивакаин	Плечевое сплетение	150	1,0	20	3
	Чревное сплетение	100	1,50	17	
	Эпидуральная	150	1,26	20	
	Межреберная	140	0,90	30	
	Поясничная симпатическая	52,5	0,49	24	
L-бупивакаин	Седалищная/бедренная	400	1,89	15	4
	Эпидуральная	75	0,36	50	
Лидокаин	Плечевое сплетение	250	1,2	55	5
	Эпидуральная	400	4,27	20	
	Межреберная	400	6,8	15	
Мепивакаин	Плечевое сплетение	500	3,68	24	5
	Эпидуральная	500	4,95	16	
	Межреберная	500	8,06	9	
	Седалищная/Бедренная	500	3,59	31	
Ропивакаин	Плечевое сплетение	190	1,3	53	4
	Эпидуральная	150	1,07	40	
	Межреберная	140	1,10	21	

$C_{\text{макс}}$, пиковая концентрация в плазме; $T_{\text{макс}}$, длительность $C_{\text{макс}}$.

(С разрешения из: Liu SS. Local anesthetics and analgesia. In: Ashburn MA, Rice LJ, eds. *The management of pain*. New York. Churchill Livingstone, 1997:141—170; Berrisford RG, Sabanathan S, Mearns AJ, et al. Plasma concentration of bupivacaine and its enantiomers during continuous extrapleural intercostal nerve block. *Br J Anaesth* 1993;70:201; Kopacz DJ, Helman JD, Nussbaum CE, et al. A comparison of epidural levobupivacaine 0,5% with or without epinephrine for lumbar spine surgery. *Anesth Analg* 2001;93:755; Crews JC, Weller RS, Moss J. Levobupivacaine for auxiliary plexus block: a pharmacokinetic and clinical comparison in patients with normal renal function or renal disease. *Anesth Analg* 2002;95:219.

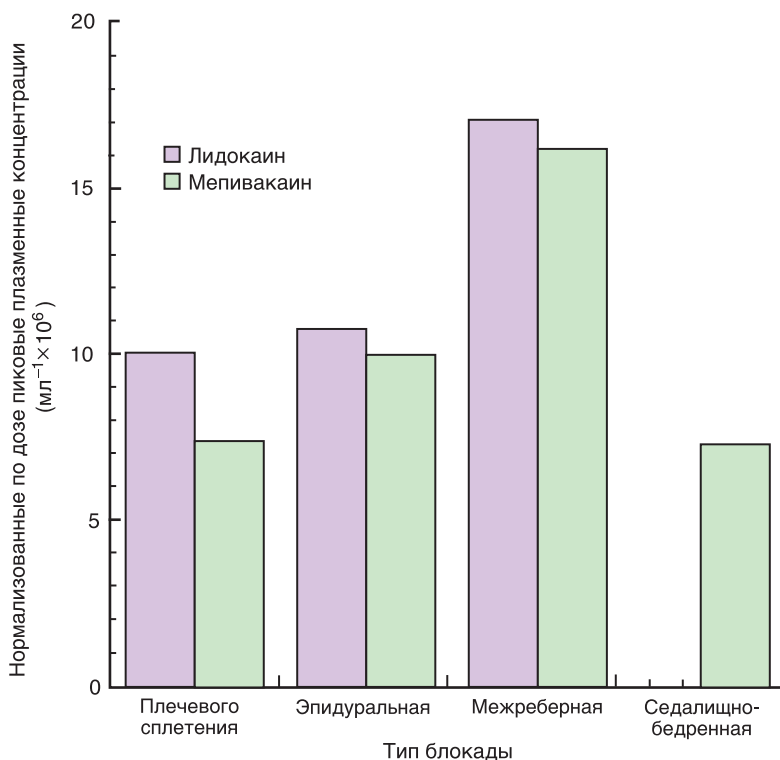


Рис. 3.2. Нормализованные по дозе пиковые плазменные концентрации лидокаина и мепивакаина после различных типов блокад. Наибольшие концентрации образуются после межреберных блокад

5. Ответственность за системную токсичность лежит на свободной (не связанной с белком) фракции местного анестетика, так как только несвязанный препарат может покидать плазму и переходить в ткани.
 - а. **Ацидоз** (метаболический или респираторный) смещает местные анестетики из их точек связывания с белком плазмы, таким образом повышая риск токсичности [22].
6. **Адреналин** замедляет абсорбцию и снижает пиковую концентрацию местного анестетика в плазме при большинстве типов блокад, противодействуя локальной вазодилатации, вызываемой местным анестетиком. Эффект сильнее выражен у более гидрофильных препаратов короткого действия.
7. Среди **эфиров** **хлорпрокаин** и **прокаин** вызывают системные токсические реакции с **наименьшей вероятностью** благодаря их относительно быстрому метаболизму холинэстеразой плазмы. Среди **амидов** прилокаин вызывает системные токсические реакции с наименьшей вероятностью благодаря своему относительно экстенсивному перераспределению (большой объем распределения) и относительно быстрому метаболизму в печени.
8. Благодаря своей значительно более медленной абсорбции гидрофобные препараты, такие как бупивакаин и этидокаин, с меньшей вероят-

ностью вызывают системную токсичность, чем лидокаин — *исключая случаи внутрисосудистого введения*.

9. При использовании нескольких местных анестетиков их **токсичность аддитивна**, т. е. смешивание двух разных местных анестетиков не уменьшает риск токсичности.
10. Часто один **энантиомер** местного анестетика менее токсичен, чем другой. Например, левовращающий изомер бупивакаина менее токсичен, чем правовращающий.

Б. Токсическое действие на ЦНС

1. Если концентрации местного анестетика в плазме растут достаточно медленно (например, при абсорбции из тканей), пациенты последовательно проходят через воспроизводимые в эксперименте стадии неврологических нарушений [23] (рис. 3.3). Если концентрации в плазме растут быстро (например, при внутрисосудистом введении), первым проявлением токсичности могут быть судороги.

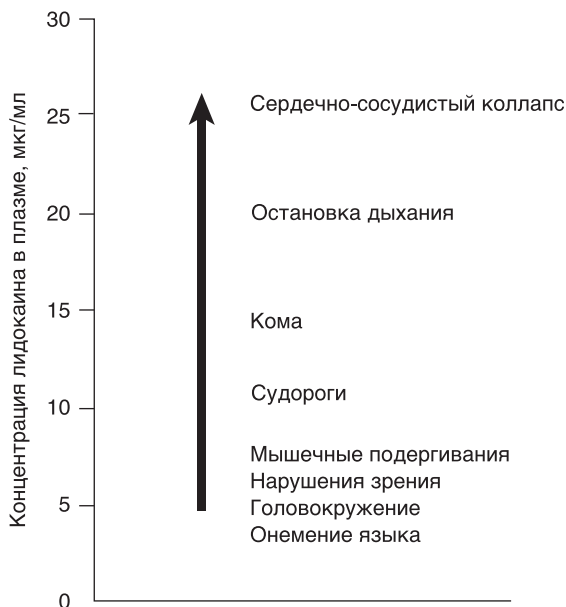


Рис. 3.3. Симптоматика токсического действия местного анестетика стереотипно прогрессирует, независимо от свойств местного анестетика, до тех пор, пока концентрация в плазме растет относительно медленно. Очень быстрый рост плазменной концентрации может привести к «скачку» некоторых симптомов. Премедикация, особенно включающая седативные/гипнотические препараты, способна модифицировать картину (например, замедлить развитие судорог) или затруднить способность пациента сообщить о симптомах

2. Соотношение терапевтических доз и доз, оказывающих токсическое действие на ЦНС, одинаково у всех местных анестетиков, и различий в их способности вызывать судороги нет.
3. Премедикация седативными гипнотиками (например, **бензодиазепинами, пропофолом и барбитуратами**) повышает судорожный порог [24] и, вероятно, во многих случаях предотвращает судороги, которые без такой премедикации у пациента могли бы развиваться.

4. **Лечение.** Лечение заключается в первую очередь в **поддержании проходимости дыхательных путей** для предупреждения гипоксии и, при необходимости, в поддержке сердечно-сосудистой системы до тех пор, пока концентрация в плазме не снизится ниже судорожного порога. Важно отметить, что **гиперкарбия и ацидоз**, вызванные судорогами, вытесняют местные анестетики из зон связывания с белками плазмы и потенциально усугубляют токсичность (т. е. продляют судороги, сердечно-сосудистую токсичность). Следовательно, прекращение тонических/клонических судорог имеет потенциальную ценность. Судороги можно быстро прекратить седативными/гипнотиками (например, бензодиазепинами, барбитуратами) либо выключить их моторный компонент (который служит источником гиперкарбии и метаболического ацидоза) мышечными релаксантами (самый быстродействующий препарат — сукцинилхолин).

В. Токсическое действие на сердечно-сосудистую систему

1. Очень высокие дозы местного анестетика в плазме, необходимые для провоцирования серьезной сердечно-сосудистой токсичности, вероятно, могут быть достигнуты только при **внутрисосудистом введении**.
2. **Терапевтическое/кардиотоксическое соотношение ниже у гидрофобных местных анестетиков** (например, этидокаина, бупивакаина), чем у более гидрофильных препаратов.
 - a. Различие в относительной миокардиальной токсичности между гидрофильными и гидрофобными местными анестетиками обусловлено, по крайней мере отчасти, результатом **частотозависимого блока**. Между сокращениями миокарда местные анестетики могут диффундировать из своих зон связывания в натриевых каналах миокарда, так, что при возникновении следующей деполяризации натриевый канал сможет проводить Na^+ нормально. Поскольку гидрофильным местным анестетикам нужно меньше времени для диссоциации из зон связывания в натриевых каналах, выше вероятность, что натриевые каналы миокарда будут функционировать нормально при физиологической частоте сокращений сердца (ЧСС) под действием гидрофильных местных анестетиков, чем гидрофобных (рис. 3.4).
3. Сердечно-сосудистая токсичность манифестирует злокачественными дисритмиями, включая фибрилляцию желудочков, и/или беспульсовой электрической активностью (БЭА) [24—26].
4. **Лечение**
 - a. **Дисритмии** *не* следует лечить лидокаином или любым другим местным анестетиком. **Амиодарон** широко не изучен, но представляется лучшим выбором для лечения дисритмий, вызванных местными анестетиками.
 - b. Исследования на животных продемонстрировали, что стандартные протоколы **расширенной сердечной реанимации** не адекватны для лечения БЭА, вызванной местными анестетиками. Адреналин необходимо вводить **чаще и в значительно больших дозах** [24—27]. Следует подумать о применении кальция для противодействия глубокой вазодилатации и нарушениям контрактильности, связанным с очень высокими концентрациями местных анестетиков в плазме.

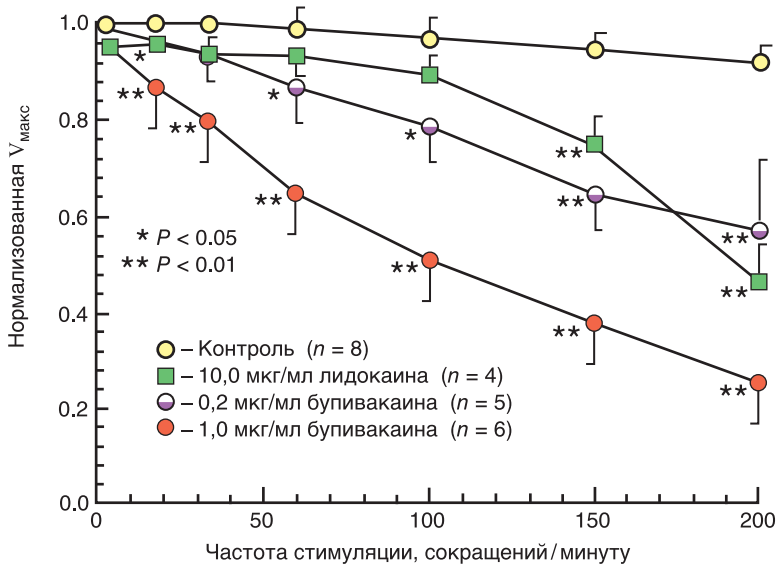


Рис. 3.4. Влияние лидокаина и бупивакаина на скорость потенциала действия кардиомиоцитов (V_{\max}), зависящее от частоты сердечных сокращений. Бупивакаин прогрессивно снижает V_{\max} при частоте сердечных сокращений выше 10 уд./мин вследствие аккумуляции блока натриевых каналов, в то время как лидокаин не снижает ее до тех пор, пока ЧСС не превышает 150 уд./мин. (С разрешения из: Clarkson CW, Hondegham LM. Mechanisms for bupivacaine depression of cardiac conduction: fast block of sodium channels during the action potential with slow recovery from block during diastole. *Anesthesiology* 1985;62:396.)

ме, вызывающими сердечно-сосудистую токсичность. Бикарбонат может быть эффективен в условиях метаболического ацидоза, так как помогает предупредить вытеснение местного анестетика из зон связывания с белками плазмы.

в. Интралипид. Исследования на животных [28, 29] и ограниченный опыт у людей [30] продемонстрировали, что интралипид эффективен при лечении сердечно-сосудистой токсичности, вызванной местными анестетиками. Исследования *in vitro* на изолированном сердце дают основания полагать, что интралипид изменяет гидрофобный характер крови, что способствует выведению гидрофобных местных анестетиков из миокарда в плазму [31].

(1) **Доза.** 1 мл/кг интралипида 20%-го болюсно с переходом на инфузию 0,25 мл/кг/мин. Болюс можно повторить дважды. Максимальная общая доза не должна превышать 8 мл/кг.

(2) Дантролен необходимо постоянно иметь под рукой для лечения редких случаев злокачественной гипертермии, но современные данные свидетельствуют о том, что и флакон интралипида разумно иметь для лечения сердечно-сосудистой токсичности, вызванной местными анестетиками.

5. Профилактика системной токсичности

а. Следует использовать **наименьшие из возможных дозы местного анестетика.**

- б. Вводить местные анестетики необходимо **медленно и дробно**, чтобы иметь возможность распознать внутрисосудистое введение до того, как будет введена токсическая или фатальная доза.
- в. **Тест-доза.** Применение тест-дозы для идентификации внутрисосудистого введения — возможно, отдельный и наиболее важный шаг в профилактике сердечно-сосудистой токсичности и токсичности ЦНС [32]. Было предложено множество типов тест-доз.
- (1) Применение препаратов, способных оказать влияние на ЦНС при случайном внутрисосудистом введении, например местные анестетики, опиоиды. Этот подход хорошо работает у не седатированных людей, предупрежденных о том, чего можно ожидать, но премедикация мидазоламом делает симптомы внутрисосудистого введения местных анестетиков ненадежными.
- (2) Кардиоактивные препараты (например, **адреналин, норадrenalин**) добавляют к местным анестетикам в связи с тем, что они вызывают объективные сердечно-сосудистые эффекты (повышение ЧСС и/или АД) при внутрисосудистом введении [33]. Рекомендуемая тест-доза составляет 3 мл раствора местного анестетика, содержащего 15 мкг адреналина ($1:200\,000 = 5\text{ мкг/мл}$). Показано, что повышение ЧСС на 20 уд./мин, развившееся в течение 2 мин после введения этой тест-дозы, со 100%-й чувствительностью и 100%-й специфичностью указывает на внутрисосудистое введение у молодых взрослых [34]. Таким образом, тест-доза 15 мкг адреналина — прекрасный индикатор внутрисосудистого введения, если иметь в виду следующие предостережения (табл. 3.2):
- (а) Величина прироста ЧСС снижается с **возрастом пациента**, особенно старше 40 [32]. Фактически у некоторых пожилых пациентов ЧСС может не отреагировать на 15 мкг адреналина. Реакция АД с возрастом меняется незначительно.
- (б) **Реакция ЧСС снижается**, если не исчезает совсем, у остро **β -блокированных** пациентов [34]. В этой группе реакция систолического АД (α_1 -адренергический эффект) — более надежный индикатор внутрисосудистого введения (табл. 3.2).
- (i) Влияние хронической β -адренергической блокады на гемодинамическую реакцию в ответ на адреналин-содержащую тест-дозу не известно.
- (ii) Влияние адреналин-содержащей тест-дозы на пациентов, получающих β -блокаторы плюс антигипертензивные вазодилататоры (т. е. блокаторы ангиотензин-превращающего фермента [ингибиторы АПФ] и ангиотензин-II рецепторов) не известно.
- (в) Реакция ЧСС и АД снижается у **анестезированных пациентов** [32]. У таких пациентов, как и у остро β -блокированных, систолическое АД служит более надежным индикатором внутрисосудистого введения адреналин-содержащей тест-дозы, чем ЧСС (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Гемодинамические реакции на адреналин-содержащую тест-дозу в разных популяциях

Исследуемая популяция	Доза адреналина (мкг)	Максимальные изменения ЧСС в уд./мин (диапазон)	Максимальные изменения АД _{сис} в мм рт. ст. (диапазон)
Взрослые хирургические пациенты 35			
21—40 лет	15	39 (21—53)	28 (1—43)
41—60 лет	15	29 (20—45)	28 (20—53)
61—80 лет	15	31 (9—52)	33 (18—66)
Анестезированные взрослые пациенты 36			
0,5 МАК	15	20 (12—35)	36 (16—54)
1,0 МАК	15	10 (1—18)	22 (6—44)
0,5 МАК	30	31 (18—42)	40 (25—60)
1,0 МАК	30	20 (5—50)	39 (15—66)
Остро β-блокированные взрослые добровольцы 34			
Контроль	15	37 (29—46)	26 (18—33)
β-блокада	15	-28 (-23—33)	35 (24—46)

ЧСС, частота сердечных сокращений; уд./мин, ударов в минуту; АД_{сис}, систолическое артериальное давление; МАК, минимальная альвеолярная концентрация

- (3) **Изменения зубца Т.** Было показано, что снижение амплитуды зубца Т (25% или 0,1 мВ) является надежным индикатором внутрисосудистого введения адреналин-содержащей тест-дозы [37]. Недостаток этого способа в том, что часто бывает **трудно адекватно оценить количественные изменения** зубца Т «на лету», по имеющемуся ЭКГ-монитору.
- (4) **Воздух.** Было показано, что выслушивание шума «мельничных жерновов» над правым предсердием/желудочком является эффективным индикатором внутрисосудистого введения [32]. Этот тест, по-видимому, наиболее полезен в **родах**, так как схватки могут продуцировать гемодинамические изменения, имитирующие реакцию на адреналин-содержащую тест-дозу.

IV. Аллергия

Риск аллергических реакций на местные анестетики-эферы невысок, а на местные анестетики-амиды крайне низок [38]. Множество случаев «аллергии» на местные анестетики, по-видимому, есть результат того, что пациенты ошибочно принимали за аллергические реакции побочные эффекты, например, внутрисосудистое введение, тахикардии, индуцированные адреналином, вазо-вагальные реакции и т. д.

- А. Эфиры.** Большинство аллергических реакций на местные анестетики-эфиры, по-видимому, есть реакции на их общий метаболит, **парааминобензойную кислоту (ПАБК)**. Это объясняет перекрестную аллергию между разными местными анестетиками-эфирами. Пациентам с аллергией на ПАБК (часто присутствует в косметике и кремах для загара), по-видимому, не следует применять местные анестетики-эфиры.
- Б. Амиды.** Документированные случаи аллергии на амиды крайне редки. Перекрестной аллергии между эфирами и амидами, по-видимому, нет.
- В. Диагноз.** При подозрении на аллергическую реакцию можно набрать кровь для измерения эстеразы плазмы, которая в основном повышается при развитии «истинной» аллергической реакции. Для проспективного выявления пациентов с аллергией на местные анестетики можно выполнить кожное тестирование.

V. Токсичность, не связанная с местными анестетиками

Опасность непреднамеренного введения токсических химикатов обусловлена постоянной близким расположением химикатов для подготовки кожи (бетадин, хлоргекседин) и местных анестетиков для блокад нервов. Описаны случаи непреднамеренного введения других токсинов, находящихся в операционной (например, формальдегид для хранения биопсийного материала), вызвавших повреждения и смерть. Другая опасность — применение периферических, эпидуральных и интратекальных катетеров для длительной инфузии препарата. Все, что только можно вообразить (пропофол, тиопентал, интралипид, антибиотики, мышечные релаксанты), непреднамеренно вводили в эти катетеры в операционной или хирургическом отделении, перепутав катетер с системой для внутривенной инфузии — иногда с серьезными последствиями.

А. Для снижения рисков непреднамеренного ввода:

- 1.** Катетер или его коннектор должны быть промаркированы четко видимой **этикеткой**.
- 2.** Для присоединения катетеров, доставляющих анестетик эпидурально и к периферическим нервам, к инфузионным помпам следует применять трубки, которые невозможно перепутать с внутривенными, и без боковых портов для доступа в систему.
- 3.** К катетеру нельзя подключать «краники».
- 4.** Необходимо постоянно обучать медсестер госпитальных отделений, в чью обязанность входит введение лекарств.

VI. Осложнения, связанные с кровотечением

Практически все периферические и центральные нейроаксиальные блокады сопровождаются хотя бы незначительным кровотечением. Кровотечения с формированием гематом могут затруднить пальпацию анатомических ориентиров, но, как правило, не существенны. Однако эпидуральные или интратекальные гематомы могут привести к драматическим последствиям. Расширение применения профилактики тромбоемболий в периоперационном периоде повышает

этот риск. Американское общество регионарной анестезии и лечения боли провело обзор рисков, связанных с выполнением регионарной анестезии пациентам, получающим антикоагулянты, и опубликовало рекомендации [40], разместив их на сайте (www.asra.com), которые можно считать наиболее современным источником информации в данной области.

А. Коагулопатии. Ятрогенные (гепарин, кумадин, ингибиторы тромбоцитов и т. п.), самоиндуцируемые (гинкго, чеснок и жень-шень) или возникающие в результате болезненных процессов, — все коагулопатии представляют собой самый главный фактор риска осложнений, связанных с серьезным кровотечением. У пациентов, полностью антикоагулированных, следует избегать регионарной анестезии, особенно эпидуральной и спинальной, за исключением случаев, когда очевидные преимущества перевешивают опасность.

1. **Нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП).** При отсутствии других дефектов свертывающей системы НПВП не влекут существенного повышения риска образования гематом.
2. Низкие дозы **нефракционированного гепарина.** «Минидозы» или гепарин подкожно для тромбопрофилактики не сопряжены с повышением риска эпидуральной гематомы при введении дважды в день.
3. Сообщения о клинических случаях дают основания полагать, что **удаление** катетера у антикоагулированного пациента может представлять такой же высокий риск, как и его установка [41]. Таким образом, решение о возможной антикоагуляции во время или после операции надо рассмотреть до установки эпидурального катетера.

а. Установка эпидурального катетера пациенту, который впоследствии будет полностью антикоагулирован гепарином (например, при операциях на сердце или сосудах), безопасна при следующих условиях [40].

- (1) От установки катетера до антикоагуляции должно пройти **не менее 1 ч.**
- (2) Приняты меры для того, чтобы катетер был удален не ранее нормализации коагуляционного статуса пациента.
- (3) Операция отменяется, если зафиксирована **свободная аспирация крови.** «Травматичная блокада» может считаться фактором, повышающим риск гематомы, но следует заметить, что рекомендация отменять операцию была применена только 4 пациентам в оригинальной серии из 4011 случаев [42].
- (4) Пациенты не принимают никаких других антикоагулянтов, например, НПВП.

Б. Эпидуральная/интратекальная гематома. Редкое, но потенциально драматическое осложнение. Установленная частота — менее 1:150 000 центральных нейроаксиальных блокад.

1. **Факторы риска.** Кроме антикоагуляции множественные попытки и/или травматичное введение иглы имели место приблизительно в 50% зарегистрированных случаев.
2. **Проявления.** Чаще всего проявляется **моторной слабостью** и/или утратой чувствительности, которые бывает трудно отличить от длительной послеоперационной анестезии. **Боль в спине не является уникальным проявлением.** Часто симптомами проявляются более чем через 24 ч по-

сле выполнения блокады. Любая неожиданная слабость служит показанием к **немедленному неврологическому исследованию, включая диагностическую визуализацию** (предпочтительна магнитно-резонансная томография [МРТ], аксиальная компьютерная томография [КТ] приемлема), поскольку необходимо неотложное вмешательство.

3. **Лечение.** Есть сообщения о нескольких случаях успешного консервативного (безоперационного) лечения [43]; однако быстрое (менее 8 ч с момента появления симптоматики) хирургическое удаление гематомы остается методом выбора. Скорость и степень восстановления зависят от скорости удаления гематомы.

VII. Инфекция

Инфекция **нетипична**. Факторы риска включают иммунокомпрометирующие состояния, наличие вживленных катетеров и длительность их стояния, неприменение антибиотиков периоперационно. Хотя специальных исследований не было, выполнение блокад через инфицированные ткани, вероятно, повышает риск инфекционных осложнений и его следует избегать.

А. Блокады периферических нервов. Риск инфекции, вызванной периферической блокадой «одной инъекцией» с надлежащим соблюдением правил асептики, крайне низок. Риск инфекции или колонизации возрастает при использовании **постоянных катетеров**. И все же, несмотря на частую колонизацию катетеров (приблизительно 70%; главным образом *Staphylococcus epidermidis*), клинические признаки инфекции встречаются редко (менее 3%).

Б. Центральные нейроаксиальные блокады. Риск инфекции в результате эпидуральной или спинальной блокады, выполненной «одной инъекцией», низок, хотя, вероятно, выше, чем при блокадах периферических нервов. Частота менингита после спинальной анестезии оценивается как менее 1:40 000, а риск абсцесса после эпидуральной анестезии — менее 1:10 000 [2].

1. Факторы риска

- а.** Как и катетеры, доставляющие анестетик к периферическим нервам, эпидуральные катетеры повышают риск эпидурального абсцесса.
- б.** Данные экспериментов на животных дают основания полагать, что нелеченная **бактериемия** повышает риск менингита после люмбальной пункции. При адекватной антибиотикотерапии люмбальная пункция не повышала риск менингита в условиях бактериемии [44]. Неизвестно, характерно ли это для людей.
- в.** **Хориоамнионит.** Имеющиеся к настоящему времени данные исследований дают основания полагать, что хориоамнионит в послеродовом периоде не приводит к повышению риска инфекционных осложнений регионарной анестезии родов.

В. Симптомы инфекции. При периферических инфекциях можно ожидать появления **локальной болезненности, эритему, лихорадки и лейкоцитоза**. Менингит обычно проявляется лихорадкой, головной болью, фотофобией, менингизмом и, позднее, изменением ментального статуса. Эпиду-

ральный абсцесс часто проявляется болью в спине и/или корешковыми болями, которые могут быть невыраженными. Сенсорные/моторные изменения могут быстро прогрессировать до паралича.

- Г. Лечение.** Инфекции, связанные с периферическими катетерами, в основном излечиваются удалением катетера и антибиотикотерапией, соответствующей результатам посева. Эпидуральный абсцесс и менингит относятся к неотложным состояниям, с высоким процентом летальности/осложнений. Необходимо агрессивное консервативное и/или хирургическое лечение.

Литература

1. Phillips OC, Ebner H, Nelson AT, *et al.* Neurologic complications following spinal anesthesia with lidocaine: a prospective review of 10,440 cases. *Anesthesiology* 1969;30:284—289.
2. Auroy Y, Benhamou D, Bagues L, *et al.* Major complications of regional anesthesia in France: the SOS Regional Anesthesia Hotline Service. *Anesthesiology* 2002;97:1274—1280.
3. Muguruma T, Sakura S, Saito Y. Epidural lidocaine induces dose-dependent neurologic injury in rats. *Anesth Analg* 2006;103:876—881.
4. Sakura S, Bollen AW, Ciriales R, *et al.* Local anesthetic neurotoxicity does not result from blockade of voltage-gated sodium channels. *Anesth Analg* 1995;81:338—346.
5. Selander D, Brattsand R, Lundborg G, *et al.* Local anesthetics: importance of mode of application, concentration and adrenaline for the appearance of nerve lesions. An experimental study of axonal degeneration and barrier damage after intrafascicular injection or topical application of bupivacaine (Marcain). *Acta Anaesthesiol Scand* 1979;23:127—136.
6. Hashimoto K, Hampl KF, Nakamura Y, *et al.* Epinephrine increases the neurotoxic potential of intrathecally administered lidocaine in the rat. *Anesthesiology* 2001;94:876—881.
7. Rigler ML, Drasner K, Krejcie TC, *et al.* Cauda equina syndrome after continuous spinal anesthesia. *Anesth Analg* 1991;72:275—281.
8. Ross BK, Coda B, Heath CH. Local anesthetic distribution in a spinal model: a possible mechanism of neurologic injury after continuous spinal anesthesia. *Reg Anesth* 1992;17:69—77.
9. Hebl JR, Horlocker TT, Schroeder DR. Neuraxial anesthesia and analgesia in patients with preexisting central nervous system disorders. *Anesth Analg* 2006;103:223—228.
10. Pollock JE. Transient neurologic symptoms: etiology, risk factors, and management. *Reg Anesth Pain Med* 2002;27:581—586.
11. Freedman JM, Li DK, Drasner K, *et al.* Transient neurologic symptoms after spinal anesthesia: an epidemiologic study of 1,863 patients. *Anesthesiology* 1998;89:633—641.
12. Zink W, Seif C, Bohl JR, *et al.* The acute myotoxic effects of bupivacaine and ropivacaine after continuous peripheral nerve blockades. *Anesth Analg* 2003;97:1173—1179.
13. Irwin W, Fontaine E, Agnolucci L, *et al.* Bupivacaine myotoxicity is mediated by mitochondria. *J Biol Chem* 2002;277:12221—12227.
14. Zink W, Bohl JR, Hacke N, *et al.* The long term myotoxic effects of bupivacaine and ropivacaine after continuous peripheral nerve blocks. *Anesth Analg* 2005;101:548—554.
15. Porter JD, Edney DP, McMahon EJ, *et al.* Extraocular myotoxicity of the retrobulbar anesthetic bupivacaine hydrochloride. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1988;29:163—174.
16. Rao VA, Kawatra VK. Ocular myotoxic effects of local anesthetics. *Can J Ophthalmol* 1988;23:171—173.
17. Bigeleisen PE. Nerve puncture and apparent intraneural injection during ultrasound-guided axillary block does not invariably result in neurologic injury. *Anesthesiology* 2006;105:779—783.

18. Kapur E, Vuckovic I, Dilberovic F, *et al.* Neurologic and histologic outcome after intraneural injections of lidocaine in canine sciatic nerves. *Acta Anaesthesiol Scand* 2007;51:101—107.
19. Choyce A, Chan VW, Middleton WJ, *et al.* What is the relationship between paresthesia and nerve stimulation for axillary brachial plexus block? *Reg Anesth Pain Med* 2001;26:100—104.
20. Perlas A, Niazi A, McCartney C, *et al.* The sensitivity of motor response to nerve stimulation and paresthesia for nerve localization as evaluated by ultrasound. *Reg Anesth Pain Med* 2006;31:445—450.
21. **Rosenberg PH, Veering BT, Urmev WF. Maximum recommended doses of local anesthetics: a multifactorial concept.** *Reg Anesth Pain Med* 2004;29:564—575.
22. Burney RG, DiFazio CA, Foster JA. Effects of pH on protein binding of lidocaine. *Anesth Analg* 1978;57:478—480.
23. Scott DB, Lee A, Fagan D, *et al.* Acute toxicity of ropivacaine compared with that of bupivacaine. *Anesth Analg* 1989;69:563—569.
24. Bernards CM, Carpenter RL, Rupp SM, *et al.* Effect of midazolam and diazepam premedication on central nervous system and cardiovascular toxicity of bupivacaine in pigs. *Anesthesiology* 1989;70:318—323.
25. Bernards CM, Carpenter RL, Kenter ME, *et al.* Effect of epinephrine on central nervous system and cardiovascular system toxicity of bupivacaine in pigs. *Anesthesiology* 1989;71:711—717.
26. Kasten GW, Martin ST. Comparison of resuscitation of sheep and dogs after bupivacaine-induced cardiovascular collapse. *Anesth Analg* 1986;65:1029—1032.
27. Chadwick HS. Toxicity and resuscitation in lidocaine- or bupivacaine-infused cats. *Anesthesiology* 1985;63:385—390.
28. Weinberg G, Ripper R, Feinstein DL, *et al.* Lipid emulsion infusion rescues dogs from bupivacaine-induced cardiac toxicity. *Reg Anesth Pain Med* 2003;28:198—202.
29. Weinberg GL, VadeBoncouer T, Ramaraju GA, *et al.* Pretreatment or resuscitation with a lipid infusion shifts the dose-response to bupivacaine-induced asystole in rats. *Anesthesiology* 1998;88:1071—1075.
30. Rosenblatt MA, Abel M, Fischer GW, *et al.* Successful use of a 20% lipid emulsion to resuscitate a patient after a presumed bupivacaine-related cardiac arrest. *Anesthesiology* 2006;105:217—218.
31. Weinberg GL, Ripper R, Murphy P, *et al.* Lipid infusion accelerates removal of bupivacaine and recovery from bupivacaine toxicity in the isolated rat heart. *Reg Anesth Pain Med* 2006;31:296—303.
32. **Mulroy MF, Norris MC, Liu SS. Safety steps for epidural injection of local anesthetics: review of the literature and recommendations.** *Anesth Analg* 1997;85:1346—1356.
33. Moore DC, Batra MS. The components of an effective test dose prior to epidural block. *Anesthesiology* 1981;55:693—696.
34. Guinard JP, Mulroy MF, Carpenter RL, *et al.* Test doses: optimal epinephrine content with and without acute beta-adrenergic blockade. *Anesthesiology* 1990;73:386—392.
35. Guinard JP, Mulroy MF, Carpenter RL. Aging reduces the reliability of epidural epinephrine test doses. *Reg Anesth* 1995;20:193.
36. Liu SS, Carpenter RL. Hemodynamic response to intravascular injection of epinephrine-containing epidural test doses in adults during regional anesthesia. *Anesthesiology* 1996;84:81.
37. Tanaka M, Goyagi T, Kimura T, *et al.* The efficacy of hemodynamic and T wave criteria for detecting intravascular injection of epinephrine test doses in anesthetized adults: a dose-response study. *Anesth Analg* 2000;91:1196—1202.
38. Amsler E, Flahault A, Mathelier-Fusade P, *et al.* Evaluation of re-challenge in patients with suspected lidocaine allergy. *Dermatology* 2004;208:109—111.

39. Hein UR, Chantraine-Hess S, Worm M, *et al.* Evaluation of systemic provocation tests in patients with suspected allergic and pseudoallergic drug reactions. *Acta Derm Venereol* 1999;79:139—142.
40. Horlocker TT, Wedel DJ, Benzon H, *et al.* **Regional anesthesia in the anticoagulated patient: defining the risks (the second ASRA Consensus Conference on Neuraxial Anesthesia and Anticoagulation).** *Reg Anesth Pain Med* 2003;28:172—197.
41. Yin B, Barratt SM, Power I, *et al.* Epidural haematoma after removal of an epidural catheter in a patient receiving high-dose enoxaparin. *Br J Anaesth* 1999;82:288—290.
42. Rao TL, El-Etr AA. Anticoagulation following placement of epidural and subarachnoid catheters: an evaluation of neurologic sequelae. *Anesthesiology* 1981;55:618—620.
43. Groen RJ. Non-operative treatment of spontaneous spinal epidural hematomas: a review of the literature and a comparison with operative cases. *Acta Neurochir (Wien)* 2004;146:103—110.
44. Carp H, Bailey S. The association between meningitis and dural puncture in bacteremic rats. *Anesthesiology* 1992;76:739—742.

Глава 4

Премедикация и мониторинг

Майкл Ф. Малрой

Премедикация и интраоперационная седация являются важными компонентами регионарной анестезии. «Чистую» регионарную анестезию можно выполнить и без добавлений, особенно в амбулаторной хирургии. Отказ от седации приемлем в родблоке или шоковой палате, где системное введение лекарств необходимо всячески ограничивать. В операционной, однако, успешность регионарной анестезии может повысить квалифицированное применение адъювантов, улучшающих способность пациента к сотрудничеству и переносимость процедуры. Сюда могут входить седация и аналгезия для выполнения блокады, а равно и седация во время длительной хирургической операции.

I. Цели

- A. В основном дополнительные препараты вводят для решения одной из трех задач:
 - 1. Для **смягчения опасений и повышения степени сотрудничества** у встревоженного пациента.
 - 2. Для **обеспечения аналгезии**, снижающей степень дискомфорта, связанного с процедурой, особенно с введением игл или поиском парестезии.
 - 3. Для обеспечения **амнезии** или отсутствия тревоги по поводу происходящего в периоперационном периоде.
- B. Иногда упоминается и четвертый мотив: надежда повысить **судорожный порог** местного анестетика. Этого невозможно достичь дозами бензодиазепинов или барбитуратов, традиционно достаточными для седации, но только дозами, вызывающими утрату сознания у большинства пациентов. Этот подход достоверно не обоснован, так как несет собственный риск респираторной или кардиальной депрессии, и такая седация может «смазывать» реакцию на тест-дозу [1] или первые тревожные симптомы, обычно предшествующие кардиотоксическому действию бупивакаина [2].
- B. Степень седации может варьировать в широком диапазоне в зависимости от пациента и ситуации (табл. 4.1). При выполнении регионарной анестезии есть разные стадии: собственно выполнение блокады и интраоперационное ведение. Для каждой стадии необходима соответствующая степень седации.
 - 1. **Амбулаторные пациенты**, малые операции. В этой ситуации тревожность пациентов обычно незначительна и необходимость седации невелика; ее избыточность будет снижать преимущества быстрого восстановления и выписки.

2. Встревоженный **госпитализированный пациент**. Большие операции, например на верхних отделах брюшной полости потребуют седации и препаратов, вызывающих амнезию, на период установки эпидурального катетера, а также добавления во время операции поверхностной общей анестезии.
3. **Обучение**. Часто разумным будет применение глубокой седации и препаратов, вызывающих амнезию.
4. **Дети**. Маленьким детям для выполнения блокады обычно требуется общая анестезия. Хотя применение общей анестезии для улучшения регионарной блокады у детей принято для снижения вероятности повреждения, у взрослых такая практика может повысить опасность задержки распознавания повреждения нерва [3].

Таблица 4.1

Типичные седативные препараты, применяемые в дополнение к регионарной анестезии

Препарат (торговая марка)	Диапазон доз	Применение	Комментарии
Бензодиазепины			
Мидазолам (Версед)	1—5 мг в/в	Быстро развивающаяся седация во время индукции, в операционной	Возможно развитие амнезии
Наркотики			
Фентанил (Сублимаз)	25—200 мкг в/в	Быстро развивающаяся анальгезия в наркозной или операционной	Полезное дополнение при болезненных процедурах (введение иглы), возможно развитие угнетения дыхания
Кетамин (Кеталар)	Болюсно 20—50 мг в/в	Седация во время блокады	Некоторые анальгетические свойства, поддерживает дыхание и артериальное давление; риск оглушенности при более высоких дозах
Седативные/гипнотики			
Дексмететомидин (Преседекс)	Болюс с переходом на инфузию (0,7 мкг/кг/ч)	Седация во время операции	Возможно развитие брадикардии, гипотензии
Пропофол (Диприван)	Болюсно по 30—60 мг, инфузия 25—100 мкг/кг/мин	Быстрая седация при процедурах в наркозной комнате, глубокая седация во время операции	Боль в месте инъекции

II. Препараты

А. Опиоиды. Препараты класса опиоидов вызывают анальгезию и седацию без исключения сознания. Таким образом, они прекрасно способствуют сотрудничеству пациента и уменьшению дискомфорта, связанного с введением иглы или парестезией. Они также обладают желательным свойством — их легко реверсировать налоксоном. **Угнетение дыхания** — основной недостаток опиоидов, в связи с чем дозы необходимо титровать индивидуально и соответствующим образом мониторируют пациента. Все опиоиды обладают общим свойством стимулировать триггерные зоны хеморецепторов и вызывать тошноту. Этот эффект зависит от дозы и редко встречается в седативном диапазоне доз. Та или иная степень угнетения дыхания будет иметь место, в связи с чем необходимы пульсоксиметрия и кислородная поддержка.

1. Фентанил — наиболее популярный опиоид для седации, так как действие его развивается быстро, длится коротко, но достаточно и его легко титровать. Он наиболее удобен в условиях амбулаторной хирургии, но также эффективен для седации во время выполнения блокады у госпитализированных пациентов в наркозной комнате. Дробные дозы от 25 до 50 мкг быстро обеспечивают анальгезию на 20—30 мин, обычно заканчивающуюся вместе с завершением блокады. Доза — функция состояния витальных функций пациента, а не размеров его тела; **дозирования по схеме мг/кг следует избегать.**

2. Существуют **производные фентанила**. Суфентанил похож на фентанил, но приблизительно в 10 раз сильнее; рекомендуется разведение в соответствии с ситуацией. Альфентанил похож по эффекту, но его действие короче и слабее, чем у фентанила. Хотя для амбулаторных пациентов он, возможно, идеален в виде внутривенной инфузии, его седативное действие после болюсной инъекции может быть слишком коротким и не отвечающим нуждам регионарной анестезии. Ремифентанил действует еще короче и приемлем только в виде инфузии. Высокая цена и необходимость наличия инфузионного насоса для этих двух препаратов делает болюсное введение фентанила методом выбора.

3. Морфин и мепердин действуют длительно и обеспечивают как хорошую седацию, так и анальгезию, но их более длительное и медленно развивающееся действие делают их менее привлекательными.

4. Несколько опиоидов со свойствами как **агонистов, так и антагонистов** могли бы уменьшить риск угнетения дыхания, но доказательств того, что они обладают достаточными преимуществами с точки зрения эффективности или безопасности, нет.

Б. Бензодиазепины широко применяются для премедикации или седации. Это эффективные, центрально действующие анксиолитики, обладающие также способностью вызывать **амнезию**. Препараты эффективны при лечении токсических реакций на местные анестетики и в связи с этим полезны в наркозных комнатах. Свойство вызывать амнезию, особенно у длительно действующего лоразепама (дозы от 1 до 2 мг), благоприятно для амбулаторных пациентов, не желающих «присутствовать» при операции. Как и в случае с морфином, может потребоваться 30—60 мин для достижения пика эффекта, и в этот период при титровании внутривенной

седации необходима осторожность во избежание повышения уровня препарата в крови. Длительная седация в палате пробуждения наблюдается часто, особенно у пожилых. В связи с опасениями относительных послеоперационных эффектов, длительно действующие препараты применяются реже.

1. Мидазолам — наиболее популярный бензодиазепин, практически вытеснил диазепам для парентерального применения благодаря прогнозируемости действия доз и отсутствию раздражения вен. Мидазолам действует **быстро и коротко** и в меньшей степени вызывает угнетение дыхания, чем опиоиды. Он полезен для интраоперационной седации после того, как достигнута адекватная блокада. Полезна также способность препарата вызывать амнезию процесса выполнения блокады, хотя в такой ситуации он **не служит анальгетиком**, и усиление его опиоидами целесообразно. Эффект амнезии может быть недостатком, вызывая **нежелательное оглушение и отсутствие сотрудничества пациента** в случае, когда примененная доза оказалась избыточной. Седация может длиться долго, и в связи с этим следует придерживаться доз минимальных (1—3 мг внутривенно, с внутривенным титрованием по 0,5—1 мг). Седативное действие мидазолама при таких дозах коротко и длится приблизительно 30 мин. Амнестический эффект непредсказуем и наступает при дозах меньших, чем необходимы для седации, что может быть проблемой для амбулаторных пациентов. Пациент, находясь как будто бы в ясном сознании, может не вспомнить интраоперационные наблюдения и послеоперационные инструкции. Тем не менее мидазолам прекрасный анксиолитик, и амнестический эффект полезен как во время выполнения блокады, так и для интраоперационной седации. Более высокие дозы могут замедлить пробуждение, а также будут повышать риск угнетения дыхания при применении совместно с опиоидами.

2. Антагонисты. Доступность специфического антагониста флумазенила повысила диапазон безопасности бензодиазепинов, но представляется разумным предпочесть инфузию более коротко действующего пропофола или дексмететомидина, когда необходима длительная седация.

В. Пропофол в первую очередь не только общий анестетик, но в малых дозах оказывает **прекрасное седативное** действие. Хотя пропофол (как и бензодиазепины) **не обладает анальгетическим действием**, он не является антианальгетиком, как барбитураты. Препарат также не обладает субгипнотическим амнестическим действием бензодиазепинов, но обеспечивает **быстрое пробуждение и противорвотное действие**, что хорошо, особенно у амбулаторных пациентов.

1. Можно использовать **болусно** для короткой глубокой седации во время выполнения некоторых определенных блокад (таких как ретробульбарная), когда в сохранении сознания необходимости нет.

2. В виде **инфузии** во время хирургических операций обеспечивает анксиолитическое, седативное и амнестическое действие, с наилучшими результатами в диапазоне доз 30—60 мкг/кг/мин [4]. Быстрое пробуждение, противорвотное действие и легкая титруемость делают его идеальным для седации при коротких амбулаторных операциях.

3. **Комбинация** небольших доз мидазолама и фентанила для облегчения выполнения регионарной блокады с последующей инфузией пропофола для седации представляет собой формулу, идеально удовлетворяющую пациента и обеспечивающую быстрое пробуждение.
- Г. **Барбитураты** в основном были вытеснены двумя другими классами препаратов, поскольку не обладают истинным анальгетическим или амнестическим действием; они вызывают эти эффекты только в дозах, выключающих сознание. В более низких дозах они действуют как антианальгетики и могут усиливать реакцию на боль и затруднять сотрудничество с пациентом.
- Д. **Дексметомидин** является α_2 -агонистом, который применяют для седации в отделениях интенсивной терапии и при хирургических операциях [5]. Его преимущество в **отсутствии угнетения дыхания**, но возможны гемодинамические побочные эффекты, в частности брадикардия и гипотензия. Он усиливает анальгезию и снижает потребность в ингаляционных анестетиках. Его вводят внутривенно болюсно (1 мкг/кг в течение 10 мин) с последующей инфузией (0,3—0,7 мкг/кг/ч) в связи с коротким временем полувыведения (2 ч). Препарат полезен для интраоперационной седации при блокадах периферических нервов (инфузия 0,7 мкг/кг/ч эквивалентна пропофолу 35 мкг/кг/мин), но его гипотензивный эффект может быть нежелательным при нейроаксиальной блокаде. Амнестическим действием не обладает.
- Е. **Кетамин** применяют в низких дозах (20—30 мг внутривенно) в качестве седативного средства во время выполнения регионарных блокад в связи с его **анальгетическими свойствами** в этом диапазоне доз. Более высокие дозы сопровождаются галлюцинациями или пробуждением. Этот препарат обладает преимуществом **поддержания сердечно-сосудистой стабильности** и в меньшей степени вызывает угнетение дыхания и защитных рефлексов с верхних дыхательных путей. Он наиболее полезен для седации во время спинальной анестезии при операциях по поводу перелома бедра у пожилых, где анальгезия и гемодинамическая поддержка особенно целесообразны.
- Ж. **Кислород**. Хотя это не седативное средство, кислород в качестве вспомогательного средства необходим при использовании большинства анальгетиков и седативных препаратов. Опиоиды особенно часто вызывают угнетение дыхания, и этот риск усиливается при добавлении бензодиазепинов. Кислородная десатурация — не редкость, и подача кислорода через назальные канюли или лицевую маску полезна, особенно у пожилых.
3. **Другие дополнительные средства.**
1. Было показано, что предоперационный визит к пациенту весьма эффективно снижает его тревожность в дальнейшем.
 2. Доброжелательное внимание к опасениям пациента снижает необходимость любой предварительной медикаментозной подготовки. Несложные знаки внимания, такие как удобная укладка пациента на столе, теплое одеяло, чрезвычайно полезны
 3. Седативными свойствами обладает и **музыка**. Можно подобрать набор мелодий и проигрывать их при помощи портативного плеера или встроенной музыкальной системы. Это отвлекает и умиротворяет большинство пациентов, а наушники к тому же скрывают множество тревожных звуков и разговоров в наркозной или операционной.

И. Препараты для общей анестезии иногда полезны, а бывает — и необходимы. При операциях на **верхних отделах брюшной полости**, выполняемых под межреберной, паравerteбральной или эпидуральной блокадами, дополнительная общая анестезия с эндотрахеальной трубкой рекомендуется для устранения чувствительности диафрагмы, защиты дыхательных путей и обеспечения контролируемой вентиляции. Наличие регионарной блокады **снижает минимальную альвеолярную концентрацию (МАК)** ингаляционной анестезии, и если эндотрахеальная трубка остается самым существенным стимулом, который пациент в состоянии воспринять, фракции МАК обычно достаточно [7]. Как уже упоминалось, выполнение регионарной блокады у взрослого пациента без сознания может повысить риск повреждения нерва.

III. Мониторинг

- А.** Во время операции пациент, получающий регионарную анестезию, нуждается в **таком же мониторинге**, как и при общей анестезии, включая электрокардиограмму (ЭКГ), устройство для измерения АД и пульсоксиметр согласно стандартам Американского общества анестезиологов (ASA).
- Б.** Пациента, получающего регионарную анестезию, необходимо также пристально мониторировать на случай гемодинамических изменений во время блокады, и особенно внимательно следить за потенциальными признаками системной токсичности.
1. Специфический мониторинг для выявления повышения в крови уровня местного анестетика должен быть сфокусирован на **ментальном статусе** пациента и, таким образом, требует постоянного речевого контакта. Анестезиолог или его ассистент должны беседовать с пациентом, постоянно обращая внимание на способность пациента сконцентрироваться или появление смазанной речи, особенно в первые 20 мин после введения большого объема местного анестетика.
 2. **Пульсоксиметр** — наиболее часто используемый в наркозной комнате прибор для мониторинга. Давая информацию о частоте сердечных сокращений и сатурации кислорода, он полезен во время регионарной анестезии, особенно если седация может вызвать угнетение дыхания. Пульсоксиметр эффективен для мониторинга частоты сердечных сокращений при введении тест-дозы, содержащей адреналин.
 3. **Мониторинг АД** принципиально важен при спинальной, эпидуральной или симпатической блокадах. Автоматические устройства для неинвазивного измерения с короткими циклами идеальны, поскольку оставляют руки анестезиолога свободными для вмешательств, которые могут потребоваться на ранних стадиях гипотензии. Исходные показатели АД необходимо измерить до начала выполнения любого вида блокады, во время которой может развиваться блокада симпатическая.
 4. Следует мониторировать **уровень блокады**, особенно если происходит симпатэктомия. В первые 15 мин блокады уровень блокады и АД следует мониторировать каждые 3—5 мин, опасаясь слишком высокого уровня. Уровень блокады необходимо мониторировать в течение эпи-

дуральной или спинальной анестезии, поскольку обе эти методики могут сопровождаться изменением уровня в течение первого часа.

5. **Финальное замечание.** Все блокады, подразумевающие введение значительных количеств местного анестетика, можно выполнять только там, где готово все необходимое оборудование **для немедленного начала реанимации.**

Литература

1. Mulroy MF, Neal JM, Mackey DC, *et al.* 2-Chloroprocaine and bupivacaine are unreliable indicators of intravascular injection in the premedicated patient. *Reg Anesth Pain Med* 1998;23:9.
2. Bernardis CM, Carpenter RL, Rupp SM, *et al.* Effect of midazolam and diazepam premedication on central nervous system and cardiovascular toxicity of bupivacaine in pigs. *Anesthesiology* 1989;70:318.
3. Benumof JL. Permanent loss of cervical spinal cord function associated with interscalene block performed under general anesthesia. *Anesthesiology* 2000;93:1541.
4. Smith I, Monk TG, White PF, *et al.* Propofol infusion during regional anesthesia: sedative, amnestic and anxiolytic properties. *Anaesth Analg* 1994;79:313.
5. Kamibayashi T, Maze M. Clinical uses of $\alpha 2$ -adrenergic agonists. *Anesthesiology* 2000;93:1345—1349.
6. Smith DC, Crul JF. Oxygen desaturation following sedation for regional analgesia. *Br J Anaesth* 1989;62:206.
7. Hodgson PS, Liu SS. Epidural lidocaine decreases sevoflurane requirement for adequate depth of anesthesia as measured by the Bispectral Index monitor. *Anesthesiology* 2001;94:799—803.

Глава 5

Оснащение

Майкл Ф. Малрой

Регионарные методики можно выполнить практически любым шприцем и иглой. Успех зависит в большей степени от опыта оператора, чем от качества инструментов. Тем не менее оснащение настолько различно, что делает некоторые устройства более эффективными, чем другие и в опытных руках может оптимизировать выполнение регионарных методик.

I. Общие принципы

Оборудование для регионарных блокад обычно продается в заранее упакованных стерильных лотках. В них входят тампоны для обработки кожи, пленки, иглы, шприцы, чашки для растворов и индикаторы стерильности. Выбор обычно диктуют тип планируемой блокады и личные предпочтения, но некоторые общие комментарии необходимы.

А. Оборудование одноразовое и многоразовое. Многоразовые укладки для блокад обеспечивают максимальную гибкость в выборе специфических игл, шприцев и катетеров. Они позволяют приобретать продукцию, более точно специфицированную, чем это бывает в укладках одноразовых. Однако многоразовые укладки связаны со значительными первичными капиталовложениями и требуют дополнительного времени на техническое обслуживание, а также сопряжены с более высоким риском передачи инфекционных заболеваний.

Опасения относительно инфекционных заболеваний, особенно новых, устойчивых к традиционным методикам стерилизации, создали одноразовому оборудованию дополнительную привлекательность. Качество одноразовых упаковок повышается, и готовность производителей «подстраивать» укладки под нужды конкретных учреждений растет все больше. Они решили проблемы стерилизации в отделениях или госпиталях (но не проблему ответственности за проверку стерильности).

Б. Стерилизация. Если не используются заранее стерилизованные укладки, многоразовое оборудование между применениями необходимо чистить, мыть и стерилизовать. Детергенты для мытья многоразовых игл и шприцев нежелательны, в связи с риском химической контаминации местного анестетика остатками моющего средства на шприце или игле. Кровь и другие инородные материалы необходимо удалять только водой. Значительную бактериальную или вирусную контаминацию устраняют стерилизацией при температуре 121 °С или выше в течение 20 мин (пар под давлением). Соответствующие индикаторы адекватного теплового воздействия необходимо поместить как внутри каждой стерилизуемой упаковки, так и снаружи.

Пластик и резина неустойчивы к такой температуре и им необходима **газовая стерилизация этилен оксидом**. Для удаления остатков газа необходим длительный период аэрации. Для подтверждения стерильности применяют различные индикаторные полоски. В одноразовых укладках такой индикатор обычно находится в центральном отделе. Прежде чем использовать такую укладку, этот индикатор необходимо проверить.

Если препараты **местного анестетика** добавлены в укладку после того, как она была вскрыта, их необходимо обернуть в стерильную ткань и обращаться с ними асептическим образом.

В. Подготовка кожи (асептика) требует скрупулезного внимания для уменьшения риска попадания микроорганизмов, особенно при нейроаксиальных методиках. Согласительная комиссия Американского общества регионарной анестезии и медицины боли опубликовала обобщенные рекомендации [1].

1. Рекомендуемым в настоящее время является **хлоргексидина глюконат**, мощный гермицид широкого спектра, лучше использовать раствор в 80%-м этиловом спирте. Он оказывает прямое гермицидное действие, сохраняющееся в течение нескольких часов и не зависит от присутствия органических включений, таких как кровь. Реакция кожи также наблюдается реже, чем с йодин-содержащими препаратами. Одна большая проблема — стандартный хлоргексидин **бесцветен**; добавление пигмента может снизить вероятность случайно спутать его с раствором местного анестетика.
2. **Повидин-йодин** — препарат йодофора с хорошим антимикробным действием на грамположительные и грамотрицательные микроорганизмы. Действие этого раствора основано на выделении свободного йодина, которое зависит от разведения раствора водой. Очень важно тщательно соблюдать инструкции производителя по разведению. Активность этих растворов зависит от выделения йодина, в связи с чем для эффективности необходимо **несколько минут контакта и высухания**. Как и в случае с хлоргексидином, **добавление этилового спирта** значительно усиливает действие. В отличие от растворов йодина в спирте, применявшихся ранее, повидин-йодин с меньшей вероятностью вызывает ожоги тканей, хотя избыточные количества в складках тела могут вызвать раздражение, и после выполнения блокады их следует осушить. Одноразовые контейнеры предпочтительны, так как использование флаконов большего объема сопряжено с риском контаминации. Количество пациентов с истинной **аллергией** на топические препараты йодина, которым нужны другие растворы, невелико. Хотя и хлоргексидин, и повидин-йодин разрешены FDA для подготовки кожи к операциям, ни один из них не получил официального одобрения из-за недостаточного объема данных исследований. Ни один не был причиной неврологических повреждений, но недостаточно данных для того, чтобы объявить их «безопасными».
3. **Изопропиловый спирт (70%-й)** — третья удовлетворительная альтернатива для подготовки кожи, не требует трения. Как и хлоргексидин, сопряжен с риском нераспознанной контаминации раствора анестетика при использовании бесцветного раствора. Спирт, как сам по себе, так и в растворах, воспламенит, и повышает риск пожара в операционной.

4. Независимо от используемого препарата, полной стерильности кожи добиться удается редко, необходимо скрупулезное внимание к **правилам асептики**. Обрабатывать следует широкую зону, а операционное поле следует обложить стерильными пеленками или пластиковой пленкой.
- Г. Асептическая методика.** Кроме химической обработки для предупреждения попадания патогенов во время регионарной анестезии необходимы и другие шаги.
1. **Мытье рук** принципиально важно для снижения передачи микроорганизмов медработниками, и обязательно перед каждой блокадой, перед надеванием перчаток. Традиционное мытье водой с мылом адекватно, равно как и обработка спирто-содержащими растворами для очищения кожи.
 2. Значение снятия **ювелирных украшений** и часов противоречиво, но было показано, что оно снижает количество бактерий после мытья рук у медицинских работников. Влияние длинных или искусственных ногтей неясно.
 3. Использование **перчаток** настоятельно рекомендуется, хотя есть мнение, что дополнительный халат большей безопасности не обеспечивает.
 4. Необходимость использования **масок** во время регионарной анестезии также остается противоречивой. Данные хирургической литературы относительно роли масок в снижении инфекции двусмысленны, хотя есть сообщения о клинических случаях нозокомиальных инфекций, которые предположительно были перенесены анестезиологами, не надевшими масок.
 5. Адекватное **облачивание стерильным материалом** зоны инъекции также необходимо для уменьшения риска контаминации. Использование набора стерильных пеленок часто достаточно для методики с одной инъекцией, но при установке катетеров или использовании ультразвукового датчика, когда вероятность контаминации длинного катетера выше, предпочтительно широкое облачивание простынями с отверстием в центре. Прозрачные пластиковые пленки обеспечивают идеальную визуализацию анатомических ориентиров и моторной реакции на стимуляцию нерва.
 6. Использование **бактериальных фильтров** оправданно при установке катетера на длительное время, но их полезность при кратковременном использовании катетера не доказана.

II. Шприцы

Хотя шприцы в основном рассматриваются как инструмент доставки местного анестетика, их характеристики важны.

- А. Сопротивление между цилиндром и поршнем критически важно** при использовании методики «потери сопротивления» для идентификации эпидурального пространства. Стекланные шприцы были лучше большинства пластиковых, обеспечивая свободное продвижение поршня. Новые технологии привели к созданию пластиковой продукции с низким трением, но в основном одноразовая продукция полагается на уплотнители, обеспечивающие герметичность, что дает плотное сопротивление движению

и будет скрывать изменения сопротивления инъекции по мере продвижения иглы. Недостаток **стеклянных шприцев** в том, что небольшое количество талька со стерильных перчаток может стать причиной прилипания поршня к цилиндру, но в основном эти шприцы обеспечивают лучшее ощущение сопротивления.

Б. На выполнении процедуры сказывается **размер шприца**.

1. **Самые маленькие шприцы (1 мл) обеспечивают самую высокую точность измерения**, которая требуется при добавлении адреналина к раствору местного анестетика. Шприцы маленького диаметра (3—5 мл) улучшают ощущение сопротивления во время эпидурального введения, но не практичны для введения больших объемов.
2. Для инъекции **наиболее комфортно помещается в руке шприц объемом 10 мл**; шприцы больших размеров обычно тяжелы и громоздки, и для хорошего контроля работать с ними обычно приходится двумя руками. Они не дают возможности тонкого контроля, необходимого при локализации нервов. **Отсоединение и повторное присоединение** иглы с большими шприцами также может быть затруднительным, если одна рука занята фиксацией иглы на нерве. Большие шприцы добавляют вес и повышают вероятность ненужного продвижения иглы. 10-мл **шприц представляется практичным компромиссом**. Частые повторные наполнения шприца неудобны, но использование 10 мл шприца ограничивает количество вводимого за один раз, и, таким образом, побуждает вводить большие объемы местного анестетика дробно.
3. При использовании шприца большего размера (20 или 30 мл) желательно избегать непосредственного присоединения иглы, лучше использовать для этого короткую **гибкую внутривенную трубку** в качестве коннектора. Это позволяет точнее контролировать иглу, но может потребоваться ассистент для осуществления аспирации и введения из шприца.

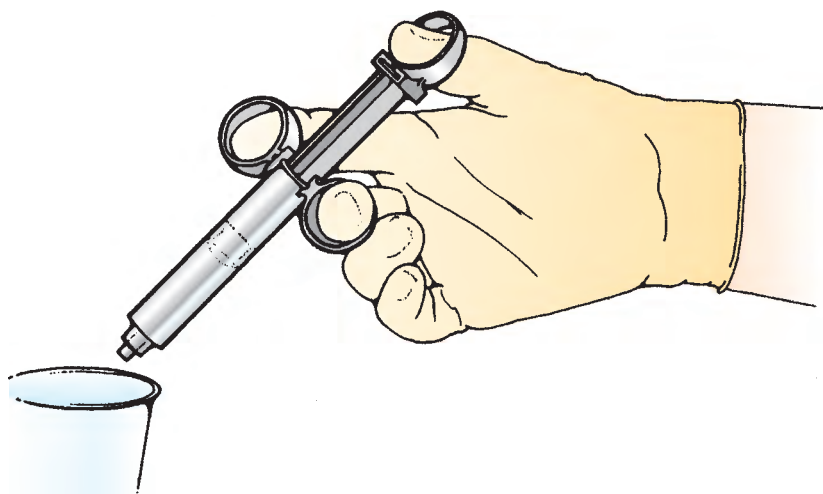


Рис. 5.1. Шприц с тремя кольцами («контролируемый»). Такая адаптация поршня стандартного шприца на 10 мл позволяет значительно лучше контролировать введение и дает возможность повторно наполнять шприца одной рукой

4. **Адаптер с тремя кольцами** ползет в шприце на 10 мл (для контроля шприца, рис. 5.1). Позволяет значительно лучше контролировать введение раствора, а также наполнять шприц самому оператору одной рукой, фиксируя другой рукой введенную иглу. Такие адаптеры есть как для пластиковых, так и для стеклянных шприцев.
5. Соединение с павильоном иглы усложняет фиксацию иглы. **Адаптер Люер-Локк**, который плотно навинчивается на соединительный павильон иглы, не требует усилия притирки для создания герметичности и, таким образом, с меньшей вероятностью вызовет нежелательное движение иглы при присоединении шприца. Такой вид соединения также снижает вероятность подтекания при инъекции. Плотное соединение принципиально важно при использовании потери сопротивления для идентификации эпидурального пространства.
6. Таким образом, в **идеальную укладку** должны входить шприцы Люер-Локк объемом 1, 3 и 10 мл, адаптер с тремя кольцами для последнего, стеклянный шприц для локализации эпидурального пространства.

III. Иглы

Хотя местную инфильтрацию можно выполнить почти любой иглой, специальные усовершенствования могут повысить успешность регионарных методик.

А. Иглы для регионарных блокад

1. Блокады периферических нервов чаще всего выполняют специальными иглами, приспособленными для **использования с нейростимулятором** (см. далее). Обычно это иглы размером приблизительно 22 G, со специально адаптированным Люер-Лок павильоном или боковым удлинителем, включающим коннектор для присоединения провода длиной от 20 до 40 см к негативному электроду нейростимулятора (рис. 5.2). Иглы также **покрывают** изолирующим материалом для того, чтобы сконцентрировать электрический ток на кончике, который чаще всего имеет **короткий срез**. Считается, что повреждение нерва менее вероятно при коротком срезе иглы (16 против 12) (рис. 5.2). Короткий срез иглы может затруднять ее продвижение. Доступны большие (19 G) изолированные иглы для стимуляции с изогнутым кончиком, позволяющим вводить катетер.
2. Регионарную анестезию можно выполнить обычными иглами без покрытия с использованием методики парестезии или локализации по другим ориентирам. Используемый размер является **компромиссом между простотой инъекции и вызываемым дискомфортом**. Иглы меньшего размера (25—32 G) лучше всего подходят для инфильтрации кожи, так как вызывают наименьший дискомфорт. Размер 23 G подходит для **поверхностных блокад**, таких как подмышечная или межреберная у худых пациентов. Для любого более глубокого введения обычно нужны иглы большего размера с более жестким телом. Для **большинства регионарных методик нужны иглы 22 G длиной 38—50 мм**. Для **глубоких блокад**, таких как блокада чревного сплетения, где желательна возможность аспирации, используют иглы 20 G длиной от 127 до 152 мм.

Б. Спинальные иглы

1. Спинальные иглы должны быть **длиннее** (90—127 мм) и обычно снабжены **стиллетом** для предупреждения окклюзии просвета элементами кожи и подкожных тканей до прокола твердой мозговой оболочки. Со времени введения в практику иглы Квинке (острый срез), был предложен ряд **вариантов среза**, большинство из которых названы по имени автора (рис. 5.3). **Закругленные** кончики Green и Whitacre созданы для **меньшей травматизации** собственно твердой мозговой оболочки, так как очевидно раздвигают и расщепляют продольные волокна — но не режут их, способствуя таким образом более быстрому заживлению отверстия в твердой мозговой оболочке. Опыт применения игл с круглым кончиком и боковым отверстием (особенно Sprotte и Whitacre) показал впечатляющее **снижение частоты головной боли после пункции твердой мозговой оболочки**.

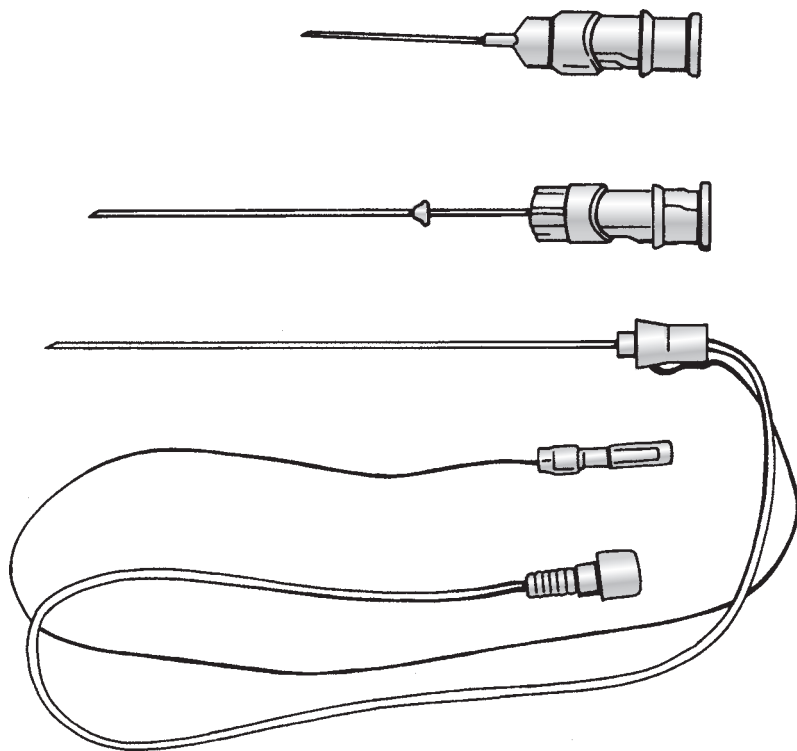


Рис. 5.2. Иглы для регионарной анестезии. Для поверхностных блокад, таких как подмышечная, короткие иглы 25 G с более коротким углом среза (по сравнению со стандартной точечной иглой типа Квинке) очень эффективны (*вверху*). Для более глубоких инъекций более длинные иглы могут быть оснащены «бусинкой безопасности» на их корпусе для предупреждения потери иглы в подкожных тканях в случае отделения ее от павильона (*в середине*). Иглы, используемые для блокад периферических нервов со стимуляцией (*внизу*), включают прямое прикрепление коннектора для стимулятора нерва и короткой трубки для инъекционного шприца. Эта трубка служит для того, чтобы вес шприца не влиял на положение павильона иглы, что облегчает контроль за шприцом

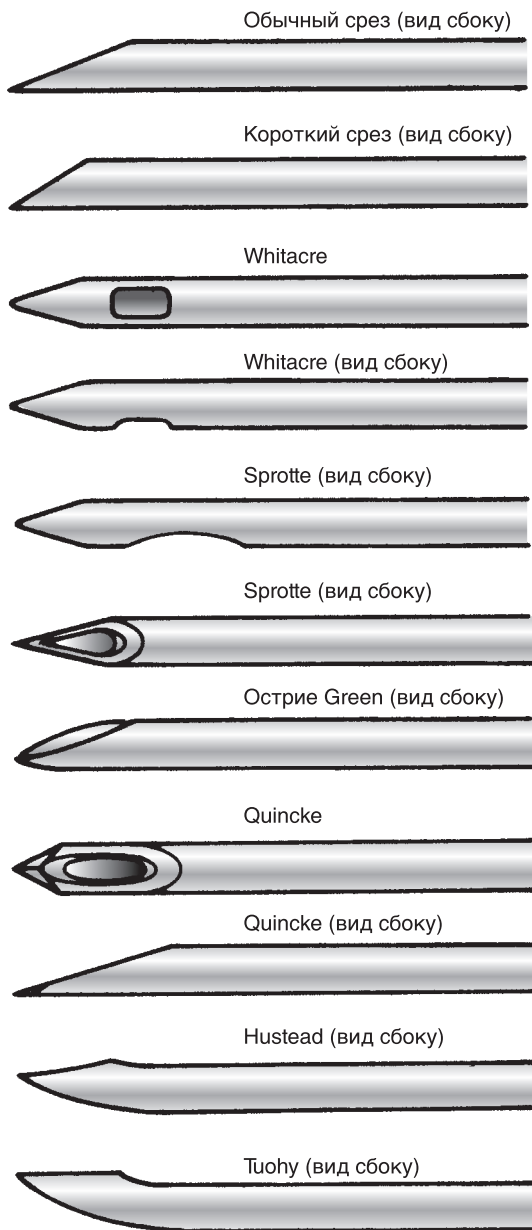


Рис. 5.3. Срезы стандартных игл для регионарной анестезии

2. Размер спинальной иглы также важен с точки зрения вероятности головной боли, хотя не настолько, как тип иглы (см. гл. 6). **Иглы меньшего размера делают меньшие отверстия с меньшей утечкой спинномозговой жидкости, но их труднее вводить и из них сложнее аспирировать. Иглы размером 25 G с круглым кончиком выбирают чаще всего как разумный компромисс.**

В. Эпидуральные иглы

1. Эпидуральные иглы больше по размеру, что позволяет лучше **ощутить потерю сопротивления и вводить катетеры**. Тонкостенная игла 18 G — самая маленькая, через которую можно провести катетер 20 G, обычно для установки катетеров используют иглы 16 или 17 G. Игла 19 G подходит для однократной инъекции. С иглой 22 G ощущать потерю сопротивления через такое узкое отверстие становится проблемой.
 2. Традиционную иглу с **кончиком Квинке** можно использовать для методики однократной инъекции, хотя некоторые анестезиологи предпочитают для эпидуральной или каудальной анестезии иглу **Кроуфорда**, более тупую, с коротким срезом. Игла **Туохи** с изогнутым кончиком была предложена для облегчения проведения катетера. **Hustead** модифицировал эту иглу, слегка уменьшив угол среза в надежде снизить вероятность срезания катетера во время проведения (рис. 5.3). Угол обоих этих срезов может позволить лучше направлять катетер в эпидуральный канал по основной оси, но увеличенная кривизна и смещенная центровка кончика от оси корпуса иглы также повышают вероятность **отклонения от правильного пути** во время введения. Более длинный срез создает вероятность того, что кончик иглы может «сообщить» о потере сопротивления еще до того, как весь просвет среза пройдет через желтую связку. Иногда, после первичной пенетрации связки такими иглами, их нужно ввести на дополнительные 2—3 мм, прежде чем начать вводить катетер. Большинство производителей наносят **маркировку** на корпус этих игл через 1 см, что помогает точнее определить глубину их продвижения.
 3. Иглы Туохи выпускает также с дополнительным каналом и отверстиями на конце для упрощения одновременного введения спинальной иглы при **комбинированной спинально-эпидуральной (КСЭ) анестезии** [2].
 4. Павильоны эпидуральных игл в некоторых случаях снабжены «*крыльшками*», облегчающими контроль глубины введения, особенно на торакальных уровнях (рис. 5.4).
- Г. При спинальной и эпидуральной анестезии иногда используют **интродьюсеры**, — короткие, острые иглы большого диаметра. При спинальной анестезии их можно вводить через кожу в межкостистую связку. Интродью-

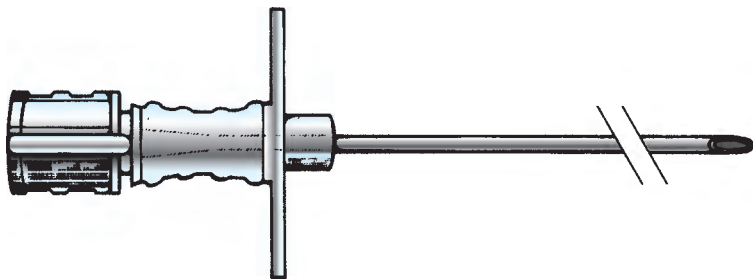


Рис. 5.4. Крыловидные адаптеры на павильоне иглы. Фланцы, прикрепленные к павильону стандартной эпидуральной иглы, позволяют лучше контролировать продвижение кончика иглы, когда фланцы зажаты между большим и указательным пальцами, в то время как остальные пальцы упираются в кожу и контролируют глубину введения. Есть несколько модификаций таких фланцев

серы создают жесткий путь для более гибких спинальных игл меньшего диаметра. Их дополнительное преимущество в том, что они позволяют кончику спинальной иглы **избежать контакта с кожей**, а следовательно, и риска контаминации раствором, которым обработана кожа, или остатками бактериальной флоры кожи. При эпидуральной анестезии отверстие в коже, сделанное этими иглами, снижает сопротивление введению эпидуральной иглы и позволяет лучше ощутить собственно связку.

IV. Катетеры

- А. Существует множество катетеров, которые вводят через иглы и используют для эпидуральной блокады или блокад периферических нервов.
1. **Основные катетеры** отличаются в первую очередь конструктивными материалами, обеспечивающими различие качественных характеристик. Более современные катетеры из **нейлона, полиамида или поливинила** предлагают **компромисс между гибкостью (повышен риск перегиба) и жесткостью (повышен риск пункции твердой мозговой оболочки или вен)**, и адекватный баланс зависит от персонального выбора среди множества доступных вариантов.
 2. Еще одно свойство эпидуральных катетеров — наличие **боковых инъекционных портов** проксимальнее слепо заканчивающегося мягкого кончика. Это может снизить вероятность прокола твердой мозговой оболочки, а наличие нескольких отверстий снижает вероятность окклюзии всего катетера при блокаде тканями или сгустками крови одного отверстия. Однако при наличии нескольких отверстий в случае прокола твердой мозговой оболочки или вены, в вене или субарахноидальном пространстве может оказаться только одно отверстие, результат тест-дозы будет ненадежным и осложнение может остаться не распознанным. По этой причине многие анестезиологи предпочитают катетер с одним портом. С другой стороны, аспирация с большей вероятностью окажется эффективным тестом при наличии в катетере нескольких отверстий.
 3. **Отметки** через каждые 1 или 5 см на протяжении первых 20 см катетера помогают правильно определить глубину введения. Рентгеноконтрастные отметки на катетере полезны для документирования положения длительно (хронически) стоящего катетера или катетера для введения нейролитических препаратов. Выбор катетера на основании любого из этих свойств — предмет личного предпочтения и опыта.
 4. **Армированные проволокой усиленные гибкие** катетеры сочетают идеальные свойства легкого введения, минимальной травматизации и низкого риска окклюзии или смещения. Если катетер предполагается оставить на несколько дней для послеоперационной анальгезии, такой катетер будет адаптироваться к движениям пациента и **вероятность его смещения будет низкой**.
 5. В наиболее сложных версиях катетеров для длительного использования добавлен **стимулирующий провод к кончику** катетера для длительной блокады периферического нерва. Использование таких катетеров позволяет постоянно идентифицировать нерв по мере продвижения

катетера и может повысить вероятность эффективной локализации кончика после полного введения [4], но стоят они дороже.

- Б.** **Адаптеры** нужны для присоединения шприца к катетеру. В адаптерах типа **Туохи-Борст навинчивание одного фитинга на другой** обжимает резиновый уплотнитель вокруг катетера и удерживает его на месте. Коннекторов **доступно так же много, как и катетеров**, и их выбор обусловлен персональным предпочтением, основанным на цене, надежности и простоте применения. Все коннекторы должны иметь **адаптер Люер-Лок** для соединения со шприцем и колпачок для сохранения стерильности фитинга между инъекциями. Все катетеры, используемые для повторных инъекций в хирургических отделениях, должны быть отчетливо промаркированы как эпидуральный или периферический катетеры, идеально — цветными этикетками, для предупреждения ошибочного введения внутривенных препаратов.
- В.** Эпидуральные катетеры можно вводить в **субарахноидальное пространство**, хотя иглы большего размера, используемые для стандартных катетеров, могут повысить риск головной боли. Одно время для смягчения этой проблемы применяли маленькие микрокатетеры (27 G или менее), устанавливаемые через иглы меньшего размера. К сожалению, проблемы с нейротоксичностью (см. гл. 3) привели к их изъятию с рынка.

V. Устройства для инфузии

За последние 10 лет анестезиологи стали все активнее применять для послеоперационной анальгезии методики длительных регионарных блокад (см. гл. 23). Для подачи местного анестетика или смеси местного анестетика с опиоидом существует несколько вариантов устройств для постоянной инфузии [5].

- А.** Для внутригоспитального применения есть **небольшие насосы с электроприводом**. Кроме постоянной инфузии они имеют опцию **контроля подачи пациентом**, которая позволяет пациенту самому добавлять дозу тогда, когда в ней появляется повышенная необходимость. Такие устройства **программируют индивидуально**, и они демонстрируют высокую степень гибкости. Обычно в них есть **запертая камера** собственно для инфузии, поскольку применение в таких ситуациях опиоидов типично. Важно, что такие устройства имеют потенциал для постоянной инфузии, а равно и «запрещенный» интервал, для предупреждения избыточного дозирования самим пациентом. **Механические поломки таких устройств случаются редко**, и они высокоэффективны для послеоперационной анальгезии в госпитальных условиях.
- Б.** Применение постоянных катетеров для **блокад периферических нервов** также выигрывает при подключении устройств для постоянной инфузии. Доступны несколько вариантов.

- 1.** Самый простой — **эластомерные** груши, содержащие фиксированное количество местного анестетика под постоянным давлением, который подается с фиксированной скоростью через потоковый клапан, соединенный с катетером. Эти помпы могут обеспечивать постоянную инфузию от 24 до 48 ч для анальгезии плечевого сплетения и нижних конечностей. Ограниченность этих помп — в фиксированности

подаваемого объема, хотя более современные устройства оснащены возможностью вводить болюсы.

2. **Пружинные механические помпы** по простоте устройства похожи на вышеупомянутые груши. Принцип их действия в том же постоянном напряжении, подающем раствор, и они так же оснащены возможностью вводить болюсы.
3. Небольшие **программируемые механические помпы, работающие от батареек**, имеют те же опции, что и у госпитальных инфузионных устройств; т. е. они могут подавать как постоянную инфузию, так и дополнительные болюсы дробно по запросу пациента. Механические проблемы случаются редко, и эти устройства полезны для длительной послеоперационной анальгезии как у госпитализированных, так и у амбулаторных пациентов.

VI. Локализация нерва

Хотя множество блокад можно выполнить при помощи простой инъекции по легко идентифицируемым ориентирам (подкожный нерв колена, периваскулярный подмышечный блок), более глубокие инъекции требуют подтверждения локализации нерва. Исторически основным методом служило получение парестезии. Последние достижения позволяют идентифицировать нерв проще, с меньшей вероятностью непреднамеренного повреждения нерва.

А. Нейростимуляторы. Стимуляторы периферических нервов подают **пульсирующий электрический ток на кончик поисковой иглы** (рис. 5.5.). Как только игла подходит к нерву, происходит деполяризация. **Наиболее легко деполяризуются эфферентные моторные нервы (Аα волокна)** — периферические смешанные нервы скорее идентифицируются по мышечному сокращению, чем по неприятной сенсорной парестезии.

1. Степень стимуляции зависит от общего тока (сила тока в амперах) и (вероятно) расстояния от источника тока до нерва. Этот принцип привел к разработке нейростимуляторов с изменяемым выходом. **Высокий ток (приблизительно 1—2 мА)** можно использовать для идентификации доступа к нерву. Постепенно уменьшая ток, можно документировать нарастающую близость нерва. На практике 2 мА будут вызывать деполяризацию моторного нерва на расстоянии. По мере приближения иглы к нерву, **ток меньшей силы (0,5—0,6 мА) скажет об адекватной близости нерва.** Недавние исследования, рассматривающие взаимоотношение тока и расстояния до нерва, поставили под вопрос факт наличия в этом какой-либо корреляции. Специфично то, что прямой контакт игл с нервом (основываясь на парестезии) может потребовать для реакции тока от 0,1 и даже более 1 мА, в связи с чем релевантность финального стимулирующего тока неясна [6, 7]. Текущая практика дает основания полагать, что **ток от 0,5 мА идеален**, но адекватную анестезию вызывают токи как менее, так и более высокие, и нет доказательств того, что риск повреждения нерва более низким током выше.
2. **Характеристики стимулирующего** тока для получения сенсорного ответа также можно модифицировать. Обычно применяемый импульс **корот-**

кой длительности (0,1 мс) эффективен для стимуляции моторных волокон, но импульс большей длительности тоже будет стимулировать сенсорные волокна, что полезно, когда речь идет о чисто сенсорном нерве.

3. Идеальный нейростимулятор имеет **вариабельный линейный выход** с четким дисплеем подаваемого тока. Положительный (красный, заземляющий) электрод прикрепляют к коже. Отрицательный (черный, катод) электрод прикреплен к поисковой игле. Это можно сделать при помощи прищепки-«аллигатора», но чаще применяются коммер-

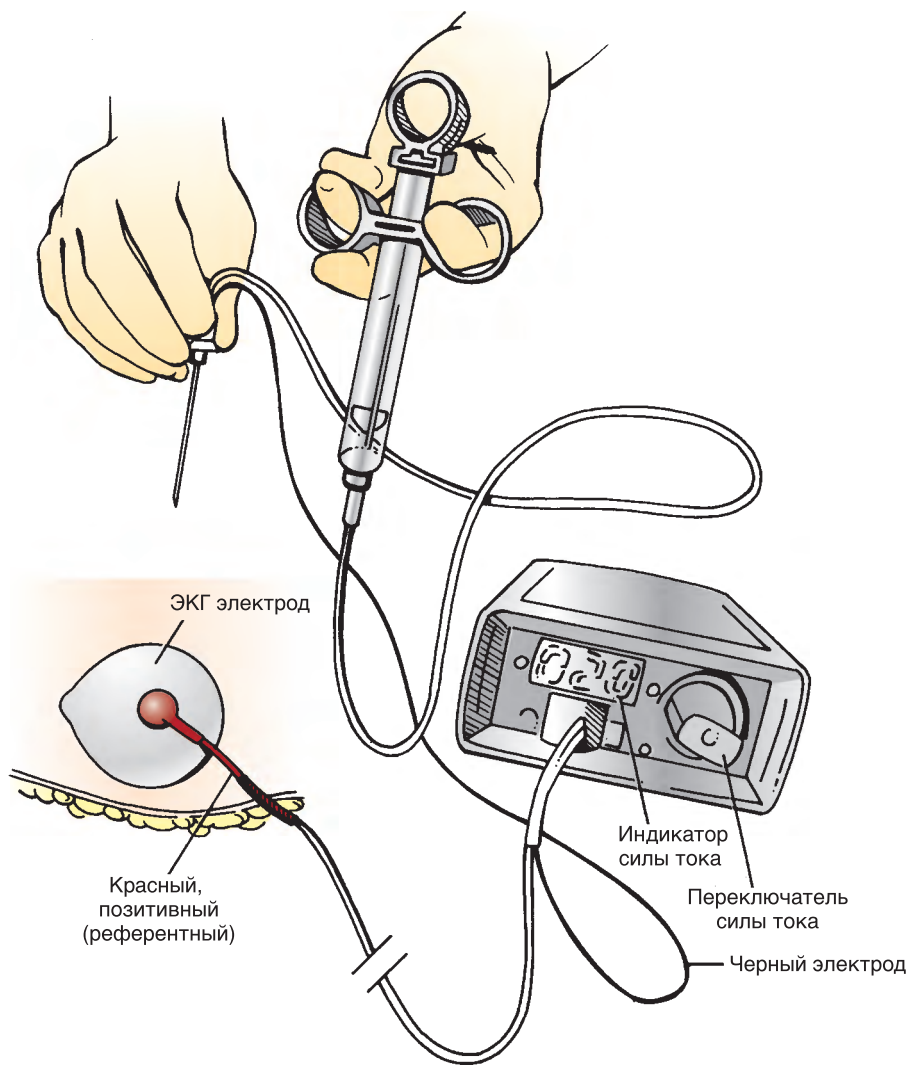


Рис. 5.5. Стимулятор нерва, подключенный к игле для регионарной блокады. Негативный (черный) электрод соединен с поисковой иглой, позитивный (красный) соединен с референтным электрокардиографическим электродом, который служит «заземлением». Стимулятор устанавливают на подачу тока 1–2 мА для определения нерва. Ток уменьшается по мере приближения иглы к нерву. Моторная стимуляция при токе 0,5 мА или менее означает, что игла расположена непосредственно на нерве

чески доступные иглы с покрытием и встроенными электрическими коннекторами.

4. **Электроизолированные** (с тефлоновой оболочкой) **иглы** концентрируют больше тока на своем кончике, что повышает точность идентификации. Покрытые иглы дороже, но все же это лучший выбор.
 5. **Нейростимуляторы не подменяют знания анатомии и не отменяют необходимость правильно расположить иглу с самого начала.** Они только помогают документировать близость иглы к нерву, когда она уже недалеко. Нейростимулятор не поможет найти нерв новичку, слабо знающему анатомию. Хотя есть мнение, что их использование может снизить потенциал повреждения нерва, но исследований, подтверждающих увеличение диапазона безопасности за счет применения нейростимуляторов нет, а повреждения нервов встречаются и при их использовании [8]. Стимуляторы полезны для обучающихся резидентов при применении у пациентов, получивших мощную премедикацию. Они особенно важны в педиатрии, где блокады обычно выполняют седатированным или анестезированным пациентам, и у пациентов в состоянии оглушения или не контактных, которым моторная стимуляция может быть нужна для идентификации взамен парестезии. Но использование нейростимулятора не исключает риск повреждения нерва, когда блокаду выполняют взрослому без сознания [9].
 6. Еще одна проблема в том, что для работы со стимулятором нужно **два человека** — один в стерильных перчатках работает иглой, второй — управляет стимулятором, хотя появились новые модели с управлением через ножную педаль.
- Б. Ультразвук.** Применение чрескожного ультразвука — самое новое явление в методиках локализации нерва [10, 11]. Использование отражения высокочастотных звуковых волн дает в режиме реального времени изображение периферического нерва и распределения вводимого местного анестетика [12, 13].
1. **Ультразвуковые волны** (с частотой выше 20 МГц) генерируются при прохождении переменного электротока через пьезоэлектрические кристаллы. Они **абсорбируются** тканями или **отражаются** назад, к ультразвуковому датчику при столкновении со структурами разной плотности. Степень, с которой отражаются или абсорбируются ультразвуковые волны, определяет интенсивность сигнала в черно-белом изображении. Ткани, через которые звуковые волны проходят легко (вода, кровь, воздух), будут выглядеть **темными зонами** («**гипоэхогенными**»). Ткани, жестко отражающие волны (кости, сухожилия и нервы), генерируют сигнал большей интенсивности и будут выглядеть белыми или «**гиперэхогенными**». Возвращенные волны принимает головка трансдюцера, программное обеспечение прибора усиливает и рассчитывает **глубину** эха и компенсирует потери энергии сигнала за счет расстояния («затухание»). Таким образом получается более отчетливое изображение сосудов и нервов, даже в глубине. Правильная установка датчика, соответствующий угол и частота могут обеспечить прекрасную визуализацию нерва и сосудистых структур (рис. 5.6). Металлические иглы, особенно маркированные, также легко идентифицируются, если лежат прямо в отражаемой плоскости ультразвукового датчика.

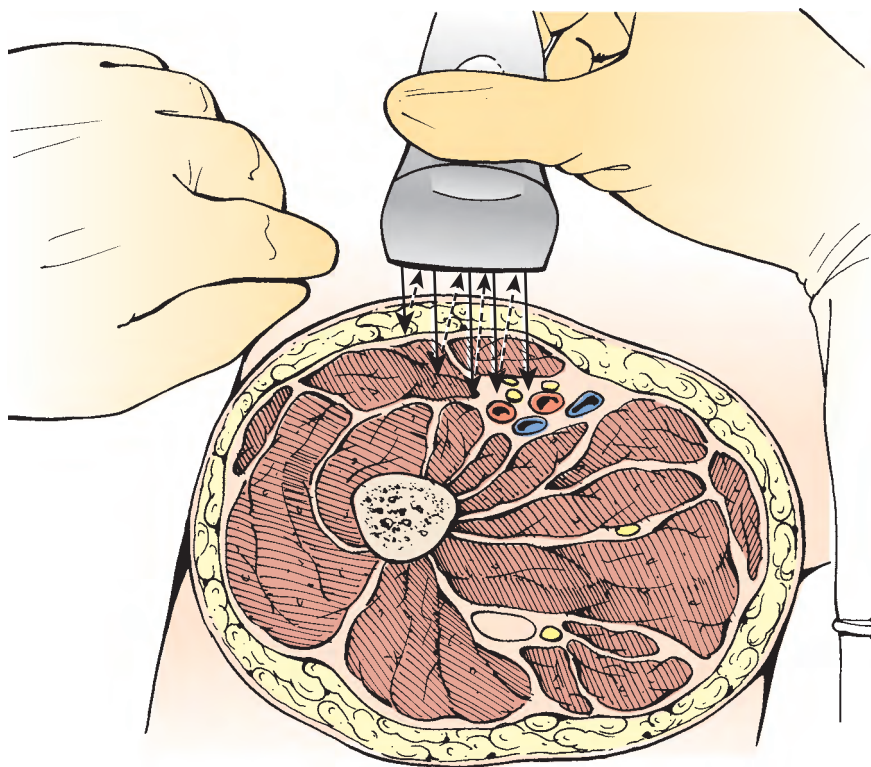


Рис. 5.6. Взаимоотношения датчика, волн и иглы для блокады нерва. Звуковые волны, проходящие через ткани, отражаются от границ раздела тканей и их записывает датчик. В узком луче датчика металлические иглы легко визуализируются

2. **Качество изображений связано с частотой звуковой волны**, соответственно **самые высокие частоты (10—15 МГц) дают самое лучшее разрешение**, но ценой **ограничения глубины проникновения** (максимум 3—4 см). Тем не менее правильную частоту, фокус и угол установки датчика можно подбирать, добиваясь визуализации даже очень глубоко пролегающих периферических нервов, таких как седалищный нерв и подключичное плечевое сплетение. Производители ультразвуковой техники недавно сконцентрировали свое внимание на улучшении идентификации периферических нервов за счет совершенствования как самих устройств, так и их программного обеспечения, включая изображение и датчики, работающие на множестве частот и нескольких волнах, что позволяет «компоновать» исходные картинки. Эти инновации обеспечивают все более высокое качество визуализации нервов.
3. Существует несколько типов датчика.
 - а. **Линейные датчики** шириной 4 см (1,6 дюйма) обеспечивают наилучшую визуализацию неглубоких нервов и идеально подходят для отслеживания продвижения иглы «в плоскости».
 - б. **Узкие плоские датчики** шириной 1,5 см (0,7 дюйма) могут быть удобнее в **ограниченных пространствах**, таких как надключичная

ямка и позволяют избежать потери сигнала при утрате контакта датчика с кожей.

- в. Изогнутые датчики** обычно генерируют **более низкие частоты** и лучше всего подходят для широкого обзора **более глубоких структур**, таких как седалищный нерв в подъягодичной области. Для всех типов датчиков одинаково важно применение геля как внутри, так и снаружи защитной стерильной пластиковой оболочки.
4. С практической точки зрения нервы можно визуализировать либо в **поперечном срезе (короткая ось)**, когда датчик установлен перпендикулярно ходу нерва, либо **продольно (длинная ось)**, когда он установлен параллельно ходу нерва (рис. 5.7). В целом, в зависимости от угла датчика, короткая ось дает изображение трубчатой структуры с темным (гипоэхогенным) центром или серии таких трубчатых структур в пределах периферического нерва, в отличие от изображения нерва по длинной оси, которое часто выглядит ярче и гиперэхогенно. При обоих вариантах инъецирующую иглу можно вводить **перпендикулярно плоскости датчика («вне плоскости»)** или **параллельно лучу самого датчика («в плоскости»)**, таким образом можно легко визуализировать длину иглы и ее точную глубину. Инъекции «вне плоскости» требуют более длительного подбора угла трансдюцера или небольших тестовых инъекций местного анестетика, помогающих идентифицировать кончик иглы. Инъекции «в плоскости» несколько труднее, поскольку необходимо постоянное внимание к положению тела иглы в узком луче трансдюцера, но они позволяют визуализировать распространение местного анестетика вокруг нерва, когда их применяют в сочетании с поперечным (короткая ось) доступом к нерву. Обе методики хороши и успешно используются, кроме того, для установки иглы с последующим введением через нее постоянного катетера.

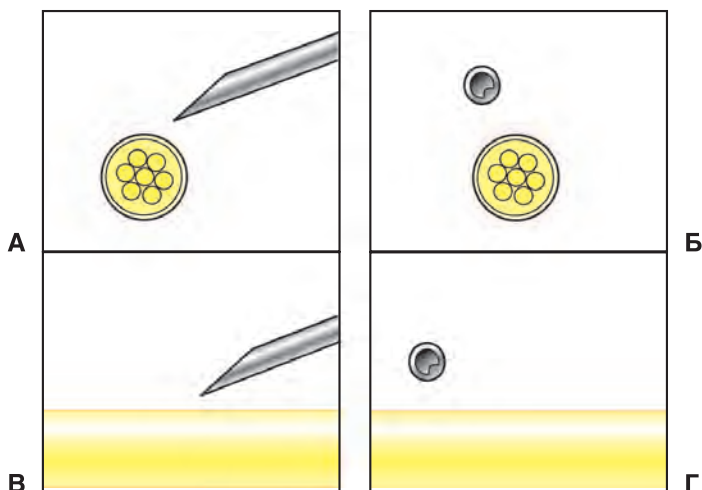


Рис. 5.7. Различные углы визуализации нерва и иглы. А: Поперечное сечение нерва (короткая ось) и игла вне плоскости. Б: Нерв по короткой оси, игла «в плоскости». В: Продольный вид нерва (длинная ось), игла вне плоскости. Г: Нерв по длинной оси, игла в плоскости

5. Еще одна важная особенность ультразвукового исследования — это возможность **определять скорость потока**, обычно в виде цветных доплеровских изображений крови в сосудах или камерах сердца, что необходимо для локализации кровеносного сосуда. Это свойство также можно использовать для подтверждения тока анестетика из катетера или кончика иглы.
6. Сравнительные исследования показали, что в опытных руках ультразвуковая локализация происходит **быстрее и надежнее**, чем другие методики, даже у новичков [14—16]. Время идентификации нерва сокращается, необходимый объем местного анестетика, по-видимому, тоже сокращается и его действие начинается скорее. В некоторых серийных исследованиях надежность такого способа также была выше. Вопрос о снижении при этой методике риска повреждения нерва пока не решен.
7. Существует несомненная *«кривая обучения»*, связанная с этой новой методикой, также играет роль высокая стоимость современных аппаратов. Оборудование громоздко (по сравнению с нейростимулятором) и для максимальной эффективности его использования требуется регулировка освещения помещения. Расширение применения ультразвука при установке центральных катетеров и диагностике хирургических болезней, тем не менее, может сделать эту аппаратуру более доступной во многих обстоятельствах. Преимущества этой методики и растущие качество и экономичность оборудования могут способствовать преодолению этих препятствий.
8. Несмотря на энтузиазм многих сторонников, ультразвуковое наведение, как и нейростимуляция, все-таки требует от оператора **базовых знаний анатомии** и предположительной локализации нерва. Оператор, пользующийся ультразвуком, должен выучить наиболее легко различимые гиперэхогенные (кости, ключицу, поперечные отростки) и гипоэхогенные (вены и артерии) анатомические ориентиры, которые помогут локализовать нерв самостоятельно. Поскольку на ультразвуковой картинке нервы и сухожилия часто похожи, знание анатомии, особенно топографической, остается чрезвычайно важным. При соответствующей настройке ультразвуковое наведение поможет быстро и надежно идентифицировать нервные структуры. Оно особенно полезно для идентификации вариантов анатомических распределений. В связи с гиперэхогенной природой костей, окружающих спинной мозг, ультразвуковые методики для нейроаксиальных блокад менее ценны [17]. Их будущее в анестезиологии все еще неясно, но первый опыт дает основания думать о позитивной роли для блокад периферических нервов и установки периферических катетеров [18]. Эта методика особенно полезна у педиатрических пациентов, где глубокую седацию или общую анестезию часто используют для упрощения выполнения блокад нервов, и прямая визуализация инъекции местного анестетика облегчает процесс.

Каждая из глав этого руководства описывает надлежащие доступы и изображения полученные при ультразвуковых исследованиях при блокадах периферических нервов.

Литература

1. Hebl JR. The importance and implications of aseptic techniques during regional anesthesia. *Reg Anesth Pain Med* 2006;31:311—323.
2. Birnbach DJ, Stein DJ, Murray O, *et al.* Povidone iodine and skin disinfection before initiation of epidural anesthesia. *Anesthesiology* 1998;88:668.
3. Norris MC, Fogel ST, Dalman H, *et al.* Labor epidural analgesia without an intravascular «test dose.» *Anesthesiology* 1998;88:1495—1501.
4. Salinas FV, Neal JM, Sueda LA, *et al.* Prospective comparison of continuous femoral nerve block with nonstimulating catheter placement versus stimulating catheter-guided perineural placement in volunteers. *Reg Anesth Pain Med* 2004;29:212—220.
5. Ilfeld BM, Morey TE, Enneking FK. Portable infusion pumps used for continuous regional analgesia: delivery rate accuracy and consistency. *Reg Anesth Pain Med* 2003;28:424—432.
6. Choyce A, Chan VW, Middleton WJ, *et al.* What is the relationship between paresthesia and nerve stimulation for axillary brachial plexus block? *Reg Anesth Pain Med* 2001;26:100.
7. Urmev WF, Stanton J. Inability to consistently elicit a motor response following sensory paresthesia during interscalene block administration. *Anesthesiology* 2002;96:552—554.
8. Borgeat A, EkatoDRAMIS G, Kalberer F, *et al.* Acute and nonacute complications associated with interscalene block and shoulder surgery: a prospective study. *Anesthesiology* 2001;95:875.
9. Benumof JL. Permanent loss of cervical spinal cord function associated with interscalene block performed under general anesthesia. *Anesthesiology* 2000;93:1541.
10. Gray AT. Ultrasound-guided regional anesthesia: current state of the art. *Anesthesiology* 2006;104(2):368—373.
11. Marhofer P, Chan VW. Ultrasound-guided regional anesthesia: current concepts and future trends. *Anesth Analg* 2007;104:1265—1269.
12. Sites BD, Brull R, Chan VW, *et al.* Artifacts and pitfall errors associated with ultrasound-guided regional anesthesia. Part I: understanding the basic principles of ultrasound physics and machine operations. *Reg Anesth Pain Med* 2007;32:412—418.
13. Sites BD, Brull R, Chan VW, *et al.* Artifacts and pitfall errors associated with ultrasound-guided regional anesthesia. Part II: a pictorial approach to understanding and avoidance. *Reg Anesth Pain Med* 2007;32:419—433.
14. Williams SR, Chouinard P, Arcand G, *et al.* Ultrasound guidance speeds execution and improves the quality of supraclavicular block. *Anesth Analg* 2003;97:1518—1523.
15. Sites BD, Gallagher JD, Cravero J, *et al.* The learning curve associated with a simulated ultrasound-guided interventional task by inexperienced anesthesia residents. *Reg Anesth Pain Med* 2004;29:544—548.
16. Chan VW, Perlas A, McCartney CJ, *et al.* Ultrasound guidance improves success rate of axillary brachial plexus block. *Can J Anaesth* 2007;54:176—182.
17. Arzola C, Davies S, Rofaeel A, *et al.* Ultrasound using the transverse approach to the lumbar spine provides reliable landmarks for labor epidurals. *Anesth Analg* 2007;104:1188—1192.
18. Horlocker TT, Wedel DJ. Ultrasound-guided regional anesthesia: in search of the holy grail. *Anesth Analg* 2007;104:1009—1011.

Глава 6

Спинальная анестезия

Фрэнсис В. Салинас

I. Введение

Спинальная анестезия остается одним из **самых простых и наиболее эффективных** методов регионарной анестезии, доступных анестезиологу. Введение должным образом выбранного и дозированного местного анестетика в интратекальное (или субарахноидальное) пространство вызывает **быстро начинающую действовать основательную хирургическую анестезию, уровень успешности метода высокий**. Несмотря на относительную простоту метода, детальное знание функциональной анатомии спинного мозга, факторов, от которых зависит распределение местного анестетика в интратекальном пространстве (что в конечном итоге и определяет распространение и степень хирургической анестезии), равно как и факторов, от которых зависит длительность анестезии, критически важны для оптимизации успеха спинальной анестезии как у госпитализированных, так и у амбулаторных пациентов. И наконец, понимание физиологических эффектов и потенциальных осложнений спинальной анестезии является ключевым элементом обеспечения удовлетворенности и безопасности пациента.

II. Анатомия

Понимание функциональной анатомии спинальной анестезии обеспечивает основу не только для успешного осуществления методики, но и для понимания клинической оценки интратекального распространения местного анестетика. Таким образом, анестезиолог должен знать **поверхностные анатомические ориентиры** позвоночника и воссоздать в своем сознании трехмерную картину топографии **позвоночника** и поддерживающих связок, окружающих канал, содержащий **спинной мозг и нервы, с их мозговыми оболочками и спинномозговой жидкостью (СМЖ)**.

A. Позвоночник. Позвоночник состоит из 33 костных позвонков и пяти связок, обеспечивающих поддержку и защиту спинного мозга и спинальных нервов.

1. У человека 7 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и 4 копчиковых позвоночных сегмента (рис. 6.1). Типичный поясничный позвонок состоит из переднего тела позвонка и задних костных элементов (две дужки выступают сзади из тела позвонка и две уплощенные пластины соединяют их в дугу позвонка), которые вместе образуют **позвоночное отверстие** (рис. 6.2). Позвоночные отверстия соединенных позвонков образуют продольный спинальный канал, в котором находится спинной мозг. У соединенных пар дужек каждого позвонка есть характерные верхняя и нижняя вырезки, они образуют **межпозвонок-**

вые отверстия (рис. 6.2), через которые выходят из спинального канала пары сегментарных спинномозговых нервов. Пары **поперечных отростков** выступают сзади и сбоку из мест соединения дужек и пластин. Одиночные **остистые отростки** выступают кзади (и типично слегка вниз, таким образом перекрывая нижележащий позвонок) из задней части дуги позвонка по средней линии, где соединяются соседние пластины. Костные элементы создают места прикрепления мышц и связок.

2. Позвоночник удерживают и стабилизируют **пять связок** (рис. 6.3). **Надостистая связка** соединяет верхушки (кончики) остистых отростков от седьмого шейного позвонка до крестца. Межостистая связка соединяет соседние остистые отростки, прикрепляясь от корня до верхушки каждого остистого отростка, таким образом смешиваясь впереди с желтой связкой и сзади с надостистой связкой. Пластины соседних дуг позвонков соединены **плотной, клиновидной желтой связкой**, которая состоит главным образом из эластина. Желтая связка скрепляет

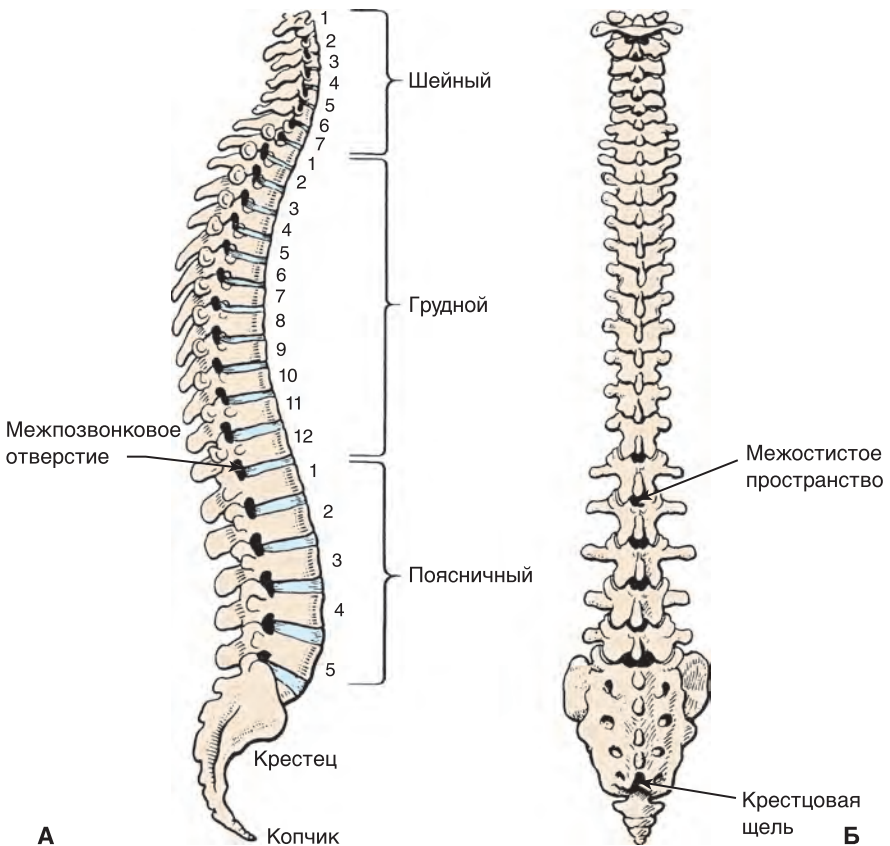
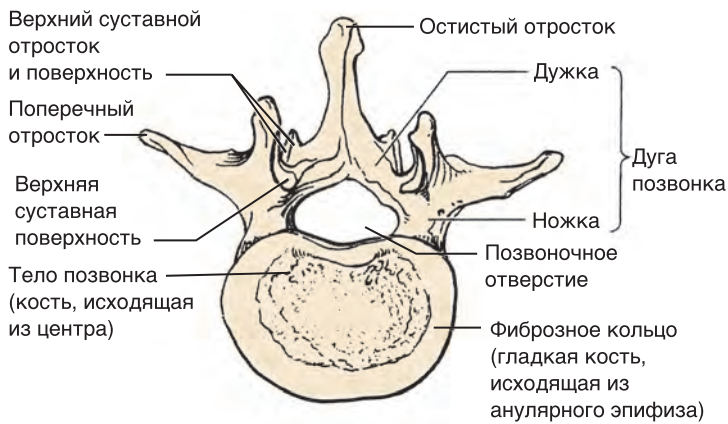


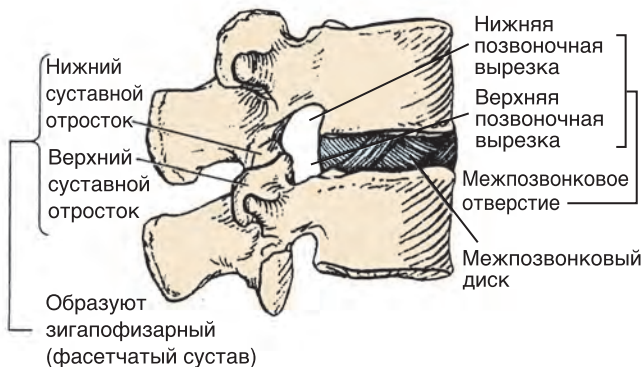
Рис. 6.1. Позвоночник, виды сбоку (А) и сзади (Б), иллюстрирующие шейный, грудной, поясничный, крестцовый и копчиковый сегменты. Обратите внимание на изгибы, межпозвонковые отверстия и межпластинчатые пространства. (С разрешения из: Cousins MJ, Bribenbaugh LD, eds. *Neural blockade in clinical anesthesia and management of pain*, 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1998:205.)

ет вместе пластины соседних позвонков, таким образом формируя **заднюю стенку спинального канала позвоночника**. Именно через эти задние сухожильные «отверстия» (межпластинчатое пространство) в спинальном канале спиальной иглой можно войти в субарахноидальное пространство. Вход в спинальный канал защищен плотной желтой связкой и остистыми отростками краниального поясничного позвонка на каждом уровне, наклон которых вниз защищает нижележащее пространство.

3. Позвоночник имеет **характерные изгибы в поясничном и грудном отделах** (рис. 6.4), которые в сочетании с положением пациента и барическими свойствами местного анестетика влияют на распространение последнего в субарахноидальном пространстве у пациента в горизонтальном положении лежа на спине. Растворы местного анестетика введенные



Вид сверху



Вид сбоку

Рис. 6.2. Типичный поясничный позвонок: вид сверху и сбоку переднего тела позвонка, элементов, формирующих дугу позвонка (парные ножки и дужки), и непарных остистых отростков, расположенных по средней линии. Обратите внимание на верхнюю и нижнюю позвоночные вырезки соседних ножек, которые образуют межпозвоночное отверстие. (Адаптировано из: Moor KL, Dalley AF. *Clinically oriented anatomy*, 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2006:480.)

на пиковой высоте поясничного переднего выгиба (поясничный лордоз), будет распространяться как каудально, так и краниально в разной степени, зависящей от баричности местного анестетика. Краниальное распределение гипербарических растворов ограничено средне-верхними торакальными дерматомами из-за скопления в грудном прогибе (торакальный кифоз).

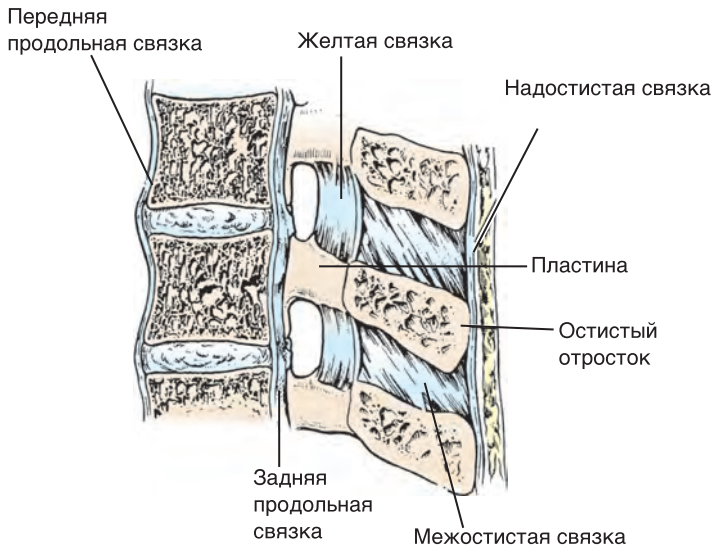


Рис. 6.3. Сагиттальный разрез позвоночника, иллюстрирующий поддерживающие связки и их прикрепление к костям. Межостистые связки соединяют соседние остистые отростки, а желтая связка соединяет соседние пластины. (Адаптировано из: Cousins MJ, Bribenbaugh LD, eds. *Neural blockade in clinical anesthesia and management of pain*, 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1998:205.)

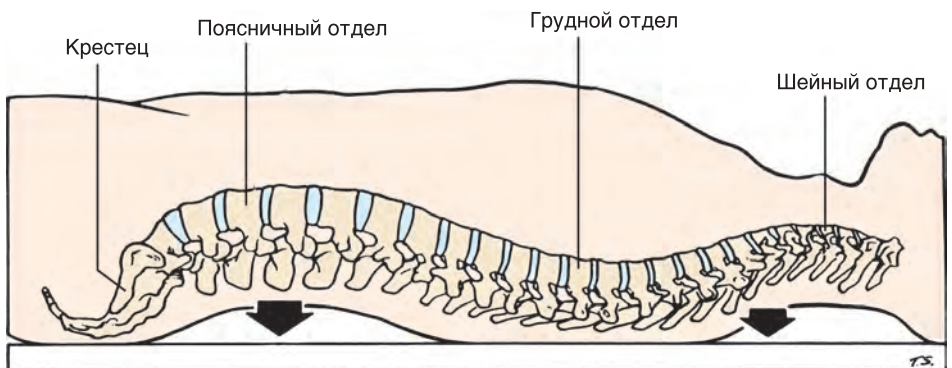


Рис. 6.4. Нормальные изгибы позвоночника в горизонтальном положении на спине. Гипербарические растворы, введенные в верхней точке поясничного лордоза, будут перераспределяться (согласно силе тяжести) в нижележащие крестцовый и грудной отделы. (Адаптировано из: Raj PP. *Handbook of regional anesthesia*. New York: Churchill Livingstone, 1985:225.)

Б. Менингеальные оболочки. Спинальные менингеальные оболочки состоят из **трех мембран** (*dura mater*, *arachnoid mater* и *pia mater*), которые вместе с СМЖ окружают, поддерживают и защищают спинной мозг и нервные корешки (рис. 6.5).

1. Твердая мозговая оболочка спинного мозга (*dura mater*) — наиболее наружная и наиболее толстая менингеальная оболочка, состоящая в первую очередь из коллагеновых волокон с включением волокон эластичных и основного вещества, анатомически скомпонованных так, что они легко проницаемы для лекарств [1]. Таким образом, твердая мозговая оболочка некорректно расценивалась как первый барьер диффузии эпидурально введенных лекарств в субарахноидальное пространство. Твердая мозговая оболочка образует **дуральный мешок**, который представляет собой длинную трубчатую оболочку внутри спинального канала от большого затылочного отверстия до нижнего края второго крестцового позвонка, где он сливается с терминальными волокнами. Твердая мозговая оболочка распространяется латерально вдоль корешков спинномозговых нервов, сливаясь с соединительной тканью эпинеургии спинномозговых нервов на уровне межпозвоночного отверстия.

2. Паутинная оболочка тесно прилежит к внутренней поверхности твердой мозговой оболочки и состоит из накладывающихся друг на друга слоев сложенных, похожих на эпителиальные, клеток, соединенных частыми плотными соединениями и окклюзирующими соединениями [2]. Паутинная оболочка значительно тоньше, чем твердая мозговая, но ее анатомическая организация вносит основной вклад в сопротивление диффузии препаратов через менингеальные оболочки спинного мозга.

3. Мягкая мозговая оболочка плотно покрывает поверхность спинного мозга и его корешков и имеет от трех до шести слоев клеток. Есть еще подлежащая субпиальная ткань, состоящая в основном из коллагена и отделяющая слой пиальных клеток от собственно нервной ткани. Исследование при помощи сканирующей электронной фотографии показало наличие фенестраций в пиальной поверхности спинного мозга и его корешков, что делает возможным прямой контакт с субарахноидальным пространством [3]. **Инtrateкальное (или субарахноидальное) пространство, лежащее между паутинной и мягкой оболочками**, является целевым компартментом для спинальной анестезии. Кроме того, корешки спинномозговых нервов и отростки пересекающие инtrateкальное пространство также доступны воздействию местного анестетика. Мягкая мозговая оболочка распространяется до кончика спинного мозга, где становится терминальным волокном, крепящим спинной мозг к крестцу.

В. Спинной мозг

1. Спинной мозг представляет собой **цилиндрическую структуру**, из которой выходит 31 пара спинномозговых нервов. Эти нервы исходят из сегментов спинного мозга, соответствующих межпозвоночному отверстию, через которые спинномозговые нервы выходят из спинального канала. Каждый сегмент спинного мозга дает начало паре **вентральных моторных корешков** и паре **дорсальных сенсорных корешков**, которые пересекают инtrateкальное пространство и твердую мозговую

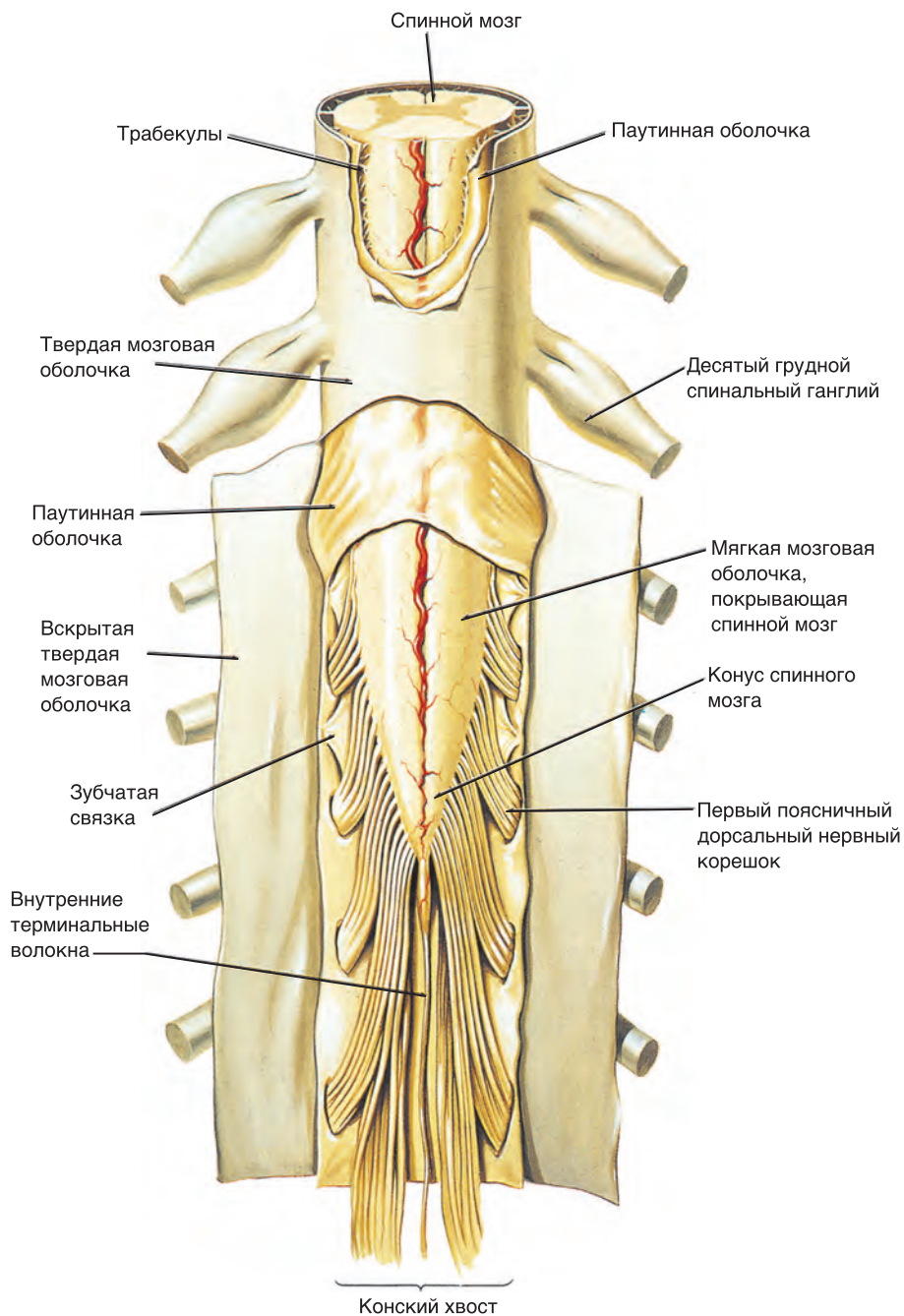


Рис. 6.5. Пояснично-крестцовый отдел спинного мозга и его оболочки (твердая, паутинная и мягкая). Обратите внимание на терминальную часть спинного мозга (конус спинного мозга) и нервные корешки нижнего поясничного и крестцового сегментов спинного мозга, из которых исходит конский хвост (Адаптировано из: Cousins MJ, Bribenbaugh LD, eds. *Neural blockade in clinical anesthesia and management of pain*, 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1998:209.)

- оболочку раздельно, объединяясь или сближаясь к межпозвоночному отверстию с формированием соответствующих пар смешанных спинномозговых нервов. Анатомические исследования показали, что, хотя дорсальные нервные корешки последовательно больше соответствующих вентральных нервных корешков, первые делятся на два или три раздельных пучка по мере выхода из спинного мозга, тогда как большинство вентральных нервных корешков идут одиночными пучками [4]. Кроме того, чем далее латерально уходят дорсальные нервные корешки, тем более они подразделяются на множество — от одного до десяти волокон прежде, чем дорсальный нервный корешок станет дорсальным корешковым ганглием [5]. Таким образом, более крупные, но типично многократно делящиеся дорсальные нервные корешки предлагают существенно большую поверхность, доступную для воздействия местного анестетика по сравнению с менее крупными, не делящимися вентральными нервными корешками. Такая анатомическая организация может отчасти объяснить относительно более быстрое и простое достижение сенсорной блокады, по сравнению с моторной.
2. Часть спинного мозга, дающая начало парным нервным корешкам и спинномозговым нервам, называется *сегмент спинного мозга*. Область кожи, снабжаемая данным спинномозговым нервом, и соответствующий этому нерву сегмент спинного мозга называются *дерматомом* (рис. 6.6.). Поскольку измерение концентрации в субарахноидальном пространстве нереально, а дерматомы можно рассматривать как сенсорные проекции сегментов спинного мозга, качественная оценка утраты афферентных сенсорных функций (таких как температура, ощущение укола и прикосновения) обеспечивают непрямую, но полезную клиническую оценку распространения местного анестетика в интратекальном пространстве, и, что важнее, оценку распространения хирургической анестезии.
 3. У взрослых **спинной мозг короче позвоночника**, и его каудальная часть (известная как конус медуллярис (рис. 6.5)) типично распространяется до **нижней трети тела первого поясничного позвонка**, но может быть расположена низко, достигая верхней трети третьего поясничного позвонка [6]. Таким образом, попытка спинальной анестезии на уровне межпозвоночного пространства L2–3 или выше может повысить риск механической травмы (спинальной иглой) у небольшого количества пациентов.
 4. Поскольку спинной мозг короче позвоночника, **нижние грудные, поясничные и крестцовые нервные корешки направляются вниз все круче**, что делает их протяженность в субарахноидальном пространстве (от сегментов их происхождения в спинном мозге до межпозвоночного отверстия, через которое они выходят как соответствующие спинномозговые нервы) все длиннее. Скопление спинномозговых нервных корешков в интратекальном пространстве каудальнее конус медуллярис носит сборное название конский хвост (*cauda equina*) благодаря внешнему сходству с лошадиным хвостом (рис. 6.5). Расширение интратекального пространства, в котором находится конский хвост, называется *поясничной цистерной*. Именно в поясничную цистерну вначале вводили местные анестетики для спинальной анестезии.

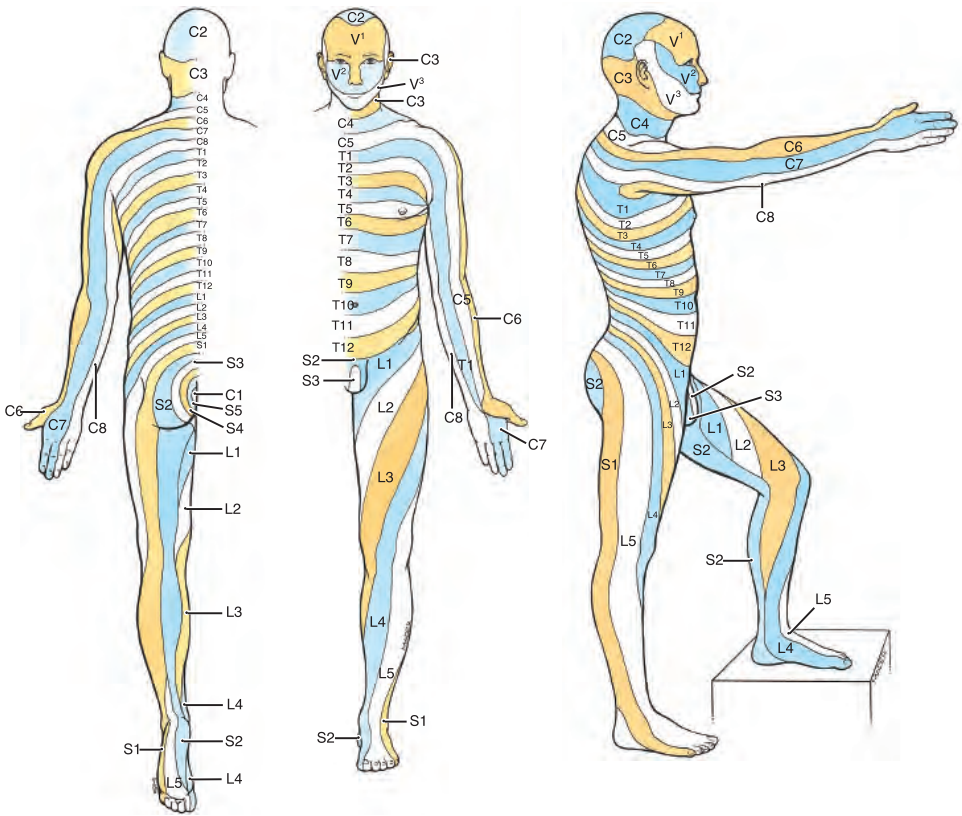


Рис. 6.6. Сенсорные дерматомы. (Адаптировано из: Agur AMR, Lee MJ, eds. *Grant's atlas of anatomy*, 10th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1999:296.)

Г. Поверхностная анатомия

1. Готовясь к спинальной анестезии, чрезвычайно важно точно идентифицировать поверхностные анатомические ориентиры пациента. **Первым шагом** при выполнении спинальной анестезии является идентификация **уровня** поясничного позвонка (или, точнее, **уровня межпозвоночного пространства**). Нужный уровень определяется при осмотре и пальпации поверхностных анатомических ориентиров. **Линия, соединяющая подвздошные гребни (межгребневая линия Тафье), чаще всего пересекает позвоночник на уровне промежутка L4–5** (рис. 6.7) [6]. Пропорции пациентов весьма различны и межгребневая линия может пересекать позвоночник как краниальнее, до промежутка L3–4, так и каудальнее, до промежутка L5–S1 (рис. 6.8). Кроме того, **даже опытные анестезиологи правильно определяют промежуток только в 30% случаев**, и реальный уровень промежутка у 50% пациентов был на один выше [7]. Современные ультразвуковые исследования повысили точность идентификации правильного промежутка до 70% и подтвердили низкую точность (30%) правильной идентификации нужного промежутка при помощи пальпации наружных костных ориентиров [8]. На осно-

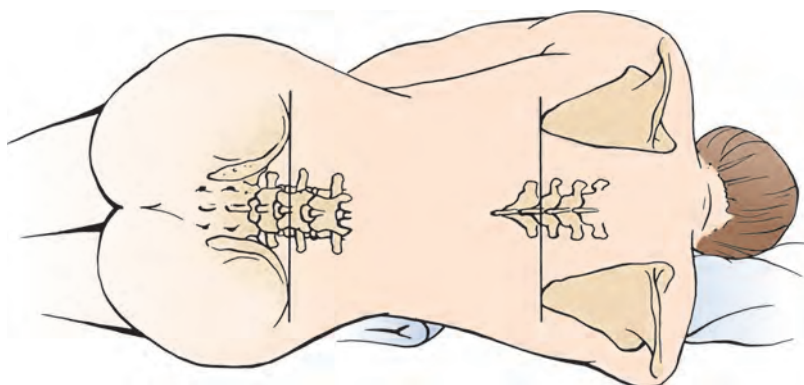


Рис. 6.7. Положение пациента для спинальной или эпидуральной блокады. Колени пациента подтянуты к груди, а голова наклонена вперед для обеспечения максимального переднего сгибания позвоночника. Под голову — но не под плечи — следует подложить подушку, что будет препятствовать ротации позвоночника. Бедра и лопатки должны быть перпендикулярны поверхности кровати, препятствуя обычной склонности пациента переместить верхнее плечо вперед. Линия, проведенная между задними подвздошными гребнями, обычно пересекает позвоночник на уровне промежутки L4–5 или остистый отросток L4. Аналогично, перед торакальной эпидуральной инъекцией, линия, проведенная между нижними углами лопаток, обычно пересекает остистый отросток T9

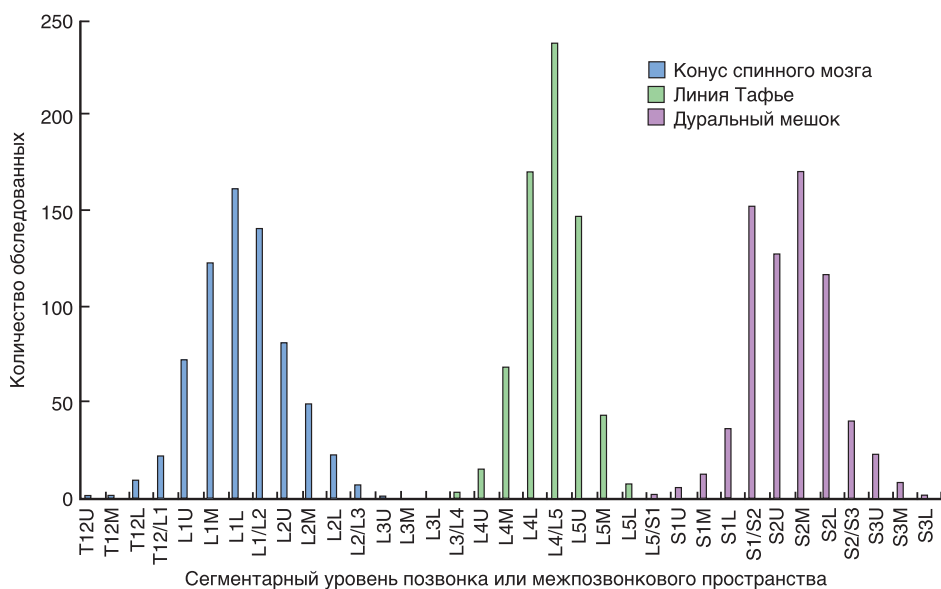


Рис. 6.8. Распределение уровней позвонков (в сегментах), которым соответствуют конус спинного мозга, межребневая (Тафье) линия и дуральный мешок, пересекаются. Сегментарные уровни, на которых заканчивается спинной мозг, пересекают линию Тафье, а дуральный мешок заканчивается вслед за нормальным распределением. Каждый позвонок был разделен на четыре части: тело на три — верхняя (И), средняя (М) и нижняя (L) плюс межпозвоночное пространство (МПП). Наиболее каудальное распространение конуса не должно пересекаться с наиболее краниальным уровнем актуальной межребневой линии в этой популяции пациентов. (Адаптировано из: Kim JT, Bahk J, Huong JH. Influence of age and sex on the position of the conus medullaris and Tuffier's line in adults. *Anesthesiology* 2003;99:1359—1363.)

вании вышеупомянутых анатомических и клинических данных **следует предпринимать попытку выполнения спинальной анестезии в нижнем поясничном промежутке (L4–5 или L3–4)** для минимизации вероятности повреждения спинного мозга [9, 10]. К счастью, поясничное сгибание (которое значительно улучшает доступ к межпозвонковому-межпластинчатому пространству) обычно не изменяет положения межреберной линии, и даже в случаях, когда такое изменение происходит (при полном сгибании), межреберная линия не смещается далее следующего уровня [11].

III. Показания и противопоказания

- А. Местные анестетики, введенные в интратекальное пространство, в основном вызывают сенсорную афферентную блокаду и различную степень эфферентной моторной блокады краниальнее и каудальнее места интратекальной инъекции. **Краниальное распространение спинальной анестезии зависит от баричности раствора местного анестетика** и положения пациента во время хирургической операции. Концентрация местного анестетика в СМЖ постепенно снижается как функция расстояния от места первичной интратекальной инъекции, которая создает градиент афферентного и эфферентного блоков проведения вследствие различной чувствительности волокон спинномозговых нервов, основанной на диаметре их аксона и скорости проведения (табл. 6.1). **Преганглионарные эфферентные волокна наиболее чувствительны к вызываемому местными анестетиками блоку проведения** и, таким образом, могут быть анестезированы на **два—шесть сегментарных дерматома выше, чем афферентный сенсорный блок** (обычно определяемый по утрате ощущения укола), который, в свою очередь, распространяется **на два-три дерматома выше, чем эфферентный моторный блок** [12]. Более важна клиническая оценка распространения хирургической анестезии с точки зрения как сенсорного распространения (распространение местного анестетика в СМЖ), так и плотности (концентрация местного анестетика в СМЖ). Клинически полезна оценка дерматомального уровня хирургической анестезии при помощи чрескожной электростимуляции (ЧЭС). Было продемонстрировано, что устойчивость к ЧЭС (боли или дискомфорту) при 10 мА, 50 Гц постоянной прямоугольной волной в течение 5 с должна быть **надежным прогностическим критерием устойчивости к хирургической стимуляции** [13].
- Б. Знание корреляции между поверхностной анатомией и проекцией дерматомов сегментов спинного мозга очень важно для оценки адекватности распространения (или пика высоты блока) для планируемой хирургической операции, а равно и для оценки регрессии сенсорного блока при планировании перевода из палаты пробуждения. Например, **четвертый торакальный дерматом соответствует соскам, шестой торакальный дерматом — мечевидному отростку, десятый торакальный дерматом — пупку**, и промежность — в промежутке от второго до четвертого крестцового дерматома (табл. 6.2 и рис. 6.6). Важно знать, что внутренние органы иннервируются по-разному и анестезия лежащих над ними зон кожи не всегда обеспечивает анестезию глубже лежащих внутренних органов (табл. 6.3).

Таблица 6.1

Классификация афферентных и эфферентных нервных волокон

Класс волокна	Диаметр аксона (мкм)	Миелин	Скорость проведения (м/с)	Иннервация	Функция
A α	12–20	+++	75–120	Афферентные от нервно-мышечных проприорецепторов Эфферентные к скелетным мышцам	Моторная и рефлекторная активность
A β	5–12	+++	30–75	Афферентные от кожных механорецепторов	Прикосновение и давление
A γ	3–6	++	12–35	Эфферентные к нервно-мышечным проприорецепторам	Мышечный тонус
A δ	1–5	++	5–30	Афферентные болевых и температурных ноцицепторов	«Быстрая» боль, прикосновение и температура
B	<3	+	3–15	Преганглионарные симпатические эфферентные	Автономная функция
C	0,2–1,5	–	0,5–2,0	Афферентные боли и температуры	«Медленная» боль, температура

Таблица 6.2

Поверхностная анатомия и уровни дерматомов

Поверхностная анатомия	Сенсорный дерматом
Промежность	S2—S4
Боковая поверхность стопы	S1
Колено и дистальная часть бедра	L3—L4
Паховая связка	T12
Пупок	T10
Верхушка мечевидного отростка	T6
Сосок	T4
Внутренняя поверхность предплечья	T1—T2
Большой и указательный пальцы	C6—C7
Плечо и ключица	C5—C6

Таблица 6.3

Типичные хирургические операции, которые можно выполнить под спинальной анестезией, и рекомендуемая пиковая высота сенсорного блока

Хирургическая операция	Рекомендуемая минимальная пиковая высота блока
Прямая кишка и промежность	S4—L1
Вскрытие и дренирование ректальных абсцессов	
Геморроидэктомия	
Установка трансвагинальных слингов	
Операции на нижних конечностях с использованием турникета	T10—T8
Протезирование коленного сустава	
Артроскопия коленного сустава	
Ампутация ниже колена	
Трансуретральная резекция простаты	T10
Цистоскопия и гистероскопия	
Влагалищные роды	
Протезирование тазобедренного сустава	
Бедренно-подколенное шунтирование	
Перевязка варикозных вен	
Нижние отделы живота	T4
Гистерэктомия (низкий поперечный разрез)	
Кесарево сечение	
Паховая герниопластика	
Аппендэктомия	
Верхние отделы живота ^a	T1
Открытая холецистэктомия	
Эксплоративная лапаротомия	

^a Необходима сопутствующая общая анестезия

1. Например, спинальная анестезия на низком уровне (S4–L1) подходит для **операций на промежности** или перианальных вмешательств.
 2. Хотя операции на **голеностопном суставе и стопе (S1–L5)** и **колене (L3–4)** попадают в пояснично-крестцовые дерматомы, использование тугого турникета (и необходимость переносить боль от турникета) часто требуют пиковой высоты сенсорного блока T10–T8 [14].
 3. Пиковая высота блока T10 идеальна для таких операций, как трансуретральная **простатэктомия** или **гистероскопия**, поскольку прекрасно обеспечивает хирургическую анестезию при сохранении чувствительности живота и купола мочевого пузыря, что позволяет своевременно выявлять нарастающие симптомы и диагностировать **поступление жидкости в брюшную полость**.
 4. Для **операций на нижних отделах живота**, таких как паховая герниопластика, аппендэктомия, абдоминальная гистерэктомия или кесарево сечение, необходимы более высокие пики сенсорных уровней спинальной анестезии (T6–T4). Однако при таких операциях пациенты могут испытывать неприятный дискомфорт, сопровождающий тракцию брюшины или внутренних органов. В таких случаях необходимы более высокие уровни спинальной анестезии (хотя обычно это весьма непрактично) и показано взвешенное применение дополнительной внутривенной седации и анальгезии.
 5. Для **операций на верхних отделах живота** (таких как холецистэктомия, резекция кишки и эксплоративная лапаротомия) предлагались более высокие уровни спинальной анестезии (T1). Этот уровень обеспечивает хирургу сокращение толстой кишки, связанное с полной симпатической эфферентной блокадой. Однако этот уровень спинальной анестезии сопряжен с изменениями **сердечно-сосудистой и дыхательной функций**. Полная симпатическая эфферентная блокада будет снижать тонус артериальных сосудов в покое (преднагрузка), значительно снижать веномоторный тонус (постнагрузка) с разной степенью гипотензии, которая может усилиться у пациента с гиповолемией. Кроме того, данный уровень симпатической эфферентной блокады может вызвать тяжелую брадикардию (вследствие блокады волокон акселераторов сердца T1–4). Это может усилить любое опосредуемое блуждающим нервом рефлекторное снижение частоты сердечных сокращений в ответ на тракцию брюшины. Высокие уровни спинальной анестезии не оказывают значительного клинического влияния на функцию лёгких у пациентов, не имеющих болезней дыхания, моторная блокада мышц диафрагмы и передней брюшной стенки не приводит к клинически значимому снижению пика потоковой скорости выдоха и пикового давления выдоха. Тем не менее высокие уровни спинальной анестезии не подходят для пациентов, зависимых от абдоминальной мускулатуры для поддержания адекватной вентиляции.
- В.** Существуют **абсолютные и относительные противопоказания** к спинальной анестезии. Абсолютные противопоказания включают **отказ пациента, инфекцию в зоне предполагаемой пункции кожи и инъекции, тяжелую нелеченную гиповолемию**, внутренние и ятрогенные (системная антикоагуляция или прием ингибиторов агрегации тромбоцитов) **дефекты гемостаза**, и **повышенное внутричерепное давление** (так как это может повысить риск суб-

тенториального вклинения в случае снижения внутричерепного давления при истечении СМЖ через иглу). Применение спинальной анестезии у пациентов, уже **имеющих неврологические выпадения**, такие как радикулопатии или периферические нейропатии [15, 16], демиелинизирующие заболевания, такие как рассеянный склероз [17], **противоречиво**. Хотя клинических данных, демонстрирующих, что спинальная анестезия ухудшает течение сопутствующих неврологических заболеваний, нет, подавляющее большинство анестезиологов рассматривают это как серьезное противопоказание. **Стеноз аорты**, рассматривавшийся как абсолютное противопоказание, необязательно препятствует тщательному выполнению спинальной анестезии [18]. Несмотря на противоречивые результаты в литературе, за исключением наиболее экстраординарных обстоятельств (в которых преимущества регионарной анестезии перевешивают потенциальный риск центральной нейроаксиальной инфекции), спинальную анестезию не следует применять у пациентов с нелеченной системной инфекцией. В противоположность этому, имеющиеся данные дают основания полагать, что пациенты с признаками **системной инфекции** могут безопасно переносить спинальную анестезию, при условии что адекватная антибиотикотерапия начата до пункции твердой мозговой оболочки и пациент ответил на это лечение, например снизилась лихорадка и уменьшился гранулоцитоз [19].

IV. Детерминанты распределения и длительности действия местного анестетика

А. Физико-химические свойства и клиническая характеристика местного анестетика и анальгетиков-адьювантов (к местным анестетикам) более детально описаны в гл. 1 и 2. В этом разделе будут представлены детерминанты распределения местных анестетиков в субарахноидальном пространстве, а также факторы, влияющие на длительность их действия. Применение спинальной анестезии в ежедневной клинической практике требует блокады, действие которой начинается достаточно быстро для своевременного начала операции и, что еще важнее, блокады с длительностью, обеспечивающей запланированную (по типу и анатомически) операцию; также необходимо предсказуемое (и быстрое при необходимости) восстановление неврологических функций, обеспечивающее своевременную выписку из палаты пробуждения либо домой. Напротив, спинальная анестезия с ненужным краниальным распространением может повысить риск сердечно-сосудистых осложнений в виде гипотензии и брадикардии. Базовое определение в несколько слов очень важно для понимания детерминант клинической эффективности спинальной анестезии. *Распределение* местного анестетика в интратекальном пространстве определяет пространственную протяженность сенсорной, моторной и симпатической блокады. *Захват* местного анестетика нейрональными тканями определяет, какая из нейрональных функций (**см. табл. 6.1**) будет выключена во время спинальной анестезии. Захват нейрональными тканями — это функция концентрации в СМЖ относительно концентрации в нейрональной

и перинеуральной тканях, которая определяется главным образом распределением, тогда как концентрация в СМЖ будет прогрессивно снижаться от зоны первоначально самой высокой концентрации (место инъекции) как функция расстояния. *Выведение* местного анестетика из интратекального пространства определяет длительность действия.

Б. Детерминанты распределения местного анестетика в интратекальном пространстве. Многие факторы считались влияющими на распределение местного анестетика в интратекальном пространстве [20, 21]. После инъекции местный анестетик сначала будет распространяться просто **массивным потоком**, создаваемым смещением СМЖ. Далее наиболее важным фактором, определяющим распределение местного анестетика в интратекальном пространстве, становится баричность раствора местного анестетика наряду с влиянием силы тяжести (положение пациента). Другие клинически значимые факторы включают **общую дозу** введенного, промежуток выбранный для инъекции и некоторые параметры пациента.

1. Баричность. Баричность определяется как отношение плотности раствора местного анестетика к плотности СМЖ пациента при 37 °С. Растворы местных анестетиков, имеющие одинаковую с СМЖ плотность, называются *изобаричными*. Растворы местных анестетиков, плотность которых выше, чем у СМЖ, называются *гипербаричными*, тогда как растворы с плотностью ниже, чем у СМЖ, называются *гипобаричными*. Гипербаричные растворы будут распределяться (стекают) в самые нижележащие отделы интратекального пространства, тогда как гипобаричные растворы будут распределяться (всплывать) в наиболее высокорасположенные отделы интратекального пространства. Влияние силы тяжести определяется выбранным положением пациента (лежа на спине, лежа на животе, на боку или сидя), а в положении на спине — изгибами позвоночника. Средняя плотность СМЖ в различных популяциях пациентов существенно варьирует (**табл. 6.4**). В связи с широкой вариабельностью плотности СМЖ, гипербаричные и гипобаричные растворы должны иметь плотности на три стандартных отклонения выше или ниже средней плотности СМЖ данной популяции пациентов, соответственно для предсказуемости действия гипербарическим или гипобарическим образом. Таким образом, основываясь на вариабельности пациентов и известной плотности растворов местных анестетиков, типично применяемые местные анестетики (особенно простой бупивакаин 0,5% и простой лидокаин 2%), классифицируемые как «изобаричные», могут фактически действовать как гипобаричные в зависимости от положения пациента. В **табл. 6.4** приведен диапазон плотности и классификация типично используемых местных анестетиков.

а. Гипербаричная спинальная анестезия. Гипербаричные растворы обычно готовят, смешивая раствор местного анестетика с **декстрозой**. Когда пациент уложен в горизонтальное положение на спине после инъекции гипербаричного раствора (в поясничной области), на дальнейшее распределение в интратекальном пространстве будут влиять изгибы позвоночника. Гипербаричные растворы будут иметь тенденцию к распространению под действием силы тяжести в **самые низкие точки грудного (Т6–7) или крестцового (S2) изгибов** (см. рис. 6.4) [22]. Таким образом, было постулировано, что скопле-

Таблица 6.4
Плотность и баричность спинномозговой жидкости (СМЖ) в различных подгруппах пациентов и типично используемые местные анестетики

	Средняя плотность (СО) при 37 °С	Диапазон средней плотности в пределах трех СО
Популяция пациентов		
Мужчины	1,00064 (0,00012)	1,00028—1,00100
Пожилые женщины	1,00070 (0,00018)	1,00016—1,00124
Молодые женщины	1,00049 (0,00004)	1,00037—1,00061
Беременные/роженицы	1,00030 (0,00004)	1,00018—1,00042
Гипербарические растворы^а		
Лидокаин 5%-й в глюкозе 7,5%-й	1,02650	1,01300—1,0142
Тетракаин 0,5%-й в глюкозе 5%-й	1,0136 (0,0002)	1,01300—1,0142
Бупивакаин 0,5—0,75%-й в глюкозе 8,25%-й	1,02426 (0,00163)	1,01935—1,029131
Хлоропрокаин 3%-й	1,00257 (0,00003)	1,00248—1,00266
Гипобарические растворы^а		
Лидокаин 5%-й в воде	0,99850	Гипобаричный
Бупивакаин 0,35%-й в воде	0,99730	Гипобаричный
Тетракаин 0,2%-й в воде	0,99250	Гипобаричный
Бупивакаин 0,5%-й в воде	0,99944 (0,00012)	0,99908—0,99980
Изобарические растворы (чистые)		
Лидокаин 2%-й ^б	1,00004 (0,0006)	0,99986—1,00022
Тетракаин 0,5%-й ^г	1,0000 (0,0004)	0,99880—1,00120

СО, стандартное отклонение

^а От растворов местных анестетиков с баричностью >1,0015 можно ожидать предсказуемо гипербаричного действия.

^б От растворов местных анестетиков с баричностью <0,9990 можно ожидать предсказуемо гипобаричного действия.

^в Может действовать изобаричным или гипербаричным образом, в зависимости от популяции пациентов.

^г Тетракаин 1%-й разводят в соотношении 1:1 физраствором 0,9%-м.

ние гипербарических растворов местных анестетиков в зоне торакального кифоза объясняет клинический факт того, что они имеют тенденцию вызывать спинальную анестезию со средней пиковой высотой сенсорного блока в средней торакальной зоне. Индивидуальные анатомические вариации в нижней точке торакального кифоза, максимальный угол снижения поясничного отдела спинального канала и максимальный угол повышения верхней части грудного отдела спинального канала также могут вносить вклад в вариабельность пиковой высоты сенсорного блока вызываемой местными анестетиками [23].

(1) Были мнения в пользу инъекции гипербарических растворов местного анестетика пациенту в положении сидя (в течение 5—10 мин) как средства ограничения распространения на пояснично-крестцовые дерматомы, вызывающего «*седельный блок*» (рис. 6.9). Однако эта практика исходит из ошибочного предположения о том, что гипербарические растворы будут далее вести себя «изобаричным образом» по мере естественного их разведения в СМЖ и сила притяжения более не будет на них влиять после того, как пациента уложат в положение на спине (или на спине литотомическое). Клинические исследования,



Рис. 6.9. Положение сидя для спинальной анестезии. Ноги пациента опущены с кровати и упираются стопами в стул, что способствует сгибанию нижней части позвоночника. Плечи пациента согнуты вперед, и ему предлагают плотно обхватить подушку, прижатую к животу. Если пациент седатирован, ассистент должен его поддерживать и наблюдать за витальными функциями. Такое положение идеально для идентификации средней линии у пациентов тучных или с необычной анатомией позвоночника

однако, продемонстрировали, что блок при спинальной анестезии гипербаричными местными анестетиками, сначала ограниченный пояснично-крестцовыми дерматомами, неизбежно будет распространяться до пиковой высоты торакального сенсорного блока, эквивалентного тому, что можно было бы ожидать, уложив пациента в горизонтальное положение на спине немедленно [24].

- (2) Были мнения в пользу концепции, похожей на получение седельного блока (за счет ограничения распределения гипербаричного раствора местного анестетика обусловленного силой тяжести) и заключающейся в том, что инъекция гипербаричных растворов пациенту в положении на боку (с оперируемой стороной внизу) и сохранением оперируемой стороны в нижнем положении в течение 10—15 мин послужит средством получения «односторонней спинальной анестезии». Одно из предлагаемых преимуществ односторонней спинальной анестезии в том, что симпатический блок ограничивается одной стороной и это может снизить частоту и тяжесть гипотензии [25]. Основным недостатком односторонней спинальной анестезии — необходимость держать пациента в положении на боку не менее 15 мин после инъекции до получения односторонней блокады.

б. Гипобаричная спинальная анестезия. Гипобаричные растворы местных анестетиков обычно готовят разведением коммерчески доступных простых растворов местных анестетиков **стерильной дистиллированной водой**. Например, лидокаин 2%-й разводят стерильной водой до лидокаина 0,5%-го [26] и бупивакаин 0,5%-й разводят стерильной водой до бупивакаина 0,35%-го [27], что надежно обеспечивает «клинически гипобаричную» спинальную анестезию. Хотя используют ее реже, она идеально подходит для промежностных и периректальных операций, выполняемых в положении складного ножа, лицом вниз (рис. 6.10). Этот метод обладает двумя преимуществами.

- (1) Местный анестетик вводят пациенту, лежащему в нужном для операции положении, что минимизирует необходимость это положение менять.
- (2) Распределение местного анестетика будет ограничено пояснично-крестцовыми дерматомами до тех пор, пока пациент остается в положении, необходимом для операции.

Необходима осторожность в период выхода из анестезии пациента, у которого все еще сохраняется функциональная блокада, так как укладка его в положение с приподнятым головным концом кровати может привести к распространению блока вверх, до грудных дерматомов [26]. Гипобаричная спинальная анестезия предлагает также значительное преимущество при больших операциях в области тазобедренного сустава, выполняемых в положении на боку (с оперируемой стороной сверху). При сравнении с изобаричной спинальной анестезией бупивакаином, гипобаричная спинальная анестезия бупивакаином демонстрирует значительную задержку развития сенсорной регрессии оперированной стороны, и что важнее, при этом увеличивается время до появления необходимости в аналгезии после операции [27].

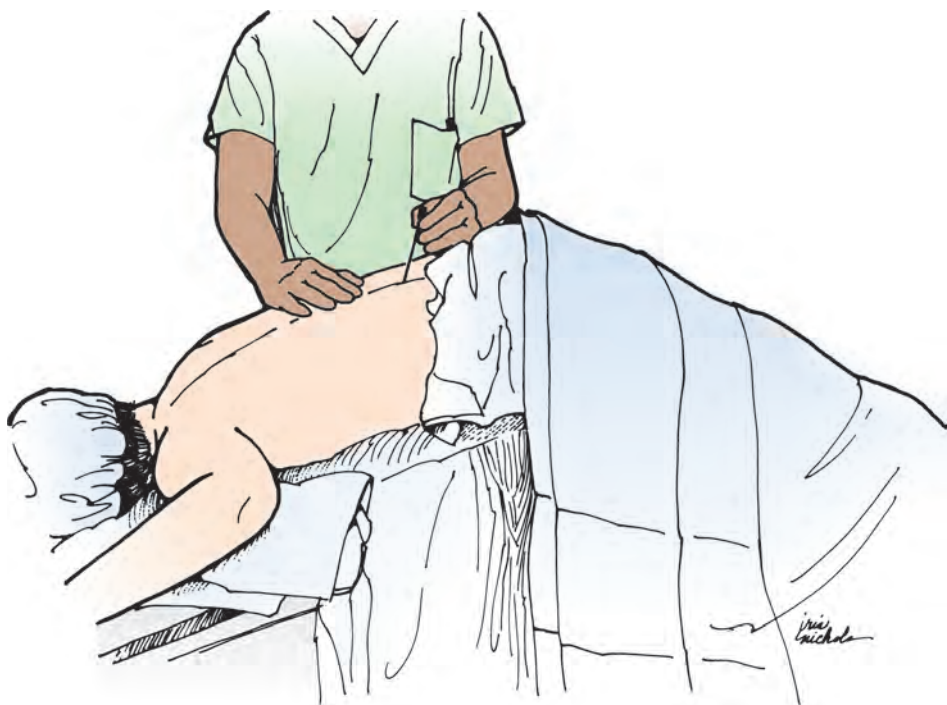


Рис. 6.10. Положение складного ножа. Спинальную анестезию гипобаричным раствором местного анестетика можно выполнить, уложив пациента на согнутый операционный стол, как при ректальных операциях. Точка сгибания стола должна быть прямо под тазобедренным суставом, а укладка подушки под бедра поможет усилить сгибание, необходимое для идентификации поясничного остистого отростка. Часто необходима аспирация из спинальной иглы для подтверждения пункции твердой мозговой оболочки, поскольку низкое в таком положении давление спинномозговой жидкости не всегда достаточно для спонтанного истечения жидкости

- в. Изобаричная спинальная анестезия.** Изобаричные растворы местных анестетиков легче всего приготовить смешав равные объемы раствора **тетракаина** 1%-го со стерильным физраствором или СМЖ. Как утверждалось выше, простой бупивакаин 0,5%-й, типично считающийся *изобаричным*, очевидно является гипобаричной смесью (см. табл. 6.3). Таким образом, в зависимости от положения пациента в момент инъекции и во время операции, этот раствор будет вести себя «непредсказуемо» с точки зрения того, кто ожидает от него изобаричного действия. Основное преимущество настоящего изобаричных растворов в том, что **положение пациента во время и после инъекции не влияет на интратекальное распределение**. Изобаричные растворы имеют тенденцию не распределяться далеко от места первичной инъекции и особенно полезны, когда сенсорный блок в высоких торакальных дерматоммах нежелателен.
- 2. Доза, объем и концентрация.** Клинические исследования, пытавшиеся разделить индивидуальное влияние дозы, объема или концентрации на распределение местного анестетика, трудно интерпретировать

из-за того, что манипулирование одним из этих факторов влияет либо на один из остальных, либо на оба сразу. В двух хорошо организованных исследованиях, сравнивавших разные дозы беспримесных растворов местных анестетиков [28, 29], а равно и одну и ту же дозу введенную в более низких концентрациях (вплоть до 20-кратного снижения) увеличением объема вводимого раствора местного анестетика, **доминирующим фактором повышения распространения сенсорного блока (пиковой высоты блока) была общая масса введенного препарата**, независимо от объема и концентрации. С этим контрастирует тот факт, что, доза препарата относительно менее важна как детерминанта распределения гипербарических растворов местных анестетиков у пациентов в положении лежа горизонтально на спине после первичной инъекции. Несколькими исследованиями было продемонстрировано, что, когда общая доза гипербарического раствора бупивакаина выше 7,5—10,0 мг, нет различия в пиковой высоте блока у пациентов в положении лежа горизонтально на спине [30, 31]. Напротив, в исследовании реакции на дозу гипербарического раствора бупивакаина 0,75%-го, 3,75 мг, 7,5 мг и 11,25 мг получали пиковую высоту сенсорного блока на уровнях T9, T7 и T4 [32].

3. **Межпозвоночный промежуток инъекции.** Предполагается, что уровень поясничного промежутка для инъекции оказывает клинически значимый эффект на пик сенсорного краниального распределения беспримесного раствора местного анестетика. Противоречивые результаты исследований можно объяснить использованием в них беспримесного 0,5%-го бупивакаина. В одном из исследований средняя пиковая высота блока снизилась с T6 до T10, когда беспримесный 0,5%-й бупивакаин вводили сначала на уровне L3—4, с последующей повторной инъекцией у того же пациента в промежутке L4—5 [33]. В этом исследовании раствор вводили при температуре окружающей среды операционной пациенту в положении на боку и немедленно переключивали в положение лежа горизонтально. В другом исследовании [34] беспримесный 0,5%-й бупивакаин, подогретый до 37 °С, вводили пациенту в положении сидя и через 2 мин укладывали на спину. Сравнение пиковой высоты сенсорного блока при инъекции в промежутке L2—3 с промежутком L3—4 разницы не выявило. Эти на вид противоречивые данные можно объяснить следующим образом. Во-первых, беспримесный 0,5%-бупивакаин очевидно гипобаричен, а не изобаричен, из чего исходили авторы предыдущего исследования. Во-вторых, в баричности беспримесных растворов бупивакаина была разница, так как плотность растворов местных анестетиков обратно пропорциональна температуре. В-третьих, положения пациентов в момент первичной инъекции различались. Таким образом создается впечатление, что, когда гипобарические растворы вводят пациенту в положении сидя, эффект уровня промежутка перевешивает эффект силы тяжести (так как гипобарические растворы будут всплывать краниально в пределах интратекального пространства) относительно баричности местного анестетика.
4. **Направление отверстия иглы.** При использовании игл с карандашным кончиком (таких как Whitacre или Sprotte, см. гл. 5) создается **направ-**

ленный поток от отверстия иглы, отклоняющий направление местного анестетика от продольного аспекта иглы [35]. В исследовании беспримесного 2%-го лидокаина пациентов, получавших инъекцию местного анестетика (в положении на боку) рандомизировали в 2 группы: в первой отверстие иглы ориентировали краниально, во второй — каудально [36]. В группе, получавшей инъекцию местного анестетика в краниальном направлении, пациенты имели среднюю пиковую высоту сенсорной блокады T3 против T7, более короткую длительность поясничной (L1—5) сенсорной анестезии (149 против 178 мин), а также более короткое время до восстановления спонтанного мочеиспускания и выписки. Таким образом, можно сделать вывод, что при использовании беспримесных изобарических растворов, направление отверстия иглы влияет на распределение местного анестетика. Кроме того, по не слишком полным данным этого исследования, крестцовая автономная функция восстанавливалась скорее, таким образом ускоряя возможность выписки пациента.

5. Индивидуальные особенности пациента. Хотя при использовании стандартной методики распространение местного анестетика у разных пациентов существенно варьирует, спинальная анестезия у отдельного пациента хорошо воспроизводима [37]. Однако индивидуальные особенности пациента, такие как **возраст, рост, индекс массы тела и пол, имеют небольшое — если имеют вообще — клинически значимое влияние на точность прогнозирования различий в распределении местного анестетика у разных пациентов.**

В. Детерминанты длительности действия спинальной анестезии. Клинически, спинальный блок **регрессирует в краниально-каудальном направлении от пиковой высоты блока до крестцовых дерматомов.** В зависимости от избранных критериев в любом конкретном исследовании, длительность действия можно определить как время развития **двухдерматомной регрессии** от пиковой высоты сенсорного блока или как **время полной регрессии до крестцовых дерматомов.** Клинически более значимо, что **длительность хирургической анестезии** зависит от взаимодействия пространственного распространения блокады, течения во времени регрессии и анатомической зоны хирургической операции. Кроме того, время течения полной регрессии сенсорной и моторной блокад важны при спинальной анестезии в амбулаторной практике. Разрешение блокады после спинальной анестезии происходит тогда, когда концентрация местного анестетика в невральной ткани падает ниже минимальной блокирующей концентрации для данной невральной функции. При выведении местных анестетиков их **метаболизма в интратекальном пространстве не происходит**, метаболизм полностью зависит от абсорбции через сосуды интратекального и эпидурального пространств. Таким образом, **длительность спинальной анестезии определяется в первую очередь физио-химическими свойствами** специфических местных анестетиков, что определяет их доступность для сосудистой абсорбции, общей массой введенного местного анестетика и степенью сосудистой абсорбции.

1. Выбор местного анестетика. Одной из главных детерминант длительности действия является выбор местного анестетика. Физио-химические свойства, такие как жирорастворимость и, в меньшей степени, связы-

вание с белками в значительной степени влияют на течение во времени сосудистой абсорбции (см. табл. 1.1 в гл. 1).

- а. Прокаин** — местный анестетик для спинальной анестезии **самого короткого действия**. Это его свойство можно полностью отнести на счет его очень низких жирорастворимости и связывания с белками относительно других, более длительно действующих препаратов.
- б. 2-Хлоропрокаин** также коротко действующий местный анестетик. В исследованиях (клинических и на добровольцах) было показано, что он имеет сопоставимый анестезирующий профиль с эквивалентными дозами лидокаина, с замечательным исключением — у него отсутствуют транзиторные неврологические симптомы (ТНС) и после его применения на 20% быстрее происходит полное восстановление сенсорно-моторной функции [14, 38].
- в. Лидокаин** считается местным анестетиком со **средне-коротким действием** и в прошлом наиболее широко применялся для спинальной анестезии. Бесприемный лидокаин в дозе 50 мг вызывает пик блока на Т6 с началом двухдерматомной регрессии через 50—60 мин, люмбальную анестезию на 100 мин и полную регрессию на 120—140 мин. Применение лидокаина резко сократилось в связи с опасениями в отношении ТНС (см. обсуждение осложнений). В зависимости от типа операции частота ТНС варьирует от 15 до 30%.
- г. Мепивакаин** — местный анестетик **средне-короткого действия**, обладает анестезирующим профилем, сходным с таковым у лидокаина в эквивалентных дозах, но ТНС у него встречаются реже (3—6%), чем у лидокаина.
- д. Бупивакаин** стал первым и наиболее широко используемым **местным анестетиком-амидом длительного действия**. Распространение и длительность блока **зависят от дозы** [32]. В диапазоне клинически применяемых доз от 3,75 до 11,25 мг гипербарического 0,75%-го бупивакаина есть наблюдение, что на каждый дополнительный миллиграмм происходит повышение средней длительности хирургической анестезии на 10 мин и повышение времени до полного восстановления на 21 мин. Эти параметры, однако, в значительной степени вариабельны, в основном из-за высокой жирорастворимости. Более низкие дозы (5—7,5 мг) применялись в амбулаторной анестезии в качестве альтернативы лидокаину, но сопровождалась более высокой степенью неудачных блокад и широкой вариабельностью времени полного восстановления.
- е. Ропивакаин и левобупивакаин** являются аминоконидами **длительного действия**, разработаны как «менее кардиотоксичная» альтернатива бупивакаину для эпидуральной и периферической регионарной анестезии. Левобупивакаин менее кардиотоксичен благодаря своей формуле — это чистый L-стереоизомер бупивакаина, но в США он более коммерчески не доступен. Ропивакаин менее кардиотоксичен благодаря сочетанию его свойств как чистого L-стереоизомера с химической структурой (более низкая растворимость в жирах), что придает ему меньшую силу. Поскольку при использовании бупивакаина для спинальной анестезии кардиотоксичность не имеет

- большого клинического значения (дозы используемые для спинальной анестезии ниже необходимых для появления признаков кардиотоксичности), ни один из местных анестетиков доминирующего распространения не получил.
- ж. **Тетракаин** является местным анестетиком, прототипом **длительно действующих аминоэфиров**. Его повышенная жирорастворимость (по сравнению с бупивакаином) обеспечивает ему более высокую мощность, что позволяет снизить дозу на 20—30% для эквивалентной блокады.
- з. Хотя местные анестетики можно классифицировать как коротко, средне и длительно действующие, из табл. 6.5 видно, что между пациентами есть довольно широкая вариабельность. В исследовании [39], сравнивавшем 12 добровольцев, получавших спинальную анестезию раздельно трижды, разными гипербаричными растворами местных анестетиков (лидокаин 100 мг, бупивакаин 15 мг и тетракаин 15 мг) в случайном порядке и двойным слепым способом, среднее время до полного сенсорного восстановления не только было разным между тремя препаратами, но также широко варьировало внутри каждой группы местных анестетиков: лидокаин (234 мин, диапазон 137—360 мин), бупивакаин (438 мин, диапазон 180—570 мин) и тетракаин (546 мин, диапазон 120—720 мин).
2. **Доза местного анестетика.** Для каждого местного анестетика **повышение дозы увеличивает длительность** действия. Детали см. в табл. 6.5.
3. **Распределение блока.** При данной дозе местного анестетика спинальная блокада с **более высоким пиком сенсорного блока будет полностью регрессировать быстрее** по сравнению с более низким пиком краниального распределения [40]. Наиболее вероятное фармакокинетическое объяснение этого феномена основано на более широком распределении в СМЖ при более высокой пиковой высоте сенсорного блока. Более широкое распределение СМЖ предположительно приводит к более низкой концентрации местного анестетика в СМЖ во всем интратекальном пространстве, а равно и большей поверхности распределения, что приводит к более скорой сосудистой абсорбции [41]. Следовательно, в этом случае нужно меньше времени для падения концентрации местного анестетика в невралной ткани ниже минимальной блокирующей концентрации. Как отмечалось ранее, использование гипобаричной спинальной анестезии для односторонних операций в области тазобедренного сустава, выполняемых в положении оперируемой стороной вверх, не только удлиняет время анестезии на оперируемой стороне (по сравнению с нижележащей неоперируемой стороной), но и удлиняет время послеоперационной аналгезии [28].
4. **Анестезирующие адьюванты.** Существует два наиболее часто используемых класса анестезирующих адьювантов, добавляемых к растворам местных анестетиков для удлинения (а равно и для интенсификации глубины блока) спинальной анестезии, — α -адренергические агонисты и опиоиды.
- а. **α -Адренергические агонисты.** Считается, что основной механизм, при помощи которого интратекальное введение **адrenalина** удлиняет

ет действие, — это вызываемая им вазоконстрикция, сокращающая сосудистую абсорбцию и позволяющая, таким образом, местному анестетику дольше оставаться в невралжной ткани. Клинически эффективность интратекального введения адреналина зависит от местного анестетика, к которому его добавляют. Хотя 0,2 мг адреналина не удлиняют торакальную анестезию при добавлении к лидокаину, они, очевидно, удлиняют люмбосакральную анестезию на 25—30%, что обычно имеет клиническое значение при операциях на нижней конечности и промежности [42]. Аналогично, 0,2 мг адреналина добавленные к 15 мг раствора беспримесного бупивакаина не удлиняют торакальную анестезию, но повышают длительность люмбальной анестезии на 20% [43]. В отличие от этого доза 0,2—0,3 мг адреналина значительно удлиняет действие спинальной анестезии тетракаином на 30—50% на уровне всех дерматомов, со слегка более выраженным эффектом в люмбосакральных дерматомов [44, 45]. Несмотря на его способность надежно удлинять спинальную анестезию, адреналин **значительно замедляет восстановление крестцовой автономной функции (способности к спонтанному мочеиспусканию)** и повышает риск задержки мочи (и возможность перерастяжения мочевого пузыря) [46]. Таким образом, использование адреналина не рекомендуется для спинальной анестезии в амбулаторной практике.

б. Опиоиды. Опиоиды **синергично** взаимодействуют в комбинации с растворами местных анестетиков, блокируя патологические афферентные стимулы в точках действия, отличающихся от таковых у местных анестетиков. Опиоиды специфично взаимодействуют и связываются с опиоидными рецепторами серого вещества студенистой субстанции в дорсальных рогах спинного мозга. Спинально опосредуемую анестезию реализуют несколько механизмов: [1] повышенная K^+ -проводимость, которая гиперполяризует восходящие постсинаптические проецирующие нейроны второго порядка, [2] выброс спинального аденозина и [3] подавление выброса возбуждающих нейротрансмиттеров, включая глутамат и субстанцию Р из первичных афферентных нейронов [47, 48].

(1) Фентанил до сих пор остается опиоидом, наиболее часто применяемым интратекально. Липофильный профиль фентанила придает ему **быстрое развитие действия** (5—10 мин) и **среднюю длительность** действия (60—120 мин), что делает его подходящим препаратом анальгетиком для добавления к растворам местных анестетиков с целью усиления эффективности спинальной анестезии. Клинические исследования показали, что 20—25 мкг фентанила, добавленные к лидокаину [49] или бупивакаину [50] при спинальной анестезии, удлиняют анестезию без увеличения времени полного восстановления сенсорно-моторной функции и функции мочевого пузыря.

(2) Морфин — наиболее часто используемый гидрофобный опиоид. Его физио-химические характеристики обуславливают **медленное развитие его действия** (30—60 мин) и **значительную**

длительность действия, которая делает его очень удобным для длительной послеоперационной аналгезии. Дозы морфина без консервантов в диапазоне от 100 до 200 мкг обеспечивают длительную спинально опосредованную аналгезию (до 24 ч) после ряда типичных операций на нижних отделах живота и нижних конечностях, таких как кесарево сечение, абдоминальная гистерэктомия, радикальная простатэктомия и тотальное протезирование тазобедренного сустава [51]. При таких низких дозах риск угнетения дыхания крайне низок. В отличие от этого минимальная эффективная аналгетическая доза, необходимая после тотального протезирования коленного сустава, обычно, составляет 300—500 мкг [52, 53]. При таких дозах вероятность побочных эффектов (**тошнота, рвота, задержка мочи и зуд**) при сравнении с более низкими дозами возрастает значительно [53, 54]. Риск угнетения дыхания при интратекальном введении морфина связан с дозой, с незначительным числом случаев клинически значимого угнетения дыхания с дозами в диапазоне 300—500 мкг [54, 55].

Таблица 6.5

Дозы и длительность действия растворов местных анестетиков, обычно применяемых для спинальной анестезии

Раствор местного анестетика	Доза (мг)	Средний пиковый уровень блока	Развитие регрессии на два дерматома (мин) (СО)	Время регрессии до L1–L2 (мин) (СО)	Полная регрессия (мин) (СО)
Гипербаричный хлоропрокаин	40	T7	45 (20)	64 (10)	14 (140)
Беспримесный лидокаин	50	T6	56 (5)	104 (5)	130 (18)
Гипербаричный лидокаин	50	T4	50 (16)	104 (5)	130 (18)
Беспримесный мепивакаин	60	T4	95 (21)	150 (32)	210 (18)
	80	T4	100 (20)	160 (20)	225 (23)
Беспримесный бупивакаин	10	T7	33 (16)	127 (41)	178 (20)
Гипербаричный бупивакаин	8	T5	59 (13)	135 (51)	198 (33)
	12	T5	65 (32)	123 (44)	164 (30)
	15	T10 ^a	159 (49)	253 (64)	>360
	15	T4	110 (30)	216 (46)	360

СО, стандартное отклонение

^a Гипербаричный раствор бупивакаина в дозе 15 мг в двух группах пациентов (положение на спине с пиком блока на T4 по сравнению с приподнятым на 30° головным концом с пиком блока ограниченным T10). Обратите внимание на значительную разницу в развитии регрессии на два дерматома, длительности люмбальной анестезии и полной регрессии при одинаковых дозах гипербаричного бупивакаина, но с различным первичным уровнем блока.

(С разрешения из: Kooger-Infant NE, Van Gessel E, Forster A, *et al.* Extent of hyperbaric spinal anesthesia influences duration of blocks. *Anesthesiology* 2000;92:1319—1323.)

V. Техника

Успешная техника спинальной анестезии начинается с тщательной подготовки задолго до введения спинальной иглы. Поскольку индукция спинальной анестезии вызывает ряд физиологических изменений, а также развитие некоторых редких, но потенциально опасных осложнений, для минимизации значительных осложнений или даже летальности необходимо быть готовым к немедленному распознаванию проблемы и ее коррекции. Место, где выполняется спинальная анестезия, должно быть оснащено источником **кислорода**, средствами осуществления вентиляции с положительным давлением, оборудованием для поддержания проходимости дыхательных путей и иметь в немедленной доступности **экстренные препараты для реанимации** и интубации. Подготовка пациента включает соответствующий **мониторинг**, в том числе постоянный мониторинг частоты сердечных сокращений и периодическое неинвазивное измерение артериального давления. Наконец, можно использовать внутривенную седацию до степени, обеспечивающей пациенту комфорт, но сохраняющей его способность к сотрудничеству и общению.

А. Положение пациента. Правильное положение пациента критически важно для эффективного и успешного выполнения спинальной анестезии. Выбор положения для выполнения спинальной анестезии зависит от сочетания предпочтений анестезиолога, особенностей пациента (избыточный вес, гемодинамический статус, наличие источника боли, как например при переломе бедра), и баричности раствора местного анестетика, а также зоны и положения операции. Спинальную анестезию можно выполнить в трех положениях: на боку с подогнутыми ногами, сидя и лицом вниз (положение складного ножа).

1. Положение на боку с подогнутыми ногами (см. рис. 6.7). Это положение особенно целесообразно при операциях на нижней конечности, в зависимости от баричности раствора местного анестетика. Применение гипербаричных растворов при оперируемой стороне внизу обеспечивает возможность желательного первичного распределения вниз, к оперируемой стороне и зависит от времени, проведенного пациентом в положении на боку после интратекальной инъекции. Гипобаричные растворы идеально подходят для операций в области тазобедренного сустава, выполняемых в положении на боку, так как это положение в дальнейшем поддерживается на протяжении операции. Идеально, если спина пациента расположена параллельно краю операционного стола (или каталки), что обеспечивает анестезиологу легкий доступ к нижней части спины. Бедра пациента согнуты так, что его колени подтянуты к животу и нижней части грудной клетки. Шею тоже можно согнуть вперед. Бедра и плечи следует расположить перпендикулярно краю операционного стола, таким образом препятствуя ротации спины. Может потребоваться подушка или свернутые одеяла для поддержки головы и нижней части ног, особенно у пациентов с широкими бедрами. Часто бывает очень полезным участие подготовленного ассистента, помогающего добиться этого идеального положения и поддерживать его. Пациенту следует рекомендовать активно выгибать нижнюю часть спины в сторону анестезиолога. Все эти действия в конечном итоге расширяют поясничные межпозвоночные и межпластинчатые пространства.

2. **Положение сидя (рис. 6.9).** Многие анестезиологи предпочитают положение сидя в связи с тем, что это **облегчает идентификацию средней линии**, особенно у тучных пациентов. Пациент должен сидеть, опустив ноги с операционного стола и уперев стопы в стул, что способствует сгибанию вперед нижней части позвоночника и обеспечивает стабильность положения. Подушка, уложенная пациенту на бедра, также поможет ему поддержать положение с передним сгибанием поясничного отдела позвоночника. И здесь ассистент может оказать неоценимую помощь, ободряя пациента и поддерживая его положение. В зависимости от зоны операции иногда необходимо уложить пациента на спину немедленно после интратекальной инъекции. Если пациента оставить в этом положении на несколько минут после интратекальной инъекции гипербаричного раствора местного анестетика, получится **преимущественно пояснично-крестцовая анестезия** с образованием классического *седельного блока*. Необходимо уделять пристальное внимание артериальному давлению пациента, если он оставлен в положении сидя на какое-то время после интратекальной инъекции, так как это только усилит степень распространения венозного застоя в нижних конечностях (что значительно снизит венозный возврат) вследствие симпатических эффектов спинальной анестезии.
 3. **Положение лицом вниз (положение складного ножа) (рис. 6.10).** При операциях, для которых необходимо положение пациента лицом вниз (положение складного ножа), таких как операции **ректальные и на промежности**, эффективная индукция спинальной анестезии может быть выполнена инъекцией **гипобаричного** раствора местного анестетика пациенту, уже уложенному в это положение. Пациента укладывают на операционный стол лицом вниз так, чтобы тазобедренные суставы оказались прямо над изгибом операционного стола, что облегчает их сгибание (**рис. 6.10**). Кроме того, подушка, подложенная под нижний отдел живота, поможет сгибанию поясничного отдела позвоночника.
- Б. Анатомия доступа к субарахноидальному пространству.** Спинальную анестезию следует выполнять от средних до нижних поясничных промежутков, идеально — в L4–5 или L3–4. Следует избегать попыток на уровне промежутка L1–2 или выше для минимизации риска травмирования иглой конус медуллярис, так как он может располагаться низко, достигая у небольшого числа пациентов верхней части тела позвонка L3 (см. рис. 6.8). После того как пациент уложен и нужный промежуток найден, следуют два ключевых шага для минимизации риска инфицирования: анестезиолог должен тщательно вымыть руки специальным моющим раствором, желательным на спиртовой основе. Далее, широко, без пробелов, на кожу наносят дезинфектант: либо раствор повидин-йодина, либо спиртовой раствор хлоргексидина вокруг предполагаемого места пункции, затем раствором дают высохнуть. Все растворы антисептиков нейротоксичны, и необходимо принять все возможные меры для предупреждения контаминации спинальных игл или растворов местных анестетиков дезинфектантами.
1. **Доступ по средней линии.** После того как налажены мониторинг и подача пациенту кислорода, внутривенная седация оттитрована до обретения пациентом состояния комфорта, выбран и промаркирован межпозвон-

ковый промежуток, завершены стерилизация кожи и обкладка простынями места пункции, начинается выполнение субарахноидальной пункции. При доступе по средней линии, **место введения спинальной иглы расположено между соседними остистыми отростками (рис. 6.3 и 6.11).**

- а. После того как пациент предупрежден, иглой 25—27 G медленно и осторожно делают местным анестетиком «лимонную корочку» над местом предполагаемого введения спинальной иглы. Затем иглу 22—25 G вводят и продвигают под углом 10—15° краниально (вводя по ходу местного анестетика) через подкожные ткани, надостистую связку и, наконец, межостистую связку (рис. 6.11).
- б. После инфильтрации местного анестетика положение пациента перепроверяют, так как пациент мог сместиться, ощутив дискомфорт, связанный с первичной инфильтрацией местного анестетика, и уменьшить прогиб нижней части спины.
- в. Игла, использованная для инфильтрации местного анестетика, может также служить для **верификации срединного доступа** в середине межостистого пространства. Если игла, использованная для инфильтрации местного анестетика, уперлась в кость, можно выполнить разные приемы (см. ниже), чтобы переориентировать иглу в правильное направление по средней линии. Необходима осторожность с тем, чтобы не ввести иглу для инфильтрации слишком глубоко у худых пациентов, так как в этом случае возможна пункция режущей иглой твердой мозговой и паутинной оболочек, что

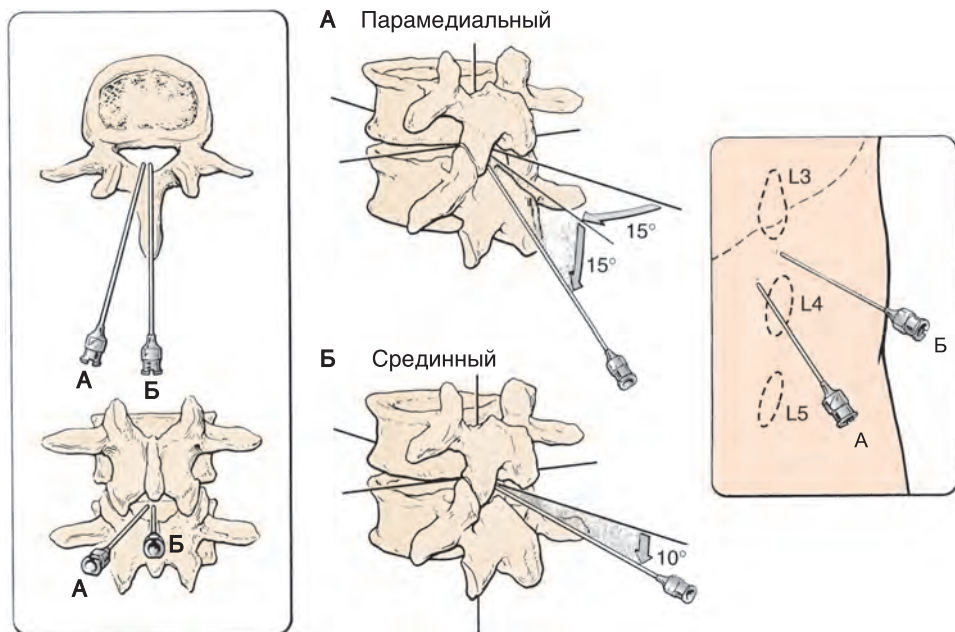


Рис. 6.11. Точка введения иглы и угол ее продвижения при доступах парамедиальном (А) и по средней линии (Б). (Адаптировано из: Cousins MJ, Bribenbaugh LD, eds. *Neural blockade in clinical anesthesia and management of pain*, 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1998:231.)

- потенциально повышает риск постпункционной головной боли (ППГБ).
- г. Затем в точку инфильтрированной кожи вводят **иглу-интродьюсер**, под **небольшим углом краниально** через кожу, подкожные ткани и надостистую связку. Игла должна оказаться в межостистой связке (**рис. 6.11 и 6.12**). В поясничной области остистые отростки отходят под углом слегка каудально у кончиков и межпластинчатое пространство слегка краниально по отношению к пространству межостистой. Применение интродьюсера необходимо при использовании спинальных игл малого диаметра (обычно 24—25 G) для профилактики отклонения кончика спинальной иглы от сред-

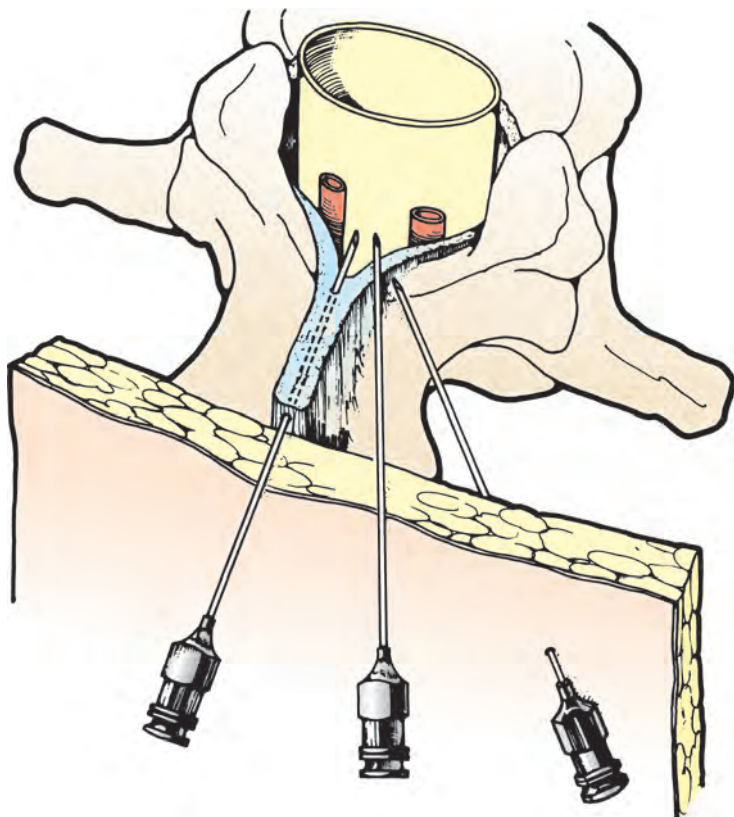


Рис. 6.12. Введение спинальной иглы, боковой и парамедиальный доступ. При классическом срединном доступе игла проходит всю толщу межостистой связки в слегка краниальном направлении и выходит через треугольную желтую связку в эпидуральное пространство прежде, чем пунктировать твердую мозговую оболочку. У пожилых пациентов с кальцифицированной межостистой связкой точку вкола можно сместить на один поперечный палец вбок от связки, все еще проходя по средней линии промежутка, но с доступом к желтой связке под небольшим углом. Третий способ: вкол еще более сместить латерально и немного вниз от промежутка (на поперечный размер пальца в сторону нижнего остистого отростка) и провести иглу прямо перпендикулярно на дужку, и затем продвигать иглу выше и в середину до контакта со связкой. Все три доступа подходят как для спинальной, так и для эпидуральной блокады

ней линии [56]. Кроме того, игла-интродьюсер **снижает контаминацию** спинальной иглы растворами дезинфектантов, эпидермисом и бактериями кожи. При правильной установке интродьюсер будет плотно «сидеть» в межкостистой связке. Если интродьюсер отклоняется, будучи опущен рукой оператора, это, возможно означает, что он не на средней линии межкостистой связки.

- д. После правильной установки интродьюсера его следует стабилизировать, зажав павильон между большим и указательным пальцами не доминирующей руки. Дополнительную стабильность можно обеспечить, уперев тыл удерживающей кисти в спину пациента. Павильон **спинальной иглы с карандашным кончиком 24–25 G** зажимают большим и указательным пальцами доминирующей руки и вводят иглу через интродьюсер, следуя краниальному наклону, но в остальном по средней линии к межпластинчатому пространству (**рис. 6.13**).
- е. Если направление иглы правильно, по мере ее продвижения возникнут два ощущения изменения сопротивления. После прохождения плотной **желтой связки** следует **граница раздела твердой мозговой и паутинной оболочек**. После этого второго изменения сопротивления (часто ощущаемого как потеря сопротивления или «провал») продвижение иглы следует остановить, так как такой

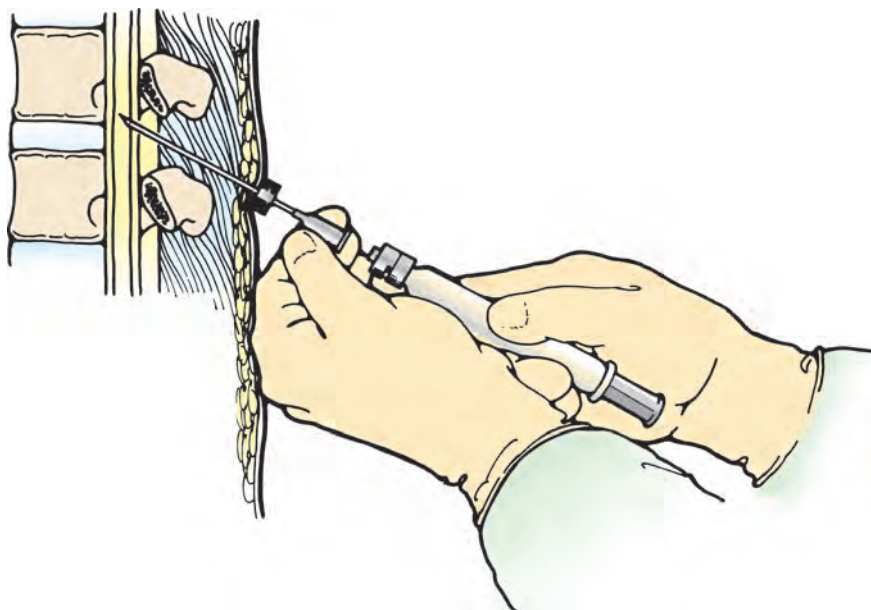


Рис. 6.13. Спинальная игла с интродьюсером. Спинальная игла введена через интродьюсер большего диаметра. Применение интродьюсера помогает избежать проблем с контаминацией кончика спинальной иглы раствором для обработки кожи, эпидермисом или бактериальной микрофлорой кожи, и создает ригидный канал для игл меньшего диаметра, часто используемых для снижения частоты головной боли. Соединен шприц с иглой или нет, вторая рука плотно упирается в спину и прочно удерживает павильон, предупреждая непреднамеренное продвижение иглы вперед или назад

«провал» обычно указывает на то, что кончик иглы уже находится в субарахноидальном пространстве. После ощущения провала не доминирующая рука выпускает интродьюсер и захватывает павильон спиальной иглы для стабилизации ее положения в субарахноидальном пространстве. Стиллет спиальной иглы удаляет доминирующая рука, открывая путь **истечению СМЖ**. При отсутствии свободного тока СМЖ павильон спиальной иглы ротируют на 90° , на случай если небольшой элемент твердой или паутинной оболочки блокировал просвет иглы. Для устранения какой-либо обструкции можно повторно вставить стиллет. Иногда встречается «ложный провал», когда кончик иглы входит в эпидуральное пространство и иглу нужно продвинуть еще для прохождения через твердую мозговую/паутинную оболочки. Если жидкости не получено, стиллет возвращают на место и иглу осторожно продвигают вперед, пока не будет получен еще один провал, после чего стиллет удаляют снова. Предшествующие шаги повторяют до тех пор, пока после очередного удаления стилета не появится СМЖ.

- ж. Иногда спиальная игла проходит субарахноидальное пространство насквозь неожиданно для анестезиолога и кончик иглы «проваливается» через твердую мозговую/паутинную оболочки в переднее эпидуральное пространство. При дальнейшем продвижении иглы она упирается в заднюю поверхность тела позвонка. В этом случае стиллет извлекают и иглу подтягивают медленно, по 3 мм, с каждым подтягиванием ротируя иглу на 90° до тех пор, пока в павильоне иглы не покажется СМЖ.
- з. До начала процедуры анестезиолог должен предупредить пациента о возможности появления **парестезии**. Анестезиологу необходимо объяснить пациенту, что он/она могут ощутить «электрический ток» в ягодице или ноге, и если это случится, он/она должна об этом немедленно сообщить. В какой бы момент пациент ни сообщил о парестезии, введение иглы следует немедленно прекратить и иммобилизовать ее положение. Парестезия часто транзиторна и не сильна и просто служит индикатором достижения субарахноидального пространства. Стиллет удаляют и наблюдают за истечением СМЖ. Наличие СМЖ подтверждает субарахноидальное положение кончика иглы и то, что в этом случае игла задела какую-то часть конского хвоста. Если парестезия прошла, в этой точке можно безопасно вводить местный анестетик. Если парестезия возобновилась либо при аспирации, либо при инъекции, *инъекцию нельзя продолжать ни при каких обстоятельствах!* Если парестезия возобновилась, иглу следует подтянуть и изменить ее положение. Если парестезия появилась, но СМЖ не видно, это, вероятно, означает контакт с корешком нерва, пересекающим эпидуральное пространство, и указывает, что игла в спиальном канале, но отклонилась от средней линии. В этом случае иглу следует подтянуть и изменить направление в сторону, противоположную стороне парестезии.
- и. Как только получен свободный ток СМЖ, к павильону спиальной иглы присоединяют шприц с местным анестетиком. Во время инъекции положение павильона иглы фиксируют недоминирующей

рукой, плотно уперев тыл ее кисти в спину пациента, захватив павильон большим и указательными пальцами (рис. 6.14). **Осторожная аспирация 0,1–0,2 мл СМЖ** подтверждает субарахноидальное положение перед инъекцией. **Раствор местного анестетика вводят медленно (0,5 мл/с)**. Некоторые анестезиологи повторяют аспирацию в середине или в конце инъекции, чтобы подтвердить субарахноидальное положение иглы на протяжении всего процесса инъекции. Не установлено, повышает ли это уровень успешности спинальной анестезии. По завершению инъекции, спинальную иглу и интродьюсер удаляют единым комплексом.

- к. Если игла уперлась в кость, мысленно нужно отметить ее глубину, спинальную иглу (павильон) подтянуть, перенаправить немного более краниально и продолжить введение. Если снова ощущается кость, глубину сравнивают с глубиной первого контакта (рис. 6.14). Если **контакт с костью глубже** предыдущего, игла, скорее всего, продвигается вдоль верхнего гребня остистого отростка ниже избран-

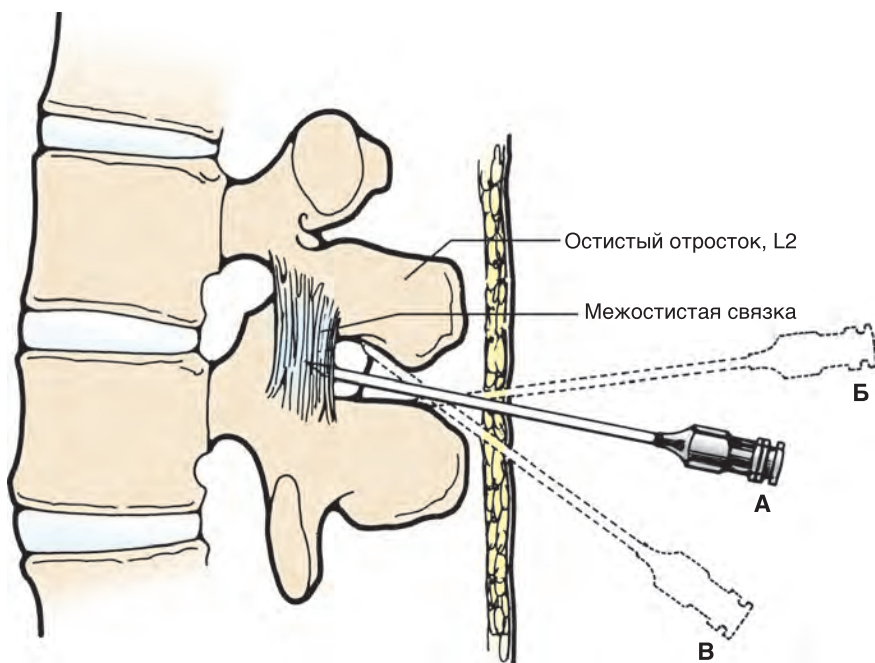


Рис. 6.14. Введение спинальной иглы, вид сбоку. При классическом срединном доступе иглу вводят в середине промежутка и продвигают под небольшим углом в краниальном направлении. Если угол подобран правильно (А), игла войдет в межостистую связку, желтую связку и, затем, в эпидуральное пространство. Если ощущается контакт с костью, то это может быть нижележащий остистый отросток (Б) и перенаправив иглу в более краниальном направлении, можно найти правильный путь. Если краниальное продвижение снова привело к контакту с костью на меньшей глубине (В), то это, вероятно, вышележащий остистый отросток. Если попадание в кость происходит на одной и той же глубине после нескольких попыток изменить направление (на рисунке не показано), то это, скорее всего, дужка латеральнее промежутка; следует проверить, насколько правильно определена средняя линия

ного промежутка и угол ее продвижения следует слегка изменить на более краниальный прежде, чем продолжить ее введение. Если **контакт с костью мельче** предыдущего, это, скорее всего, нижняя поверхность остистого отростка выше избранного промежутка и угол продвижения иглы следует слегка изменить на менее краниальный прежде, чем продолжить ее введение. Если контакт с костью повторился на **прежней глубине**, это, скорее всего, пластина, что означает отклонение иглы от средней линии. Направление иглы (и интродьюсера) следует оценить еще раз и убедиться, что они на средней линии и перпендикулярны длинной оси позвоночника. Иногда пациент может сообщить, в какую сторону отклонился кончик иглы от средней линии. В этом случае иглу подтягивают, продвигают в противоположном направлении. Независимо от способности пациента сообщить о стороне отклонения иглы, логический и системный подход минимизирует число изменений направления иглы. Чаще всего отклонение от правильного направления происходит, когда пациент слегка «заваливается» вперед, от анестезиолога, при попытке согнуть спину. В этом случае, хотя продвижение иглы может быть все еще параллельным полу, оно не будет перпендикулярно позвоночнику, что и приводит к отклонению кончика иглы от средней линии. В целом, направление иглы нужно ориентировать слегка к полу для компенсации такого «заваливания» спины (рис. 6.15).

- л. Методика достижения средней линии одинакова для пациентов как в положении **сидя**, так и в положении **складного ножа лицом вниз**. Когда субарахноидальное пространство достигнуто в положении складного ножа лицом вниз, истечения СМЖ может не быть из-за относительно низкого давления СМЖ в этом положении. Для повышения давления СМЖ на короткое время можно приподнять головной конец операционного стола.
2. **Парамедиальный доступ.** Классический доступ по средней линии адекватен для большинства пациентов и имеет преимущество легкого изучения. Однако если у пациента тяжело кальцифицирована межостистая связка (пожилые пациенты) или ему трудно согнуть спину (пациенты с переломом бедра или в положении складного ножа лицом вниз) для увеличения межостистого пространства, остистую связку и остистые отростки можно обойти парамедиальным доступом. Парамедиальный доступ можно выполнить **лишь слегка латеральнее средней линии и более латерально от нее**.
 - а. При парамедиально-латеральном доступе точка первичного введения спинального интродьюсера определяется как **один—половина поперечного пальца от средней линии**, с сохранением уровня **того же самого межпозвонкового промежутка**. Иглу вводят под слегка медиальным углом и с обычным краниальным углом (см. **рис. 6.11 и 6.12**). Анестезиолог должен выработать трехмерное представление тканей, в которых он/она продвигает иглу так, чтобы кончик достигал средней линии межпластинчатого пространства в точке на глубине твердой мозговой — субарахноидальной оболочек. Отсюда процессы введения и инъекции продолжаются, как и раньше, но надостистая и межостистая связки оказываются обойденными.

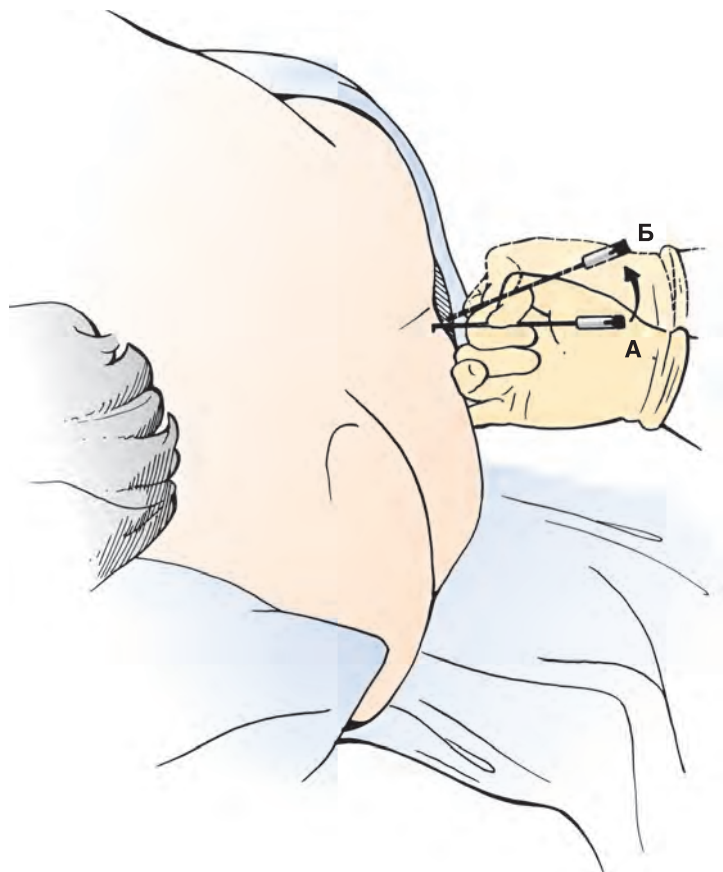


Рис. 6.15. Вид сбоку на положение пациента. Большинство пациентов будут «заваливать» тело кпереди при попытке согнуть спину, и, таким образом, первоначальную ориентацию спинальной (или эпидуральной) иглы (А) параллельно полу придется менять на положение под небольшим к нему углом (Б), чтобы сохранить истинный перпендикуляр к средней линии тела пациента

- б. Парамедиально-латеральный косой доступ** также начинается латеральнее средней линии, но из точки напротив остистого отростка ниже промежутка (см. рис. 6.11 и 6.12). Отсюда иглу продвигают под углом почти 45° к средней линии и 45° краниально с попаданием в субарахноидальное пространство по средней линии. Косой доступ также обеспечивает более благоприятный угол для введения катетера, так как угол выхода на коже делает перегиб катетера менее вероятным.
- в.** Варианты парамедиального доступа включают продвижение иглы двумя отдельными этапами. Первый: от точки введения латерально иглу продвигают в парасагиттальной плоскости параллельно средней линии до контакта с ипсилатеральной пластиной позвонка. Второй: кончик спинальной иглы постепенно «марширует краниально» над краниальным краем пластины в желтую связку.

Отсюда иглу продвигают немного дальше до ожидаемого «провала» через твердую мозговую/паутинную при вхождении иглы в субарахноидальное пространство. Этот доступ позволяет продвигать иглу в одной плоскости в одно время, что проще трехпространственного одноэтапного движения при классическом парамедиальном доступе.

- г. Иногда анестезиолог может установить угол иглы слишком медиально и кончик иглы либо упрется в межостистую связку, либо даже пройдет через нее, пересечет среднюю линию и попадет в контралатеральное эпидуральное пространство. В этом случае спинальную иглу следует извлечь и направить менее медиально. Кончик иглы может попасть в корень остистого отростка, и в этой точке иглу далее продвинуть будет невозможно. В этом случае иглу просто следует извлечь, направить менее медиально и ввести вновь.

3. Пояснично-крестцовый доступ (доступ Тейлора). У некоторых пациентов ни один из вышеописанных доступов не позволит попасть в спинальный канал из-за кальцификации, сращения межпозвоночного промежутка или рубцовых изменений. В этом случае пояснично-крестцовое (L5—S1) позвоночное отверстие может оставаться проходимым, поскольку это **самое большое межпластинчатое отверстие** спинального канала. Латеральный косой доступ к промежутку L5—S1 называется *доступом Тейлора* в честь уролога, популяризовавшего этот метод.

- а. Этот доступ можно использовать у пациента в положении на **боку, лицом вниз и сидя**.
- б. Находят **заднюю верхнюю подвздошную ость** и делают отметку на коже на **1 см медиальнее и на 1 см каудальнее** ее. Так же находят и маркируют среднюю линию промежутка L5—S1. Обычно бывают нужны более длинные спинальные иглы (120—125 мм), так как косой угол создает большее расстояние до субарахноидального пространства.
- в. После соответствующей инфильтрации местным анестетиком вводят интродьюсер и направляют под углом приблизительно 45° краниально и 45° медиально, визуализируя и прицеливаясь на среднюю линию промежутка L5—S1 (**рис. 6.16**).
- г. Изменения сопротивления при прохождении иглой желтой связки и твердой мозговой/паутинной оболочек такие же, как и при медиальном доступе.

В. Ведение пациента после интратекальной инъекции. После успешной интратекальной инъекции при необходимости пациента укладывают в соответствие с планируемой операцией. При укладке пациента надо принять меры во избежание **сдавления периферических нервов и костных выступов**, так как пациент более не способен ощущать какой-либо дискомфорт. При использовании гипобаричного раствора местного анестетика в положении складного ножа лицом вниз или в положении на боку (при операциях на тазобедренном суставе) пациент просто остается в том же положении. Если применяется методика с гипербаричным или изобаричным местным анестетиком при положении на спине или на спине литотомическом, пациента укладывают соответствующим образом.

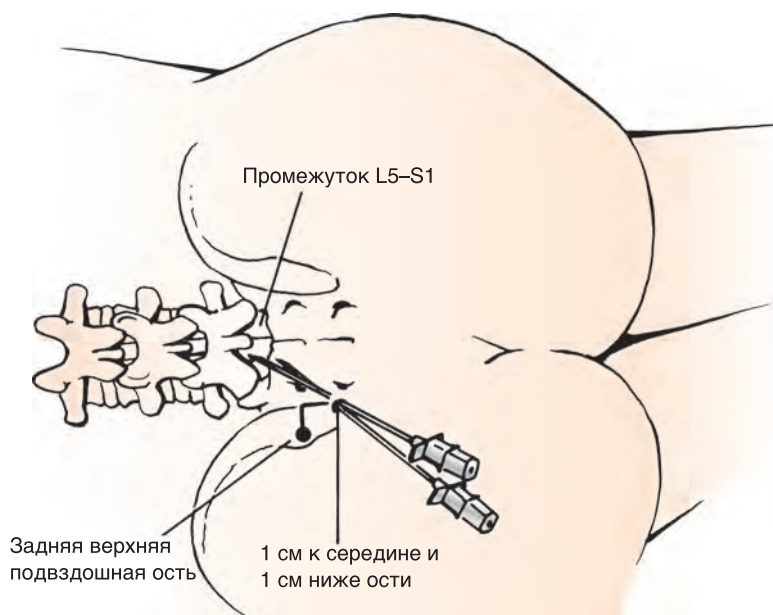


Рис. 6.16. Доступ Тейлора для спинальной анестезии. Иглу вводят на 1 см к середине и 1 см ниже задней верхней подвздошной ости и продвигают под углом 45° к средней линии и 45° краниально. При контакте с дужкой иглу продвигают вверх и к середине, с тем, чтобы попасть в промежуток L5—S1

1. **Частоту сердечных сокращений и артериальное давление измеряют** как можно скорее после интратекальной инъекции, так как симпатические волокна анестезируются раньше других и венозный застой в нижних конечностях начинается немедленно. Утрата венозного возврата может снизить АД и ЧСС, особенно у пожилых или обезвоженных пациентов. Пиковая высота сенсорного блока может достигаться постепенно, повышаясь даже через 30—60 мин после первичной инъекции и приводя к блокаде верхних торакальных симпатических эфферентных волокон, что часто проявляется глубокой брадикардией, так как сочетание утраты венозного возврата и блокады волокон акселераторов сердца (на уровне T1—4) снижает частоту сердечных сокращений. Таким образом, мониторинг АД и ЧСС во время проведения спинальной анестезии обязателен.
2. Уровень **температурной чувствительности тестируют** тампоном со спиртом приблизительно через 2—3 мин после инъекции, так как афферентная температурная чувствительность анестезируется так же быстро, как и болевая афферентная. Такое раннее ее тестирование подтвердит наличие спинальной анестезии и даст представление о конечной пиковой высоте сенсорного блока. Если температурную чувствительность определить трудно, для оценки распространенности сенсорной блокады **можно использовать щипок или укол**.
3. В зависимости от каудальной распространенности операционного поля (при использовании гипербарической методики), уровень сенсорной блокады можно регулировать, используя положение Тренделенбурга (для повышения пиковой высоты сенсорного блока) или обратное ему

(для ограничения пиковой высоты сенсорного блока). Если уровень инъекции в поясничном промежутке каудальнее пика поясничного лордоза, прием Тренделенбурга может быть не адекватен для улучшения краниального распространения гипербаричного местного анестетика, так как больший процент раствора местного анестетика будет скапливаться в крестцовом кифозе. Поскольку сгибание бедер может сгладить степень поясничного лордоза, это должно ограничивать степень скопления местного анестетика в крестцовом кифозе. Было продемонстрировано, что, если после инъекции гипербаричного раствора местного анестетика получен блок с пиковой сенсорной высотой ниже ожидаемой, сочетание сгибания бедер с положением Тренделенбурга будет более эффективно повышать пиковую высоту сенсорной спинальной анестезии, чем только положение Тренделенбурга [57]. Быстрое применение положения обратного положению Тренделенбурга может ограничить краниальное распространение раствора, но не обеспечит регрессии эффекта гипербаричного раствора, который уже распространился на верхние торакальные сегменты. В такой ситуации применение этого приема может усилить гипотензию, связанную с высоким блоком.

4. Во время операции рекомендуется **кислородная поддержка**, особенно пожилым пациентам или лицам с высоким уровнем блока или с глубокой седацией. Мониторинг концентрации **двуоксида углерода в конце выдоха** поможет постоянно оценивать адекватность спонтанной вентиляции и его можно выполнять через лицевую маску или назальную канюлю. Хотя пациенты не всегда ощущают боли в зоне операции, они могут ощущать дискомфорт (в неанестезированных частях тела) или тревогу. Для достижения ощущения пациентом комфорта можно титровать внутривенно **опиоиды, бензодиазепины или гипнотики**. При длительных операциях показано теплое одеяло, так как вазодилатация кожи усиливает потери тепла с прохладным воздухом операционной. Забота о комфорте со стороны внимательного, заботливого и чуткого анестезиолога также может улучшить впечатление пациента об опыте, полученном на операционном столе.
5. После операции пациента необходимо мониторировать до полного регресса спинального блока. Окончанием симпатической эфферентной блокады можно с уверенностью считать восстановление всех моторных и сенсорных функций, включая чувствительность больших пальцев ног. Напротив, **контроль постурального функционального баланса, необходимый для того, чтобы стоять и передвигаться без посторонней помощи, может оставаться нарушенным до 90—120 мин после восстановления большой моторной функции** [58]. Таким образом, передвижение без посторонней помощи должно быть основным фактором, определяющим готовность к выписке домой после амбулаторной спинальной анестезии. После спинальной анестезии традиционно рекомендовали **24 ч постельного режима** для профилактики ППГБ. Доказательств в пользу этой рекомендации нет, хотя она может замедлить развитие симптомов. Поднятия тяжестей и физического напряжения лучше избегать, спинальная анестезия вполне совместима с амбулаторной хирургией и ранней активизацией (при восстановлении функционального баланса).

IV. Постоянная спинальная анестезия

- А. Введение катетера в субарахноидальное пространство повышает **гибкость** и **эффективность** спинальной анестезии, позволяя постоянно или повторно вводить местные анестетики для достижения необходимой степени распространения или длительности анестезии. Методика такая же, как и при установке эпидурального катетера, за исключением того, что иглу, через которую можно провести катетер, продвигают до получения СМЖ; затем через просвет вводят катетер. В настоящее время в США нет спинальных микрокатетеров, специально одобренных FDA. Чаще всего применяются эпидуральные иглы 18 G и эпидуральные катетеры 20 G. К сожалению, иглы и катетеры такого размера могут повысить риск ППГБ. В связи с этим были разработаны сочетания игл/катетеров меньшего размера со спинальными катетерами в диапазоне 24—32 G. FDA впоследствии высказалась против применения катетеров меньше 24 G, так как оно сопряжено с риском скопления больших доз местного анестетика в области крестца, что считается причиной развития синдрома конского хвоста (СКХ) [60].
- Б. После установки иглы в субарахноидальном пространстве и подтверждения наличия СМЖ **катетер вводят на 2—3 см** в субарахноидальное пространство по игле, направленной срезом краниально или каудально, чтобы облегчить выход катетера за пределы кончика иглы.
- В. Используют те же местные анестетики, что и при методике с одной инъекцией. **Необходима крайняя осторожность во избежание введения избыточных доз** местного анестетика, так как это повышает риск **крестцового скопления**, что потенциально повышает риск СКХ. Есть несколько рекомендаций по введению местных анестетиков при постоянной спинальной анестезии.
1. **Использовать самую низкую эффективную концентрацию анестетика.** Использование более разведенных растворов также желательно для удобства более точного дозирования.
 2. **Вводить тест-дозу и оценивать распространенность сенсорного блока.** Должно пройти достаточное время с момента развития действия анестезии прежде, чем будет введена дополнительная доза. После достаточного интервала (45—90 мин, в зависимости от используемого местного анестетика) можно ввести дополнительную дозу, начиная с **половины исходной**. Ее обычно вводят во время, равное двум третям ожидаемой длительности действия исходной дозы. Необходимо установить лимит на общее количество местного анестетика, планируемое к введению.
 3. Поскольку «мертвое пространство» катетера и коннектора включают большой объем относительно объема вводимого анестетика, **катетер следует промывать предварительно аспирированной СМЖ после каждой инъекции.**
 4. Методика постоянной анестезии **теоретически сопряжена с риском инфекции**, поскольку в субарахноидальное пространство введено инородное тело. Хотя это и не доказано, препараты и промывающие шприцы можно организовать на трехходовом кранике, что повысит возможность сохранить стерильность.

5. При подозрении на **крестцовое скопление** местного анестетика используют приемы повышения интратекального распределения местного анестетика (укладка пациента в положение Тренделенбурга, со сгибанием бедер или без).

VII. Осложнения

Спинальная анестезия потенциально сопряжена с осложнениями, и это следует учитывать при определении соотношения риск/польза для данного пациента или операции. Настороженность относительно этих потенциальных осложнений, их профилактика соответствующими методиками, бдительность при раннем распознавании и быстрое лечение являются основой безопасного проведения спинальной анестезии.

А. Сердечно-сосудистые осложнения. Гипотензия, брадикардия и сердечно-сосудистый коллапс — потенциальные побочные эффекты и осложнения спинальной анестезии.

1. **Гипотензия — наиболее частый побочный эффект** спинальной анестезии, является прямым следствием венозного застоя и артериолярной дилатации, вторичных симпатической эфферентной блокаде [61]. Частота гипотензии зависит от критериев, используемых для определения гипотензии и насчитывает от 16 до 33%. Если под гипотензией понимать снижение среднего артериального давления на 30% в течение 10 мин после индукции спинальной анестезии, то частота снижается до 8,2%. Более того, если учитывать только **клинически значимую гипотензию**, т. е. нуждающуюся в коррекции (жидкостями или вазоактивными препаратами), то частота снижается до **5—6%** [62]. Факторы риска развития гипотензии следующие [62, 63]: пиковая высота сенсорного блока выше T5, экстренная операция, хронический алкоголизм, возраст старше 40, исходное систолическое АД ниже 120 мм рт. ст., хроническая гипертензия, сочетание спинальной и общей анестезии и интратекальная инъекция на уровне промежутка L2—3 или выше (**табл. 6.6**) Тяжесть снижения АД приблизительно коррелирует с распространением симпатической блокады, а также внутрисосудистого объема пациента. Максимальное снижение АД обычно происходит в период от 20 до 30 мин, но, возможно, от 45 до 60 мин после индукции спинальной анестезии [64].

- a. Снижение АД можно предупредить **профилактической инфузией**, но это зависит от распределения инфузии во времени. Было продемонстрировано, что введение профилактической объемной нагрузки (20 мл/кг) Рингер-лактата во время индукции спинальной анестезии значительно более эффективно снижает частоту клинически значимой гипотензии, чем тот же самый объем, введенный за 20 мин до индукции спинальной анестезии [65]. Хотя жидкостная нагрузка является терапией выбора при гипотензии, вызванной спинальной анестезией, этот подход следует использовать с осторожностью у пациентов с дисфункцией левого желудочка. Большая внутривенная нагрузка кристаллоидами может спровоцировать венозный застой в легких у восприимчивых пациентов, когда прекра-

щается сопровождавшая спинальную анестезию симпатэктомию. В такой ситуации для лечения гемодинамических эффектов более желательны небольшие объемы жидкости с постоянной инфузией вазопрессоров.

б. Если АД снизилось резко, необходимы **вазопрессоры**, чтобы временно — пока будет введен дополнительный объем жидкости — поддержать АД.

(1) **Эфедрин 5—10 мг** дробно внутривенно — препарат выбора, поскольку не только вызывает вазоконстрикцию, но и повышает сердечный выброс. Действие эфедрина обычно длится 5—10 мин, внутримышечное введение 25 мг может потребоваться, если показана более длительная поддержка. 25—30 мг эфедрина, добавленные в литровый пакет Рингер-лактата, также могут быть эффективны при показаниях к более длительному лечению гипотензии.

(2) **Фенилэфрин (мезатон)** от 50 до 100 мкг внутривенно — разумный выбор второй очереди, особенно при тахикардии, но этот препарат вызывает в первую очередь системную вазоконстрикцию с минимальным увеличением (или снижением) сердечного выброса.

в. **Возвышенное** положение ног поможет ликвидировать нежелательный застой, но низкое положение головы (положение Тренделенбурга), особенно во время гипербарической спинальной анестезии, может вызвать рост сенсорного блока до нежелательно высоких уровней. **Сгибание операционного стола** — идеальный компромисс, так как ноги будут подняты, повышая венозный возврат, в то же время снижается дальнейшее краниальное распространение симпатического блока. Быстро повышающийся уровень блока иногда подталкивает неопытного анестезиолога уложить пациента в положение, обратное Тренделенбургу (голова вверх, ноги вниз), для прекращения краниального распространения анестезии. Это может привести к дальнейшему венозному застою в нижних конечностях, что потенциально ведет к заметному снижению артериального давления.

2. **Брадикардия.** Хотя снижения венозного возврата и системного сосудистого сопротивления являются первичными механизмами снижения сердечного выброса и АД, снижение частоты сердечных сокращений также вносит вклад в гемодинамические эффекты. Когда уровень симпатической блокады достигает верхних грудных уровней, **происходит блокада волокон акселераторов сердца**, которая приводит к заметным степеням повышения тонуса вагуса. Частота умеренной брадикардии, определяемой как частота сердечных сообщений (ЧСС) между 40—50 сокращениями в минуту, составляет приблизительно 10%, а частота тяжелой брадикардии (определяемой как ЧСС менее 40 в минуту) составляет приблизительно 1% [66]. Факторы риска брадикардии включают пиковую высоту сенсорного блока выше T5, преклонный возраст, физиологический статус по шкале Американского общества анестезиологов (ASA) 1, исходную ЧСС менее 60 в минуту, удлинение интервала PR, длительный прием β -адренергических блокаторов, длительную операцию и мужской пол (**табл. 6.6**). Тяжелая брадикардия,

сопровождающая спинальную анестезию, может привести к внезапной асистолии и сердечно-сосудистому коллапсу (см. текст ниже). Однако быстро начатое лечение атропином 0,5—1,0 мг и эфедрином 5—10 мг (особенно при сопутствующей гипотензии) могут вывести из этого штопора.

- 3. Сердечно-сосудистый коллапс** во время спинальной анестезии — не редкое событие, которому часто **предшествуют гипотензия и брадикардия**. Поскольку гипотензия и брадикардия не редки, для предупреждения их потенциально катастрофических осложнений жизненно важны адекватное жидкостное замещение во время индукции спинальной анестезии, постоянное пристальное наблюдение за хирургическими потерями жидкости с быстрым их замещением и фармакологическое лечение гипотензии и брадикардии [67]. Кроме того, избыточная седация может маскировать неадекватную вентиляцию, что ведет к гипоксии и/или гиперкапнии, с потенциальным усилением эффектов гипотензии и брадикардии. Таким образом, лечение гипотензии и брадикардии, индуцированных спинальной анестезией, должно быть быстрым и агрессивным (см. текст выше). Если первые шаги по лечению оказались неэффективными, **показаны агрессив-**

Таблица 6.6

Факторы риска, сопряженные со спинальной анестезией, и коэффициент вероятности гипотензии и брадикардии

Факторы риска	Коэффициент вероятности
Гипотензия	
Пиковая высота сенсорного блока выше T5	3,8
Хронический алкоголизм	3,1
Экстренная операция	2,9
Возраст старше 40 лет	2,5
Исходное АД систолическое ниже 120 мм рт. ст.	2,4
Хроническая гипертензия	2,2
Комбинация спинальной и общей анестезии	1,9
Интратекальная инъекция в МПП L2–3 или выше	1,8
Брадикардия	
Исходное ЧСС менее 60	4,9—16,2
Состояние по ASA I (в отличие от 2 или 3)	3,5
Удлинение интервала PR	3,2
Лечение β-адреноблокаторами	2,9
Пиковая высота блока выше T5	1,7
Возраст моложе 37 лет	1,4
Мужской пол	1,4
Длительность операции	2,0

МПП, межпозвоноквое пространство; ЧСС, частота сердечных сокращений в минуту; ASA, Американское общество анестезиологов

ная ступенчатая эскалация лечения атропином (0,5—1,0 мг), эфедрином (25—30 мг) и раннее начало применения адреналина (0,2—0,3 мг). В случае сердечно-сосудистого коллапса для поддержания необходимого градиента коронарной перфузии жизненно важен **наружный массаж сердца** и применение адреналина. По результатам последних экспериментов на животных и в соответствии с последними рекомендациями по расширенной СЛР, рекомендуются адреналин 1 мг внутривенно каждые 3—5 мин, или вазопрессин 40 мг внутривенно в однократной дозе, параллельно с лечением таких усугубляющих тяжесть состояния факторов, как гипоксия, ацидоз и гиповолемия [68].

Б. Тотальный спинальный блок. Термин тотальный спинальный блок используют для описания спинальной **блокады, распространившейся выше шейного региона**. Этот уровень блокады обычно получается непреднамеренно, в результате неожиданного движения пациента, неправильной укладки или неадекватной дозы местного анестетика. Тотальный спинальный блок манифестирует как быстро **восходящая моторно-сенсорная блокада, брадикардия, гипотензия и диспноэ** с затруднением глотания и фонации. Вскоре могут развиваться остановка дыхания и потеря сознания. Блокада диафрагмального нерва, гипоперфузия мозга ведут к ишемии дыхательных центров ствола мозга; прямое угнетение ствола мозга может вносить вклад в остановку дыхания. К счастью, когда местный анестетик распространяется настолько краниально, его общее количество (и, следовательно, концентрация в СМЖ) невелико, моторный паралич ограничен и **длительность коротка. Быстрое распознавание и начало лечения критически важны** для предупреждения остановки сердца и гипоксического повреждения головного мозга. Лечение тотального спинального блока поддерживающее и состоит из базовой реанимации (дыхательные пути, дыхание, кровообращение), с низким порогом готовности к эндотрахеальной интубации и вентиляции, параллельно с введением жидкости и вазоактивных препаратов для поддержки АД и сердечного выброса. Пациент обычно находится без сознания, и восстановление вербального контакта (проверить регулярно) будет хорошим прогностическим критерием. В период вентиляторной поддержки желательно использовать препарат с амнестическим действием. Если вентиляция и перфузия поддерживаются до полного разрешения блока, смерти и осложнений быть не должно. Идеальна профилактика, настоятельно рекомендуется пристальное внимание к общей дозе интратекально вводимого местного анестетика и положению пациента после индукции. Кроме того, индукция спинальной анестезии после неудавшейся эпидуральной может быть серьезным фактором риска высокого или тотального спинального блока [69].

В. Субдуральная анестезия. Субдуральное пространство по существу есть **потенциальное пространство между внутренней поверхностью твердой мозговой оболочкой и паутинной оболочкой**. В процессе доступа в субарахноидальное пространство обычно его минуют незамеченным. В редких случаях местный анестетик попадает в него через иглу или кончик катетера, если они в нем оказались, и это приводит к широкому распространению местного анестетика в этом пространстве. Если введенная доза была рассчитана на интратекальное пространство (относительно небольшая), в результате

получается **широко распространенная, но минимальная и мозаичная анестезия** сенсорных и моторных нервов, которая может объяснить многие случаи «неудачной спинальной анестезии». Если введенная доза была рассчитана для эпидуральной анестезии, местный анестетик в субдуральном компартменте распространяется еще шире, что влечет неожиданное распространение сенсорной и моторной блокады, которая может даже напоминать симптомы тотального спинального блока. Установлено, что частота субдуральной анестезии составляет 1 на 2000 попыток эпидуральной блокады. Если в результате просто не удалась спинальная анестезия, можно предпринять повторную попытку инъекции, но с учетом возможности вызвать высокий спинальный блок, так как эффект спинальной блокады может наложиться на эффект блокады субдуральной.

- Г. Центральная аксиальная (спинальная или эпидуральная гематома).** Эпидуральная или спинальная гематома **крайне редкое, но потенциально катастрофическое** осложнение попытки спинальной (или эпидуральной) анестезии. Хотя костные элементы спинального канала, защищают спинной мозг от травмы, развитие объемобразующего поражения, такого как нарастающая гематома внутри спинального канала может вызвать прямое сдавление спинного мозга с ишемическим повреждением. Хотя спинально-эпидуральные гематомы потенциально могут спонтанно возникать у нормальных пациентов, риск повышен у **пациентов с нарушениями гемостаза**. Спинально-эпидуральная гематома может быть спровоцирована введением иглы (или катетера) в эпидуральное венозное сплетение у пациентов, не имеющих нарушений гемостаза [70], но риск повышен у получающих лечение препаратами, нарушающими первичный (антитромбоцитарные препараты) или вторичный (системные антикоагулянты) гемостаз. Хотя точно частота гематом, связанных со спинально-эпидуральной анестезией, не установлена, предполагается, что это менее 1 случая на 150 000 эпидуральных и менее 1 случая на 200 000 спинальных анестезий соответственно [71]. В недавнем докладе по второй Согласительной конференции Американского общества по регионарной анестезии (ASRA) представлен анализ по теме нейроаксиальной анестезии и антикоагулянтов и даны рекомендации по рискам, связанным с использованием различных препаратов, а также по тестам и результатам [71]. Необходимость быстрой диагностики и хирургического вмешательства в случае спинально-эпидуральной гематомы была продемонстрирована в недавно вышедшем обзоре закрытой базы данных о жалобах ASRA, в котором отмечено, что повреждения спинного мозга были ведущей причиной жалоб в 1990-х годах, при этом среди них гематомы составляли почти половину. Еще более важно то, что наличие в послеоперационном периоде онемений и слабости типично объясняли действием местного анестетика, что приводило к задержке с диагнозом. Гематому следует заподозрить когда спинальная анестезия (сенсорно/моторные нарушения) длится необычно долго. Другие возможные признаки и симптомы включают вновь появившуюся и прогрессирующую боль в спине и дисфункцию кишечника/мочевого пузыря. Необходимо быстро организовать визуализирующее исследование или консультацию нейрохирурга, так как если с момента возникновения паралича до хирургической декомпрессии прошло более 6—8 ч, неврологический исход неблагоприятный [72].

- Д. **Инфекционные осложнения.** Бактериальная инфекция после спинальной анестезии может проявляться в виде локальной инфекции кожи, **спинально-эпидуральным абсцессом или менингитом.** Наиболее типичным источником инфекции считается нормальная флора кожи пациента (или анестезиолога). Для спинально-эпидурального абсцесса наиболее характерна боль в спине, которая может усиливаться при пальпации, сопровождаться корешковыми болями, сенсорным/моторным дефицитом и лихорадкой. **Для диагностики абсцесса лучше всего подходит магнитно-резонансная томография (МРТ) позвоночного канала и окружающих структур.** Терапия выбора включает **антибиотики внутривенно и хирургическое дренирование/декомпрессию** инфицированной зоны. Признаки и симптомы менингита включают головную боль, тошноту/рвоту, фотофобию, напряжение мышц шеи и лихорадку. Диагноз подтверждают исследование СМЖ и посев. К счастью, быстро начатое лечение антибиотиками обычно приводит к полному выздоровлению. В отличие от этого химический (или асептический) менингит проявляется аналогичным образом, но часто является следствием воспаления, вторично возникшего вследствие контаминации СМЖ дезинфектантами, использованными при подготовке кожи.
- Е. **Повреждение нерва** при спинальной анестезии может быть следствием лекарственной токсичности (препаратов местных анестетиков или добавок) или прямой травмы иглой.

1. **Токсичность лекарств.** Хотя лабораторными исследованиями подтверждено, что **все местные анестетики потенциально нейротоксичны,** клинический опыт и длинная история безопасности дают основания полагать, что вызванные местными анестетиками **повреждения нерва возникают редко.** **Синдром конского хвоста** ассоциировался с применением микрокатетеров и крестцового скопления очень больших и токсичных доз местных анестетиков в поясничной цистерне [60]. **Транзиторная неврологическая симптоматика (ТНС)** — синдром, проявляющийся болью в нижней части спины, иррадиирующей в ягодицы и нижние конечности после в остальном спокойного разрешения спинальной анестезии. Типично появление симптомов на следующий день, они могут сохраняться до недели [73]. Факторы риска включают амбулаторную хирургию, положение во время операции, вызывающее натяжение пояснично-крестцовых корешков (литотомическое или при артроскопии колена) и ожирение. Однако доминирующим фактором риска ТНС является применение лидокаина для спинальной анестезии: хотя все местные анестетики ассоциировались с ТНС, ее частота у лидокаина наиболее высока (16–33%). Доказательств развития стойкого неврологического повреждения нет, но симптомы могут быть достаточно тяжелы для того, чтобы нарушать функциональную активность повседневной жизни и сна [74]. Лечение поддерживающее и в первую очередь состоит из противовоспалительных препаратов и опиоидов.
2. **Прямая травма иглой** может вызвать повреждение нерва до корешка или спинного мозга и **обычно сопровождается тяжелой парестезией в соответствующих дерматомах** спинальных корешков нервов или сегментах спинного мозга. Интраневральное введение, манифестирующее тяжелой парестезией, рассматривается как один из основных фак-

торов повреждения нерва [9, 10]. При появлении парестезии во время продвижения, аспирации или инъекции введение местного анестетика следует прекратить, а положение иглы изменить до полного исчезновения парестезии.

Ж. Потеря слуха после спинальной анестезии описывается все чаще, есть случаи потери слуха, документированные при помощи аудиометрии [75]. Сообщается о частоте случаев от 0,4 до 0,5%, но большинство из них клинически не значимы и **типично длятся менее 1 недели**. Предполагаемые механизмы включают **потерю СМЖ** вследствие пункции твердой мозговой оболочки, при этом результирующее снижение давления СМЖ передается на перилимфу в улитке, что ведет к нарушению функции волосковых клеток и снижению слуха. Кроме того, улучшение давления СМЖ в результате либо эпидуральной кровяной пробки, либо изменения положения пациента с тяжелой ППГБ, сопровождающейся снижением слуха, дает дополнительные свидетельства о механизме потери слуха после спинальной анестезии [76].

З. Тошнота — типичное осложнение спинальной анестезии. Чаще всего причиной становится гипотензия и применение **опиоидов интратекально** в растворе местного анестетика. Считается, что рвоту вызывает **гипотензия** вследствие гипоксемии или гипоперфузии хеморецепторов триггерной зоны (ХТЗ) в продолговатом мозге [77]. В результате было продемонстрировано, что вспомогательный кислород и лечение гипотензии эффективны при лечении периперационной тошноты. Кроме того, спинальная анестезия ведет к **симпатико-вагальному дисбалансу** и не встречающийся противодействия вагальный тонус приводит к гиперактивности ЖКТ. В пользу этого механизма говорит и факт эффективного устранения тошноты во время спинальной анестезии **ваголитическими препаратами (атропин)**. Было продемонстрировано, что интратекальное введение опиоидов удлиняет действие спинальной анестезии и обеспечивает спинально опосредуемую анальгезию. Послеоперационная тошнота — типичный побочный эффект, но его можно эффективно лечить дексаметазоном и дроперидолом, тогда как 5-НТ антагонисты и антагонисты опиоидов оказались значительно менее эффективными.

И. ППГБ [78]. Постдуральная пункционная головная боль — относительно типичное осложнение спинальной анестезии. В настоящее время, при использовании игл меньших размеров (25—26 G) с карандашным кончиком, сообщается о частоте его возникновения приблизительно 0,4—1,0%. Этот показатель значительно возрастает при использовании режущих игл больших размеров (17—18 G, обычно применяются для эпидуральной анестезии) и есть сообщение о такой высокой распространенности, как 75%.

1. Предполагается, что механизм ППГБ связан со **снижением давления СМЖ после утечки последней**. Снижение давления СМЖ ведет к ослаблению плавучей поддержки, в результате чего мозг начинает провисать (особенно в вертикальном положении). В этой ситуации возникает натяжение и давление на воспринимающие боль внутричерепные структуры (менингеальные оболочки, краниальные нервы, шунтирующие вены и венозные синусы). Считается, что снижение давления СМЖ ведет к рефлекторной церебральной вазодилатации, имеющей

целью компенсировать повышение потерь внутричерепного объема и вызывающей головную боль сосудистого типа.

2. ППГБ типично появляется в **срок от 12 до 48 ч** и редко позднее, чем через 5 дней после дуральной пункции. Кардинальным свойством ППГБ является ее связь с положением тела, с ухудшением симптомов в вертикальном положении и улучшением в положении лежа. ППГБ билатеральна, с преимущественно лобно-затылочным распределением, типично описываемая как «тупая, ноющая, пульсирующая или давящая», может быть от умеренной до тяжелой. Сопровождающие симптомы могут включать тошноту и рвоту, фотофобию, с появлением вовлечения краниальных нервов (диплопия и потеря слуха), что указывает на тяжелый случай ППГБ. **Чаще встречается у более молодых пациентов.** Риск у женщин немного выше, чем у мужчин, а самый высокий риск, по-видимому у рожениц, хотя последний факт возможно связан с более высоким риском случайной дуральной пункции режущей иглой большого размера. Хотя большинство случаев головной боли после дуральной пункции (преднамеренной или случайной) относятся к ППГБ, тщательный сбор анамнеза и обследования необходимы для того, чтобы исключить доброкачественные причины (такие как неспецифическая головная боль или пневмоцефалия) и причины серьезные (менингит, субдуральная гематома, субарахноидальное кровоизлияние и головная боль, связанная с преэклампсией/эклампсией).
3. Лечение ППГБ **исходит в первую очередь из тяжести симптоматики и социальных условий пациента.** Например, легкая или средняя головная боль у госпитализированного пациента требует менее экстренного лечения, чем такая же головная боль у только что родившей пациентки, озабоченной уходом за новорожденным. Профилактика — самая недорогая форма лечения и применение игл маленького диаметра с карандашным кончиком сопровождается приемлемо низкой частотой ППГБ. Если амбулаторный пациент живет достаточно далеко от госпиталя или центра амбулаторной хирургии, возвращение туда для выполнения эпидуральной кровяной пломбы будет большим неудобством. Поддерживающее лечение **оральными анальгетиками** (противовоспалительные препараты, ацетаминофен, опиоиды) дает только временное облегчение, а при тяжелой головной боли может быть не эффективно. **Церебральные вазоконстрикторы (каффеин и суматриптан)** могут обеспечить временное улучшение, но не направлены на лечение этиологии симптомов, вызванных низким давлением СМЖ вследствие утечки последней. Кровяная пломба (см. гл. 7) остается до настоящего времени золотым стандартом лечения, поскольку направлена на основную причину (персистирующую утечку СМЖ) и предполагаемый механизм (низкое давление СМЖ) ППГБ. **Эффективность однократной кровяной пломбы от 70 до 98%, но может потребоваться и вторая кровяная пломба, особенно в случае случайной дуральной пункции эпидуральной иглой большого калибра [79].** Считается, что механизмы, по которым кровяная пломба облегчает симптоматику ППГБ, представляют собой сочетание масс-эффекта введенной в эпидуральное пространство крови, и транслокации СМЖ в интракраниальный ком-

партмент, а также формирование сгустка над проколом в твердой мозговой оболочке, что предупреждает дальнейшую утечку СМЖ. После успешно проведенной кровяной пломбы сохранение положения лежа в течение 1—2 ч может привести к более полному разрешению симптомов. Обычно рекомендуется в течение 24—48 ч избегать подъема тяжестей, напряжения и прогулок на воздухе для минимизации риска отрыва тромба.

Литература

1. Fink BR, Walker S. Orientation of fibers in the human dorsal lumbar dura mater in relation to lumbar puncture. *Anesth Analg* 1989;69:768—772.
2. Vandenabeele F, Creemers J, Lambrichts I. Ultrastructure of the human spinal and dura mater. *J Anat* 1996;189:417—430.
3. Reina MA, De Leon Casasola O, Villanueva MC, *et al.* Ultrastructural findings in human spinal pia mater in relation to subarachnoid anesthesia. *Anaesth Analg* 2004;98:1479—1485.
4. Hogan Q. Size of human lower thoracic and lumbosacral nerve roots. *Anesthesiology* 1996;85:37—42.
5. Hogan Q, Toth J. Anatomy of the soft tissues of the spinal canal. *Reg Anesth Pain Med* 1999;24:303—310.
6. Kim JT, Bahk JH, Sung J. Influence of age and sex on the position of the conus medullaris and Tuffier's line in adults. *Anesthesiology* 2003;99:1359—1363.
7. **Broadbent CR, Maxwell WB, Ferrie R, *et al.* Ability of anaesthetists to identify a marked lumbar interspace. *Anaesthesia* 2000;55:1122—1126.**
8. Furness G, Reilly MP, Kuchi S. An evaluation of ultrasound imaging for identification of lumbar intervertebral level. *Anaesthesia* 2002;57:277—280.
9. Reynolds F. Damage to the conus medullaris following spinal anaesthesia. *Anaesthesia* 2001;56:238—247.
10. Hamandi K, Mottershead J, Lewis T, *et al.* Irreversible damage to the spinal cord following spinal anesthesia. *Neurology* 2002;59:624—626.
11. Kim JT, Jung CW, Lee JR, *et al.* Influence of lumbar flexion on the position of the intercrural line. *Reg Anesth Pain Med* 2003;28:509—511.
12. Rocco AG, Raymond SA, Murray E, *et al.* Differential spread of blockade of touch, cold, and pinprick during spinal anesthesia. *Anesth Analg* 1985;64:917—923.
13. Sakura S, Sakaguchi Y, Shinzawa M, *et al.* The assessment of dermatomal level of surgical anesthesia after spinal tetracaine. *Anesth Analg* 2000;90:1406—1410.
14. Kouri ME, Kopacz DJ. Spinal 2-chloroprocaine: a comparison with lidocaine in volunteers. *Anesth Analg* 2004;98:75—80.
15. **JR, Horlocker TT, Schroeder DR. Neuraxial anesthesia and analgesia in patients with preexisting central nervous system disorders. *Anesth Analg* 2006;103:223—228.**
16. Hebl JR, Kopp SL, Schroeder DR, *et al.* Neurological complications after neuraxial anesthesia or analgesia in patients with preexisting peripheral sensorimotor neuropathy or diabetic polyneuropathy. *Anesth Analg* 2006;103:1294—1299.
17. as A, Chan VW. Neuraxial anesthesia and multiple sclerosis. *Can J Anaesth* 2005;52:454—458.
18. McDonald SB. Is neuraxial blockade contraindicated in patients with aortic stenosis? *Reg Anesth Pain Med* 2004;29:496—502.
19. **Wedel DJ, Horlocker TT. Regional anesthesia in the febrile or infected patient. *Reg Anesth Pain Med* 2006;31:324—333.**

20. Green NM. Distribution of local anesthetics within the subarachnoid space. *Anesth Analg* 1985;64:715—730.
21. Hocking G, Wildsmith JAW. Intrathecal drug spread. *Br J Anaesth* 2004;93:568—578.
22. Hirabayshi Y, Shimizu R, Saitoh K, *et al.* Anatomical configuration of the spinal column in the supine position. I. A study using magnetic resonance imaging. *Br J Anaesth* 1995;75:3—5.
23. Hirabayshi Y, Shimizu R, Fukuda H, *et al.* Anatomical configuration of the spinal column in the supine position. II. Comparison of pregnant and non-pregnant women. *Br J Anaesth* 1995;75:6—8.
24. Veering BT, Immink-Speet TT, Burm AG, *et al.* Spinal anaesthesia with 0.5% hyperbaric bupivacaine in elderly patients: effects of duration of spent in the sitting position. *Br J Anaesth* 2001;77:738—742.
25. Casati A, Fanelli G, Aldegheri G, *et al.* Frequency of hypotension during conventional or asymmetric hyperbaric spinal block. *Reg Anesth Pain Med* 1999;24:214—219.
26. Bodily MN, Carpenter RL, Owens BD. Lidocaine 0.5% spinal anesthesia: a hypobaric solution for short-stay perirectal procedures. *Can J Anaesth* 1992;39:770—773.
27. Faust A, Fournier R, Van Gessel E, *et al.* Isobaric versus hypobaric spinal bupivacaine for total hip arthroplasty in the lateral position. *Anesth Analg* 2003;97:589—594.
28. Sheskey MC, Rocco Ag, Bizzarri-Scgmid M, *et al.* A dose-response study of bupivacaine for spinal anesthesia. *Anesth Analg* 1983;62:931—935.
29. Van Zundert AA, Grouls RJ, Korsten HH, *et al.* Spinal anesthesia. Volume or concentration: what matters? *Reg Anesth* 1996; 21:112.
30. Brown DT, Wildsmith JAW, Covino BG, *et al.* Effect of baricity on spinal anesthesia with amethocaine. *Br J Anaesth* 1980;52:589—596.
31. Wildsmith JAW, McClure J, Brown DT, *et al.* Effects of posture on spread of isobaric and hyperbaric amethocaine. *Br J Anaesth* 1981;53:273—278.
32. Liu SS, Ware PD, Allen HW, *et al.* Dose-response characteristics of spinal bupivacaine in volunteers. Clinical implications for ambulatory anesthesia. *Anesthesiology* 1996;85:729—736.
33. Touminen M, Pitkanen M, Taivainen T, *et al.* Predictors of spread of repeated spinal anesthesia with bupivacaine. *Br J Anaesth* 1992;68:136—138.
34. Olson KH, Nielsen TH, Kristofferson E, *et al.* Spinal anesthesia with plain bupivacaine 0.5% administered at spinal interspace L2/L3 or L4/L5. *Br J Anaesth* 1990;64:170—172.
35. Serpell MG, Gray WM. Flow dynamics through spinal needles. *Anaesthesia* 1997;52:229—236.
36. Urmey WF, Stanton J, Bassin P, *et al.* The direction of the Whitacre needle aperture affects the extent and duration of isobaric spinal anesthesia. *Anesth Analg* 1997;84:337—341.
37. Taivainen T, Touminen M, Kuulasmaa KA, *et al.* A prospective study on reproducibility of the spread of spinal anesthesia using plain bupivacaine 0.5%. *Reg Anesth* 1990;15:12—14.
38. Casati A, Fanelli G, Danelli G, *et al.* Spinal anesthesia with lidocaine or preservative-free 2-chloroprocaine for outpatient knee arthroscopy: a prospective, randomized, double-blind comparison. *Anesth Analg* 2007;104:959—964.
39. Frey K, Holman S, Mikat-Stevens M, *et al.* The recovery profile of hyperbaric spinal anesthesia with lidocaine, bupivacaine, and tetracaine. *Reg Anesth Pain Med* 1998;23:159—163.
40. Kooger-Infante NE, Van Gessel E, Forster A, *et al.* Extent of hyperbaric spinal anesthesia influences duration of block. *Anesthesiology* 2000;92:1319—1323.
41. Burm AG, Van Kleef JW, Gladines MP, *et al.* Plasma concentrations of lidocaine and bupivacaine after subarachnoid administration. *Anesthesiology* 1983;59:191—195.
42. Chiu AA, Liu SS, Carpenter RL, *et al.* The effects of epinephrine on lidocaine spinal anesthesia: a cross-over study. *Anesth Analg* 1995;80:735—739.
43. Racle JP, Benkhadra A, Poy JY, *et al.* Prolongation of isobaric spinal anesthesia with epinephrine and clonidine for hip surgery in the elderly. *Anesth Analg* 1987;66:442—446.

44. Armstrong IR, Littlewood DG, Chambers WA. Spinal anesthesia with tetracaine—effect of added vasoconstrictors. *Anesth Analg* 1983;62:793—795.
45. Concepcion M, Maddi R, Francis D, et al. Vasoconstrictors in spinal anesthesia with tetracaine—comparison of phenylephrine and epinephrine. *Anesth Analg* 1984;63:134—138.
46. Moore JM, Liu SS, Pollock JE, et al. The effect on epinephrine on small-dose hyperbaric bupivacaine spinal anesthesia: clinical implications for ambulatory surgery. *Anesth Analg* 1998;86:973—977.
47. Chiari A, Eisenach JC. Spinal anesthesia: mechanisms, agents, methods, and safety. *Reg Anesth Pain Med* 1998;23:357—362.
48. Hamber EA, Viscomi CM. Intrathecal lipophilic opioids as adjuncts to surgical spinal anesthesia. *Reg Anesth Pain Med* 1999;24:255—263.
49. Liu SS, Chiu AA, Carpenter RL, et al. Fentanyl prolongs lidocaine spinal anesthesia without prolonging recovery. *Anesth Analg* 1995;80:730—734.
50. Singh H, Yang J, Thornton K, et al. Intrathecal fentanyl prolongs sensory bupivacaine spinal block. *Can J Anaesth* 1995;42:987—991.
51. Rathmell JP, Lair TR, Nauman B. **The role of intrathecal drugs in the treatment of acute pain.** *Anesth Analg* 2005;101:S30-S43.
52. Rathmell JP, Pino CA, Taylor R, et al. Intrathecal morphine for postoperative analgesia: a randomized, controlled, dose-ranging study after hip and knee arthroplasty. *Anesth Analg* 2003;97:1452—1457.
53. Bowrey S, Hamer J, Bowler I, et al. A comparison of 0.2 and 0.5 mg intrathecal morphine for postoperative analgesia after total knee replacement. *Anaesthesia* 2005;60:449—452.
54. Raffaelli W, Marconi G, Fanelli G, et al. Opioid-related side-effects after intrathecal morphine: a prospective, randomized, double-blind dose-response study. *Eur J Anaesthesiol* 2006;23:605—610.
55. Shapiro A, Zohar E, Zalansky R, et al. The frequency and timing of respiratory depression in 1524 postoperative patients treated with systemic or neuraxial morphine. *J Clin Anesth* 2005;17:537—542.
56. Ahn WS, Bahk JH, Lim YJ, et al. The effect of introducer gauge, design, and bevel direction on the deflection of spinal needles. *Anaesthesia* 2002;57:1007—1011.
57. Kim JT, Shim JK, Kim SH, et al. Trendelenburg position with hip flexion as a rescue strategy to increase spinal anaesthetic level after spinal block. *Br J Anaesth* 2007;98:396—400.
58. Imarengiaye CO, Song D, Prabhu AJ, et al. Spinal anesthesia: functional balance is impaired after clinical recovery. *Anesthesiology* 2003;98:511—515.
59. Horlocker TT, McGregor DG, Matsushige D, et al. Neurological complications of 603 consecutive continuous spinal anesthetics using macrocatheter and microcatheter techniques. *Anesth Analg* 1997;84:1063—1070.
60. Rigler ML, Drasner K, Krejcie TC, et al. Cauda equina syndrome after continuous spinal anesthesia. *Anesth Analg* 1991;72:275—281.
61. Salinas FV, Sueda LA, Liu SS. Physiology of spinal anesthesia and practical suggestions for successful spinal anaesthesia. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2002;16:195—210.
62. Hartmann B, Junger A, Klasen J, et al. The incidence and risk factors for hypotension after spinal anesthesia induction: an analysis with automated data collection. *Anesth Analg* 2002;94:1521—1529.
63. Carpenter RL, Caplan RA, Brown DL, et al. **Incidence and risk factors for side effects of spinal anesthesia.** *Anesthesiology* 1992;76:906—916.
64. Arndt JO, Bomer W, Krauth J, Marquardt. Incidence and time course of cardiovascular effects during spinal anesthesia after prophylactic administration of intravenous fluids and vasoconstrictors. *Anesth Analg* 1998;87:347—354.
65. Mojica JL, Melendez HJ, Bautista LE. The timing of intravenous crystalloid administration and incidence of cardiovascular side effects during spinal anesthesia: the results from a randomized controlled trial. *Anesth Analg* 2002;94:432—437.

66. Lesser JB, Sanborn KV, Valskys R, *et al.* Severe bradycardia during spinal and epidural anesthesia recorded by an anesthesia information management system. *Anesthesiology* 2003;99:859—866.
67. Pollard JB. **Cardiac arrest during spinal anesthesia: common mechanisms and strategies for prevention.** *Anesth Analg* 2001;92:252—256.
68. Krismer AC, Hogan QC, Wenzel V, *et al.* The efficacy of epinephrine or vasopressin for resuscitation during epidural anesthesia. *Anesth Analg* 2001;93:734—742.
69. Furst SR, Reisner LS. Risk of high spinal anesthesia following failed epidural block for cesarean delivery. *J Clin Anesth* 1995;1:71—74.
70. Cullen DJ, Bogdanoiv E, Htut N. Spinal epidural hematoma occurrence in the absence of known risk factors: a case series. *J Clin Anesth* 2004;16:3786—3781.
71. **Horlocker TT, Wedel DJ, Benzon HT, *et al.* Regional anesthesia in the anticoagulated patient: defining the risks (the second ASRA consensus conference on neuraxial anesthesia and anticoagulation).** *Reg Anesth Pain Med* 2003;28:172—197.
72. Lee LA, Posner KL, Domino KB, *et al.* Injuries associated with regional anesthesia in the 1980s and 1990s: a closed claims analysis. *Anesthesiology* 2004;101:143—152.
73. **Pollock JE. Neurotoxicity of intrathecal local anaesthetics and transient neurological symptoms.** *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2003;17:471—483.
74. Tong D, Wong J, Chung F, *et al.* Prospective study on the incidence and functional impact of transient neurological symptoms associated with 1% versus 5% hyperbaric lidocaine in short urological procedures. *Anesthesiology* 2003;98:485—494.
75. Cosar A, Yetiser S, Sizlan A, *et al.* Hearing impairment associated with spinal anesthesia. *Acta Otolaryngol* 2004;124:1159—1164.
76. Lybecker H, Andersen T, Helbo-Hansen HS. The effect of epidural blood patch on hearing loss in patients with severe PDPH. *J Clin Anesth* 1995;7:457—464.
77. Borgeat A, EkatoDRAMIS G, Schenker CA. Postoperative nausea and vomiting in regional anesthesia. *Anesthesiology* 2003;98:530—547.
78. **Harrington BE. Postdural puncture headache and the development of the epidural blood patch.** *Reg Anesth Pain Med* 2004;29:136—163.
79. Safa-Tisseront V, Thormann F, Malasinne P, *et al.* Effectiveness of epidural blood patch in the management of post-dural puncture headache. *Anesthesiology* 2001;95:334—339.

Глава 7

Эпидуральная анестезия

Кристофер М. Бернардс

I. Введение

По сравнению со спинальной анестезией, введение эпидуральной иглы требует **более длительного времени**, эпидуральный блок развивается **медленнее** и выше вероятность того, что эпидуральный блок окажется **недостаточно плотным** для предупреждения всех болевых ощущений во время операции. Тем не менее эпидуральная анестезия имеет определенные преимущества перед анестезией спинальной. Основные среди них — более **низкая частота возникновения головной боли после дуральной пункции**, **менее выраженная гипотензия** (если адреналин не применяется), возможность расширять распространенность и длительность блокады при использовании **катетера** и возможность использовать эпидуральный катетер для **послеоперационной анальгезии** (см. гл. 23).

II. Анатомия

Понимание анатомии эпидурального пространства критически важно для свободного выполнения эпидуральной анестезии/анальгезии и для представления соответствующей фармакологии эпидурального пространства. Клиницисты должны представлять трехмерную анатомическую картину с тем, чтобы уметь изменять направление своей иглы при контакте с костными структурами. Они должны понимать соотношения между сегментами спинного мозга, спинномозговыми нервами, уровнем позвончика и кожными дерматомами. И наконец, клиницисты должны осознать, что анатомия позвончика и его соотношение с невральными структурами варьируют на протяжении всей длины спинного мозга.

- A. Костная анатомия** (рис. 7.1 и 7.2). Эпидуральное пространство лежит между твердой мозговой оболочкой и стенками позвоночного канала и распространяется от большого затылочного отверстия до крестцово-копчиковой связки. Позвонки состоят из **тела** впереди, **дужек** по бокам, **пластин** и соответствующих **поперечных отростков** сзади по бокам и **остистого отростка** по средней линии сзади. Эпидуральное пространство доступно через позвоночное межпластинчатое пространство (рис. 7.1). Доступность межпластинчатого пространства по средней линии или парамедиально зависит от формы следующего после избранного промежутка в краниальном направлении остистого отростка; в средне-грудном отделе (T4—10) углы остистых отростков каудальны настолько, что прикрывают межпластинчатое пространство по средней линии. Поскольку по мере каудального продвижения размер позвонка растет, самый большой объем эпидуральное пространство имеет на поясничном уровне.

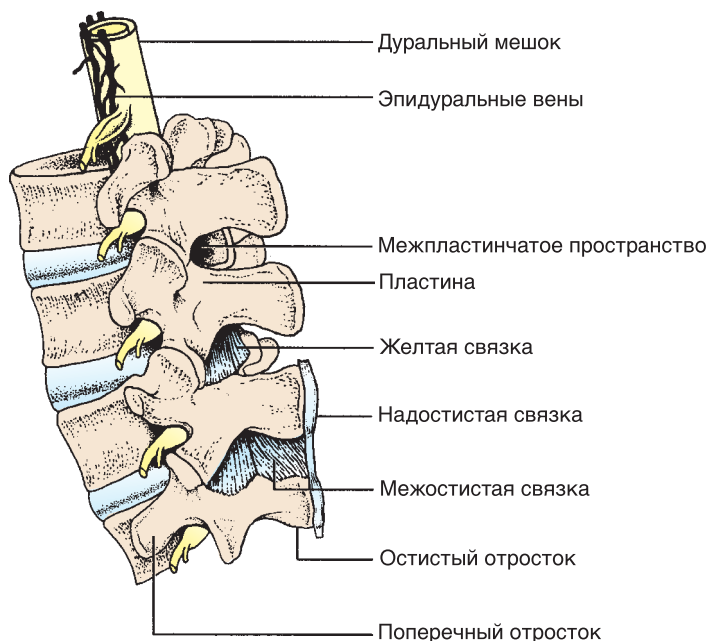


Рис. 7.1. Анатомия костей и связок поясничного отдела позвоночника. Такие же структуры есть на всех уровнях позвоночника, но на разных уровнях они отличаются формой, а также соотношениями костных компонентов и межпластинчатого пространства. Обратите внимание на расположение эпидуральных вен в переднем эпидуральном пространстве

Б. Связки. Передняя и задняя продольные связки идут вдоль передней и задней поверхностей тел позвонков. **Надостистая связка** идет по всей длине позвоночника, соединяя верхушки всех остистых отростков. **Межостистая связка** соединяет тела двух соседних остистых отростков и **желтая связка** соединяет соседние пластины позвонков.

1. **Желтая связка** и межостистые связки прерывисты, т. е. между каждой парой позвонков есть индивидуальные связки.
2. Желтая связка состоит из отдельных право- и левосторонних связок, которые обычно, но не всегда, сливаются по средней линии [1]. Их неслияние по средней линии может затруднить распознавание эпидурального пространства с использованием методики «потери сопротивления» по средней линии (см. текст ниже). Толщина связки составляет 3—5 мм.

В. Эпидуральный жир. Эпидуральный жир лежит между твердой мозговой оболочкой и позвоночным каналом. Хотя часто его некорректно описывают как постоянный, единый футляр окружающий спинной мозг, Хоган продемонстрировал, что на самом деле эпидуральный жир лежит в отдельных карманах в заднем и переднебоковом отделах эпидурального пространства (рис. 7.3). Задний жировой компартмент отделяет желтую связку от твердой мозговой оболочки и, таким образом, препятствует попаданию эпидуральной иглы в субарахноидальное пространство при выходе из желтой связки.

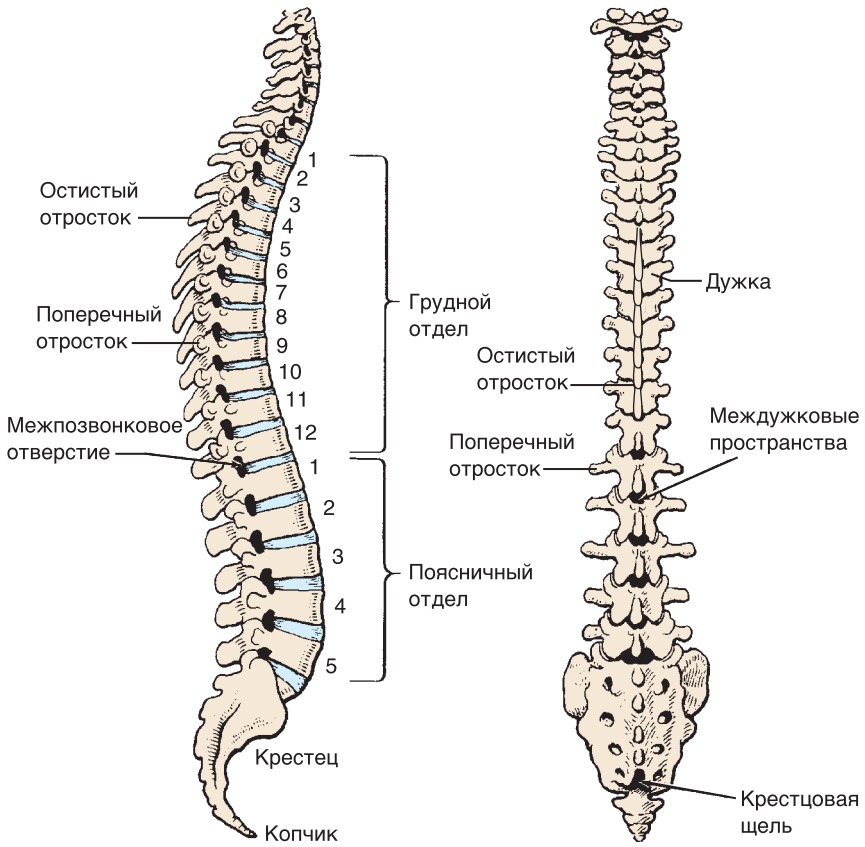


Рис. 7.2. Сравнительная анатомия поясничного и грудного отделов позвоночника

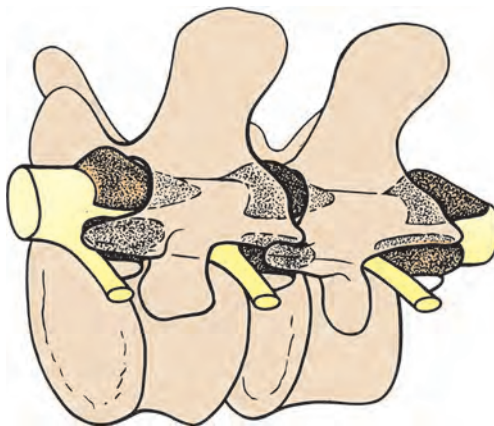


Рис. 7.3. Эпидуральный жир (заштрихованные зоны) прерывисто распределен по эпидуральному пространству. В зонах, где жира нет, твердая мозговая оболочка прилежит к желтой связке и представляет собой «потенциальное пространство». (Адаптировано из: Hogan Q. Lumbar epidural anatomy: new look by criomicrotome section. *Anesthesiology* 1991;75:767.)

1. Поскольку **гидрофобные** препараты могут экстенсивно секвестрироваться в эпидуральном жире, это играет важную роль в их фармакокинетике [2]. Неясно, действует ли жир как резервуар, пролонгирующий длительность блокады, или как зона застоя, уменьшающая количество доступного препарата (таким образом замедляя развитие его действия), или то и другое вместе.
- Г. **Эпидуральные вены.** Хотя эпидуральные вены часто описывают как ретикулярную сеть, окружающую спинной мозг, такой взгляд на эпидуральное венозное сплетение (сплетение Батесона) неправилен. Эпидуральные вены почти всегда ограничены передним эпидуральным пространством и лишь очень редко вена находится сзади от межпозвоночного отверстия, через которое выходят спинномозговые нервы [3, 4].
- Д. **Твердая мозговая оболочка.** Твердая мозговая оболочка состоит почти полностью из случайным образом ориентированных коллагеновых волокон [5], образующих внутренний предел эпидурального пространства. «Дуральный мешок» постепенно сужается и заканчивается приблизительно на уровне L5, где он продолжается через крестцовый позвоночный канал как **филум терминале**. Следовательно, ниже L5 объем эпидурального пространства больше, каковой факт вероятно объясняет большой объем местного анестетика, необходимый для распространения каудальной эпидуральной анестезии до нижних грудных уровней. Впереди твердая мозговая оболочка часто спаяна с задней продольной связкой и, таким образом, «облитерирует» переднее эпидуральное пространство и препятствует распространению жидкости через среднюю линию вперед.

III. Фармакология

- А. **Точка действия.** Точная точка действия местного анестетика, введенного эпидурально, неизвестна. Исследования на животных и у людей показывают, что местные анестетики проникают через оболочки спинного мозга и попадают в СМЖ в концентрациях, сравнимых с таковыми при спинальной анестезии. Однако передача в спинном мозге остается интактной, и это указывает на то, что спинной мозг сам по себе не является точкой действия. Исследования на животных продемонстрировали наличие относительно высоких и сравнимых концентрации местного анестетика как в экстрадуральных спинномозговых нервах, проходящих через эпидуральное пространство, так и в корешках спинномозговых нервов в субарахноидальном пространстве. Неизвестно, какая из этих зон является принципиальной точкой действия, но разумно было бы полагать, что они обе играют свою роль.
- Б. **Препараты местных анестетиков.** Для эпидуральной анестезии применялись почти все местные анестетики. Учитывая опасность нейротоксичности в эпидуральном пространстве, следует использовать только **растворы местных анестетиков, не содержащие консервантов**. Местные анестетики обычно разделяют по **длительности их действия**. Однако «длительность» любой блокады варьирует в зависимости от определения слова «длительность». Для эпидуральной анестезии часто используют термин «*регрессия на два дерматома*», который определяет количество времени, нужное для сниже-

ния блока на два дерматома от его максимального распространения. Регрессия на два дерматома — разумная оценка длительности эффективного хирургического блока. Полное разрешение есть время, нужное для полного прекращения сенсорной блокады и разумная оценка для определения времени, когда амбулаторного пациента можно выписывать. В табл. 7.1 приведены данные по обоим параметрам. Препараты, в настоящее время применяемые для эпидуральной анестезии, описаны далее.

1. Короткое действие

а. Хлоропрокаин (2%-й или 3%-й) в настоящее время доступен в виде не содержащего консервантов раствора для эпидуральной анестезии. Хлоропрокаин вызывает **самое быстрое развитие** эпидуральной блокады с **самой короткой длительностью** действия (рис. 7.4), хотя длительность можно увеличить на неопределенный срок при помощи эпидурального катетера. В некоторых исследованиях использование больших доз хлоропрокаина (более 1200 мг) и присутствие этилендиамина тетрауксусной кислоты (EDTA) ассоциировалось с постэпидуральной болью в спине больше, чем это описано для других местных анестетиков [6]. Также были сообщения о боли в спине после применения больших доз не содержащего консервантов хлоропрокаина (3000 мг в течение более 7 ч) [7], в то время как исследования с использованием более умеренных доз (900 мг) показали только легкую боль, которая не отличалась от испытываемой после лидокаина [8]. Хлоропрокаин, введенный эпидурально, также ассоциировался с понижением эффективности в дальнейшем вводимого эпидурально морфина [9] и клонидина [10], причины чего не установлены.

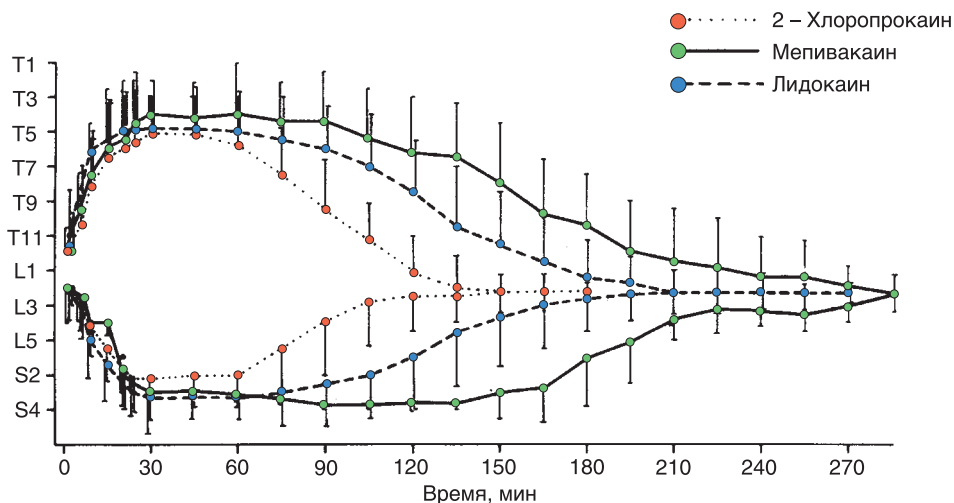


Рис. 7.4. Развитие и длительность эпидуральной анестезии. Сенсорный уровень блокады по дерматомам (со стандартным отклонением) показан как функция времени, прошедшего с момента инъекции 20 мл 3%-го 2-хлоропрокаина, 1,5%-го лидокаина или 1,5%-го мепивакаина с 1:200 000 адреналина в промежутке L2. Средняя общая длительность анестезии составила 133, 182 и 247 мин соответственно. (С разрешения из: Корасц DJ, Мулрой MF. Chlorprocain and lidocaine decrease hospital stay and admission rate after outpatient epidural anesthesia. *Reg Anesth* 1990;15:19.)

- б. Прокаин** как местный анестетик для эпидуральной анестезии **ненадежен**.
- 2. Средняя длительность.** Эти препараты вызывают скорость развития блокады, незначительно отличающуюся от хлоропрокаина, но такая блокада медленнее разрешается, что может привести к задержке с выпиской амбулаторных пациентов.
- а. Лидокаин** (1,5 или 2,0%-й) вызывает прекрасную анестезию длительностью 60—90 мин после однократной инъекции, но отмечены случаи **тахифилаксии** (снижение длительности при повторной инъекции) при повторных введениях через эпидуральный катетер. Механизм неизвестен, но представляется, что он не является результатом изменений распределения препарата в эпидуральном пространстве или выведения из него [11].
- б. Мепивакаин** (1 или 1,5%-й) вызывает блок в среднем немного более длительный, чем лидокаин.
- 3. Длительное действие.** С учетом простоты катетеризации эпидурального пространства, длительное действие этих препаратов менее полезно и может быть значительным недостатком для эпидуральной анестезии у амбулаторных пациентов, для которых важно быстрое восстановление.
- а. Бупивакаин** (0,5 или 0,75%-й) поставляется как рацемическая смесь лево- и правовращающих оптических изомеров. Он вызывает сенсорную блокаду несколько более основательную, чем моторная, что и сделало его предпочтительным препаратом для эпидуральной **анальгезии** (особенно в разведенных концентрациях). Он медленнее захватывается из эпидурального пространства, чем местные анестетики промежуточной длительности, и, таким образом, обладает меньшим потенциалом для системной токсичности, вызываемой абсорбцией местного анестетика. В связи с кардиотоксичностью бупивакаина (см. гл. 3), важно избегать высоких доз и внутрисосудистого введения, обязательно предварительно вводить тест-дозу.
- б. Левобупивакаин**, левовращающий изомер бупивакаина, практически неотличим от рацемической смеси по всем показателям, за исключением того, что он менее кардиотоксичен. В настоящее время левобупивакаин в США **недоступен**.
- в. Ропивакаин** — чистый оптический изомер, приблизительно на **40% менее мощный**, чем бупивакаин в эпидуральном пространстве. Если принять во внимание разницу в мощностях, его кардиотоксичность незначительно ниже, чем у бупивакаина, а «моторная недостаточность» значительно выше, чем у эквипотенциальных концентраций бупивакаина. К тому же он дороже.
- г. Хотя этидокаин** вызывает эффективную и длительную эпидуральную блокаду, от его применения в основном отказались из-за необычной тенденции вызывать моторную блокаду более длительную, чем сенсорная, и в настоящее время он в США **недоступен**.
- В. Добавки.** Длительность сенсорной и /или моторной блокады, вызываемой местными анестетиками, можно «тонко настраивать», добавляя различные адьюванты.

Таблица 7.1

Местные анестетики, используемые для эпидуральной блокады в хирургии

Препарат ^а	Длительность сенсорной блокады		
	Регрессия на два дерматома (мин)	Полная регрессия	Удлинение при добавлении адреналина (%)
Хлоропрокаин 3%-й	45—60	100—160	40—60
Лидокаин 2%-й	60—100	160—200	40—80
Мепивакаин 2%-й	60—100	160—200	40—80
Ропивакаин 0,5—1,0%-й	90—180	240—420	Нет
Этидокаин 1—1,5%-й	120—240	300—460	Нет
Бупивакаин 0,5—0,75%-й	120—240	300—460	Нет

^а Эти концентрации рекомендованы для хирургической анестезии; более разведенные концентрации подходят для эпидуральной анальгезии.

1. Адреналин

а. Удлинение блокады. Адреналин в концентрации 5 мкг/мл (1:200 000 мг/мл) удлиняет как сенсорную, так и моторную блокаду, вызванные местными анестетиками короткого и среднего, но не длительного, действия. Механизмы удлинения блокады точно не известны.

(1) Свидетельства в пользу **фармакокинетического** механизма получены из исследований у людей, показывающих, что добавление адреналина **снижает пиковую концентрацию анестетика в плазме**, и это дает основания полагать, что из эпидурального пространства препарат выводится медленнее. Данные подтверждены и в экспериментах на животных [12]. В противоположность тому, чему нас часто учили, адреналин не снижает выведение за счет констрикции эпидурального венозного сплетения. Исследования на животных показывают, что адреналин скорее снижает кровоток в твердой мозговой оболочке [13], и можно полагать, что это механизм, по которому адреналин замедляет выведение местного анестетика.

(2) Кроме фармакокинетического эффекта адреналин может обладать эффектом **фармакодинамическим**. Поскольку адреналин является α_2 -адренергическим агонистом, он может действовать в самом спинном мозге, снижая трансмиссию боли. Способность адреналина улучшать послеоперационную анальгезию при добавлении к разведенным концентрациям бупивакаина может свидетельствовать в пользу этого механизма.

б. Гемодинамические эффекты. По сравнению с беспримесными местными анестетиками, добавление адреналина к эпидуральной блокаде приводит к заметно большему **снижению среднего артериального давления (САД)** (рис. 7.5) [14]. Снижение САД вызвано более значительным падением системного сосудистого сопротивления (ССС), предположительно благодаря сосудорасширяющему β_2 -адренергическому

эффекту адреналина в малых дозах. Снижение ССС также приводит к значительному большему повышению сердечного выброса, чем при эпидуральной блокаде без добавления адреналина. Частота сердечных сокращений при добавлении адреналина несколько выше. Является ли это прямым эффектом адреналина или рефлекторной реакцией на снижение САД — неизвестно. Исследования на животных показывают, что присутствие адреналина в растворе местного анестетика не снижает риск сердечно-сосудистой токсичности в случае непреднамеренного внутрисосудистого введения [15].

2. **Опиоиды.** Добавление опиоидов к эпидуральным местным анестетикам повышает **длительность сенсорной — но не моторной — блокады**. Амплитуда и длительность эффекта зависят от выбора опиоида (гидрофобные опиоиды действуют значительно короче, чем гидрофильные) и введенной дозы.

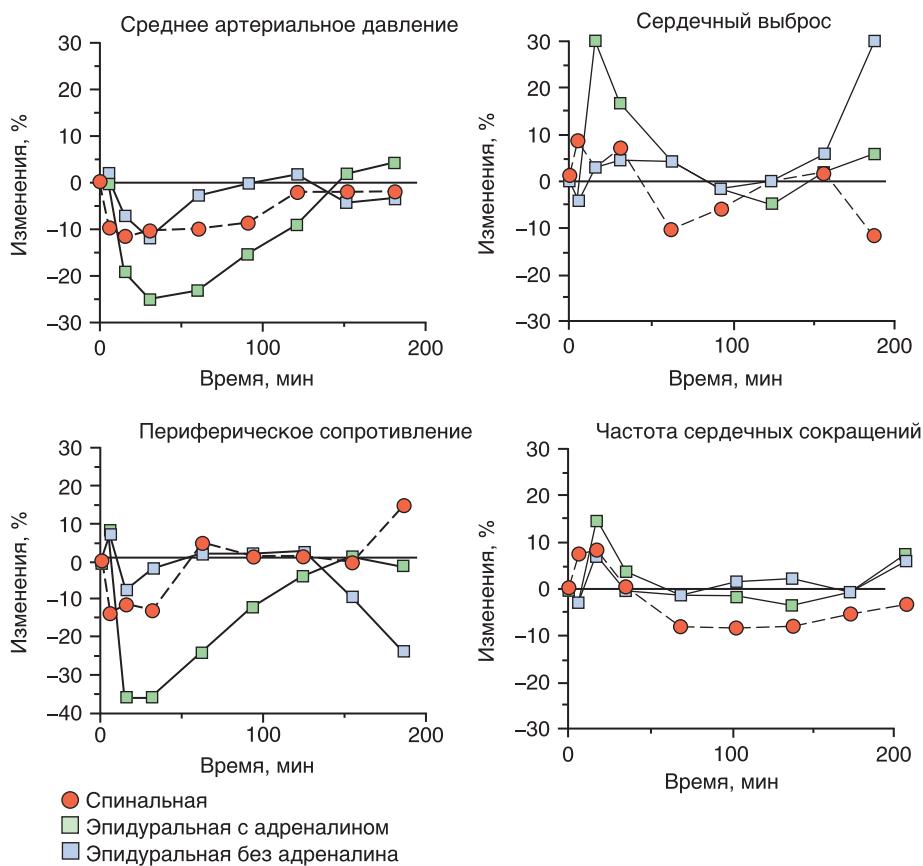


Рис. 7.5. Сердечно-сосудистые эффекты спинальной и эпидуральной анестезии у добровольцев с блокадой на уровне T5. Эффекты спинальной и эпидуральной анестезии без адреналина были в основном сравнимы и отличались от эффектов эпидуральной анестезии с адреналином как количественно, так и качественно. (Адаптировано из: Bonica JJ, Kennedu WF Jr, Ward RJ, *et al.* A comparison of the effects of high subarachnoid and epidural anesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand Suppl* 1966;23:429.)

3. **Клонидин.** Эпидуральный клонидин (150—300 мкг) повышает **длительность сенсорной — но не моторной — блокады** и в отличие от адреналина его эффект проявляется и с длительно действующими местными анестетиками [16, 17]. Эпидурально введенный клонидин быстро выводится в плазму и перераспределяется в определенные зоны головного мозга (*locus coeruleus*) вызывая седацию. Клонидин вызывает снижение АД, вероятно, опосредуемое его действием на спинной и головной мозг, а также α_2 -адренергическим эффектом. Однако влияние на АД менее выражено, чем у адреналина [16]. В отличие от адреналина эпидуральное введение клонидина ассоциируется с умеренным снижением ЧСС [16].
 4. **Бикарбонат.** Добавление натрия бикарбоната (0,1 мЭкв/мл) к эпидуральным местным анестетикам пропагандировалось как средство ускорения развития эпидуральной блокады. Тем не менее опубликованные данные практически разделили клиницистов на тех, кто видит более быстрое развитие действия с бикарбонатом, и тех, кто разницы не находит. Это верно для лидокаина, мепивакаина, хлоропрокаина и бупивакаина. По-видимому, наиболее правильно полагать, что бикарбонат обладает эффектом ускорения развития действия, но не надежным.
- Г. **Доза.** В эпидуральном пространстве раствор местного анестетика распространяется краниально и каудально от места первичной инъекции и вызывает пояс анестезии, достаточно коррелирующий со степенью распространения раствора (рис. 7.6). К сожалению, невозможно рассмотреть каждого конкретного пациента и спрогнозировать определенно, какая доза местного анестетика необходима для данного распространения эпидуральной блокады. Следовательно, клиницисты должны быть осведомлены о больших и малых факторах, определяющих распространение эпидуральной блокады (табл. 7.2), и использовать эту информацию в сочетании со знанием дерматомов, которые необходимо блокировать для данной операции для принятия решения о необходимой дозе местного анестетика.
1. **Доза, объем и концентрация.** Доза и объем являются независимыми прогностическими факторами распространения эпидуральной блокады. Повышение дозы препарата при сохранении объема постоянным (за счет повышения концентрации препарата) будет повышать распространенность блокады. Если же, наоборот, повышать объем препарата при сохранении дозы постоянной (снижение концентрации), то и в этом случае распространенность блокады будет повышаться. Однако это соотношение не линейно; по мере увеличения дозы *распространение на введенный миллилитр* снижается так, что суммарный эффект составляет увеличение распространения всего на несколько дерматомов.
 2. **Методика.**
 - а. **Локализация.** Поскольку из места инъекции местный анестетик распространяется краниально и каудально, **место инъекции является основной детерминантой** того, какие дерматомы будут заблокированы данной дозой местного анестетика. Кроме того, объем эпидурального пространства увеличивается книзу; следовательно, для того

чтобы анестезировать такое же количество дерматомов, может потребоваться 25 мл в каудальной части эпидурального пространства, тогда как на торакальном уровне для этого потребуется всего 8 мл.

б. Положение пациента. Сила тяжести не имеет клинически значимого влияния на распространение местных анестетиков в эпидуральном пространстве.

в. Угол иглы/ориентация просвета. Парамедиальный и срединный доступы иглы вызывают одинаковое распространение местного анестетика. Поворот просвета иглы краниально или каудально вызывает лишь незначительно увеличение распространения в том же направлении, что и просвет. Диапазон эффекта клинического значения не имеет.

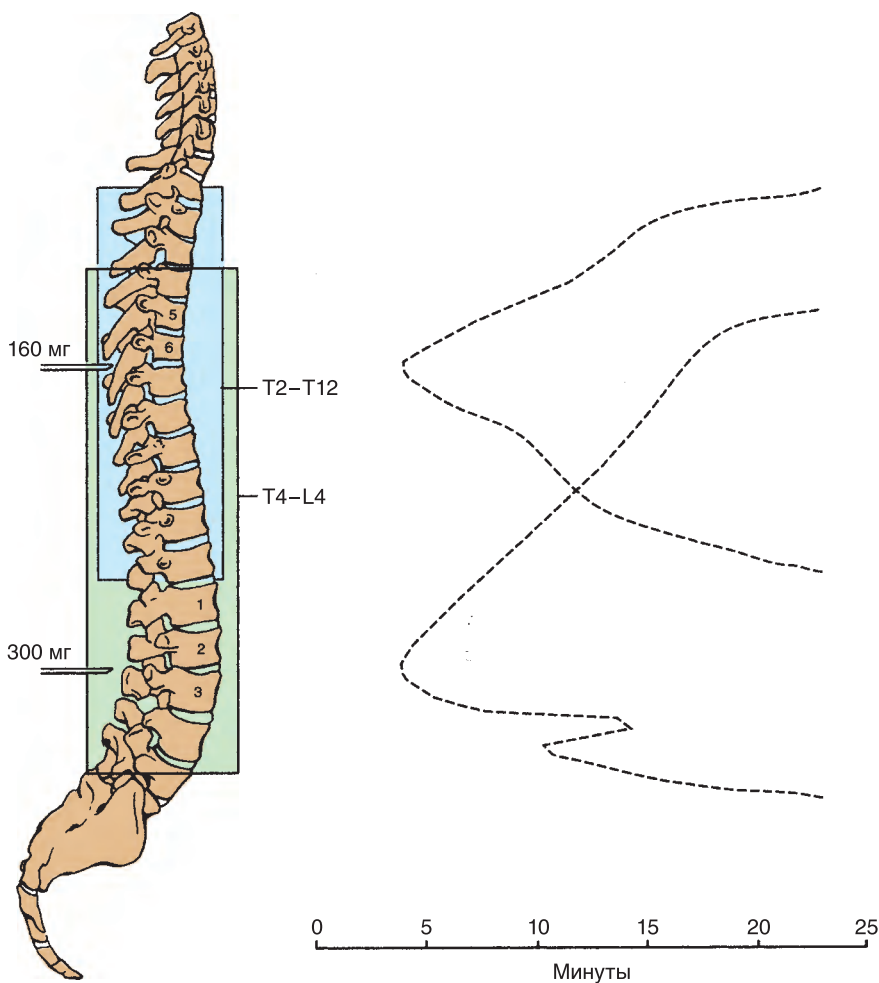


Рис. 7.6. Диаграмма распространения местного анестетика в эпидуральном пространстве. Развитие действия эпидуральной анестезии сначала отмечается в ближайших к месту инъекции сегментах и распространяется от этой точки в течение 20 мин как краниально, так и каудально

- г. **Скорость инъекции.** Скорость инъекции местного анестетика имеет очень незначительный эффект на распространение эпидуральной блокады (быстрее = дальше).
 - д. Если **катетер** лежит по средней линии, то распространение существенно не отличается от такового при инъекции через иглу. Тем не менее катетер имеет досадную тенденцию значительно отклоняться от средней линии, и если его кончик попадает в позвонковое отверстие или лежит значительно кпереди в эпидуральном пространстве, то распространение может оказаться меньше или асимметричным — иногда даже односторонним. Эту проблему можно смягчить, установившая небольшую длину катетера в эпидуральном пространстве (3—4 см) и используя большие объемы местного анестетика. Смещение катетера может быть особенной проблемой, когда он применяется для послеоперационной анальгезии, так как при этом обычно используются относительно малые объемы разведенных местных анестетиков.
- 3. Индивидуальные особенности пациента.**
- а. **Пол** на распространение местного анестетика важного влияния не оказывает.
 - б. Исследования влияния **беременности** противоречивы. Некоторые работы указывают на увеличение распространения анестетика на всех стадиях беременности, в некоторых различий не обнаруживается. Было доказано, что беременные более чувствительны к блокирующему действию местных анестетиков, что можно было бы объяснить более выраженным распространением в эпидуральном пространстве.
 - в. *В среднем, с возрастом* распространение эпидуральной анестезии **увеличивается**, но выраженность этого эффекта не так велика, как можно было ожидать [18, 19]. Трудность использования возраста как фактора для выбора дозы в том, что межличностная вариабельность очень велика, и спрогнозировать, как возраст повлияет на высоту блока у данного пациента, невозможно *a priori*.
 - г. **Рост.** *В среднем,* распространение эпидуральной блокады **шире у более низких людей**. Но с возрастом межличностная вариабельность существенно возрастает и затрудняет прогноз того, как рост повлияет на эпидуральную блокаду у данного пациента.
 - д. **Вес.** В среднем избыточный вес повышает распространение эпидуральной блокады. Но, как возраст и рост, эффект невелик и межличностная **вариабельность очень значительна**.
- 4. Выбор дозы.** Как можно понять из вышеизложенного, выбор дозы местного анестетика весьма субъективен. Один из подходов — считать 15 мл средней стартовой дозой для поясничных инъекций. Если какие-то факторы дают основание полагать, что необходима более значимая доза (например, необходимо большое распространение в связи с планируемой операцией, пациент очень молод или очень высокий), то ее увеличивают на 5—10 мл. Напротив, если какие-то факторы дают основание полагать, что дозу нужно уменьшить (например, для планируемой операции нужно небольшое распространение, пациент необычно малого роста, с ожирением или очень пожилой), то ее

Таблица 7.2

Факторы, препятствующие распространению эпидуральной блокады

Основные факторы

Место инъекции

Дозы

Второстепенные факторы

Возраст

Рост

Вес

Беременность

Минимально значимые факторы

Скорость инъекции

Дробность введения

Направление отверстия иглы

уменьшают на 3—5 мл. При торакальных эпидуральных блокадах разумным средним стартовым объемом можно считать 6—8 мл. Эту дозу можно увеличить на 2—6 мл или уменьшить на 1—2 мл по причинам, описанным выше. Часто легче иметь дело с блокадой более обширной и длительной, чем нужно, чем с блокадой неадекватной. Конечно, использование методики с эпидуральным катетером смягчает эту проблему, поскольку позволяет «титровать» эпидуральную блокаду.

IV. Техника

Эпидуральную блокаду можно выполнить пациенту в любом положении, которое позволяет подойти к спине (лицом вниз, на боку, сидя), хотя положение на боку наиболее типично и часто наиболее удобно для пациента. Положение сидя имеет преимущество у пациентов с тяжелым ожирением, поскольку так легче идентифицировать среднюю линию. В поясничном, нижнем грудном и шейном отделах эпидуральная блокада похожа на спинальную анестезию и в основном выполняется по средней линии. В среднем и высоком грудных отделах обычно нужен парамедиальный доступ. Как и при любой процедуре, при регионарной анестезии оборудование для мониторинга, реанимации и лечения побочных эффектов должно быть доступно для немедленного использования.

А. Средняя линия. Для доступа по средней линии необходимо выполнить следующие шаги.

- 1. Подготовка оборудования.** В идеале подготовить эпидуральный «лоток» следует перед укладкой пациента. Набирают местный анестетик, наполняют «шприц потери сопротивления», снимают с игл колпачки и т. д. Выполнение этих приготовлений до укладки пациента минимизирует время, в течение которого пациент пребывает в относительно неудобном положении.

2. **Пациента седатируют**, насколько это выглядит нужным (см. гл. 4). Поскольку при доступе по средней линии непосредственный контакт с костями/надкостницей не используется, процедура не должна быть слишком болезненной.
3. **Пациента укладывают на бок** так, чтобы ноги были подтянуты к животу с максимально согнутыми тазобедренными суставами. Пациента инструктируют «свернуться как вареная креветка» или с помощью аналогичной визуальной метафоры. Пациента укладывают на край кровати с плечами и бедрами перпендикулярными кровати. (Внимание! Не отходите от пациента, уложенного подобным образом, так как всегда есть риск того, что он/она перевернется и упадет на пол!) В этом положении расстояние между остистыми отростками максимально и минимальна необходимость наклоняться над кроватью, чтобы дотянуться до пациента.
4. **Находят нужный промежуток**, используя в качестве анатомического ориентира подвздошные гребни для локализации L4 (линия, проведенная через подвздошные гребни пересекает тела позвонков L4±1; у пациентов с избыточным весом жир, покрывающий подвздошные ости может сместить вашу оценку в краниальном направлении). Маркировка нужного промежутка кожным маркером может сэкономить время, которое, возможно, придется потратить на идентификацию промежутка на протяжении процедуры. У пациентов с тяжелым ожирением найти остистый отросток бывает трудно. Иногда для идентификации костных ориентиров используется 90-мм (3,5 дюйма) *более тонкая игла*. Кроме того, у пациентов с ожирением иногда можно идентифицировать остистый отросток при помощи **ультразвука** (рис. 7.7). К сожалению, ограниченное разрешение, которое можно получить с низкими частотами, необходимыми для достижения более глубоких тканей, ограничивает использование ультразвука у очень тучных субъектов — как раз у тех, кому это нужно было бы больше всех.
5. **Подготовка кожи** соответствующим антисептиком и обкладка простынями — как при спинальной анестезии. Использование прозрачных пластиковых пленок упрощает повторную оценку анатомических ориентиров и изменение положения пациента при необходимости.

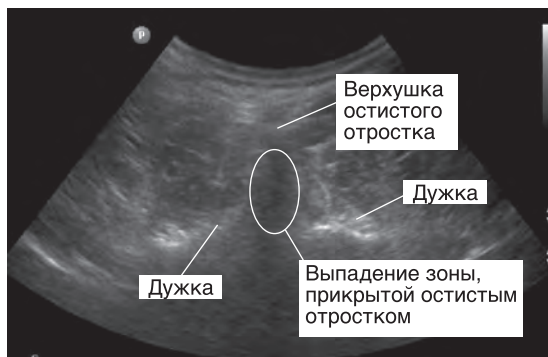


Рис. 7.7. УЗИ поясничного отдела позвоночника. «Выпадение» ниже остистого отростка обусловлена неспособностью УЗ волн пройти через кость. Дужки четко идентифицируются как яркие гиперэхогенные зоны

6. **Анестезия кожи, подкожных тканей и пути** предполагаемого движения эпидуральной иглы. В этом случае иглу можно использовать как «поисковую» для обозначения пути между остистыми отростками. Необходима осторожность, чтобы не ввести большой объем местного анестетика в подкожные ткани, так как образующийся при этом «холм» может затруднить ощущение промежутка, особенно у тучных пациентов.
7. **Введение через кожу эпидуральной иглы** со срезом Туохи или Хастеда, направленным краниально или каудально. Ориентация среза этих игл латерально может привести к отклонению их от средней линии. Введение должно быть медленным и все время находится *под контролем* (рис. 7.8). Прохождение через **межоститую связку** часто порождает ощущение «зернистости», как если бы игла шла через мешок, туго набитый песком. Отсутствие такого ощущения должно насторожить, так как может означать, что игла отклонилась от средней линии и нахо-

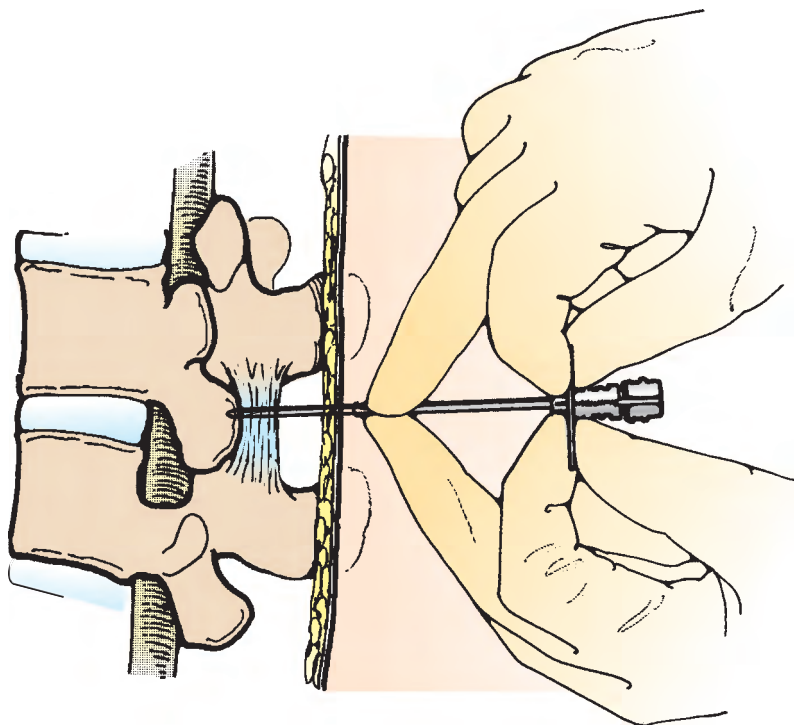


Рис. 7.8. Положение рук при введении эпидуральной иглы в желтую связку. Эпидуральную иглу необходимо вводить под постоянным контролем во избежание отклонений от намеченного пути или внезапного «провала» в субарахноидальное пространство или спинной мозг. Возможны различные положения рук, но наиболее широко используется методика, представленная на рисунке. Большие и указательные пальцы удерживают фланцы, выступающие из павильона иглы, а кончики средних пальцев упираются в спину пациента и фиксируют корпус иглы. Остальные пальцы на спине предупреждают незапланированные движения иглы в случае неожиданного движения пациента. Иглу вводят усилием больших и указательных пальцев, а также запястий — но не рук; это позволяет контролировать продвижение и ощущать тонкое увеличение сопротивления, указывающее на вход в желтую связку

дится вне межкостистой связки. При входе иглы в **желтую связку** ощущение сопротивления может слегка усиливаться; в этот момент следует остановиться. Глубина залегания желтой связки составляет в основном от 3,5 до 5 см у взрослых обычного размера, но может быть значительно больше у тучных.

Способность ощутить повышение сопротивления желтой связки приобретает с опытом, и нередко новички прежде, чем освоить этот этап мастерства, успевают сделать несколько непреднамеренных менингеальных пункций. Для беременных характерна «мягкость» желтой связки, и правильно идентифицировать желтую связку в этой группе бывает не просто.

8. После идентификации желтой связки стилет из иглы удаляют и присоединяют **5–10 мл шприц с физраствором, имеющий внутри отчетливо видимый пузырек воздуха** (0,1–0,5 мл). Пузырек с воздухом будет служить показателем давления приложенного к корпусу шприца (см. текст ниже). Стеклоанный шприц со свободным ходом дает лучшее ощущение утраты сопротивления, чем шприцы пластиковые, хотя есть специально разработанные пластиковые шприцы низкого сопротивления, предназначенные для эпидуральной анестезии, и они тоже не плохи. Необходимо убедиться, что стеклоанный шприц «ходит» действительно свободно; «залипающий» шприц может серьезно затруднить или даже сделать невозможным ощутить утрату сопротивления. Тыл недомини-

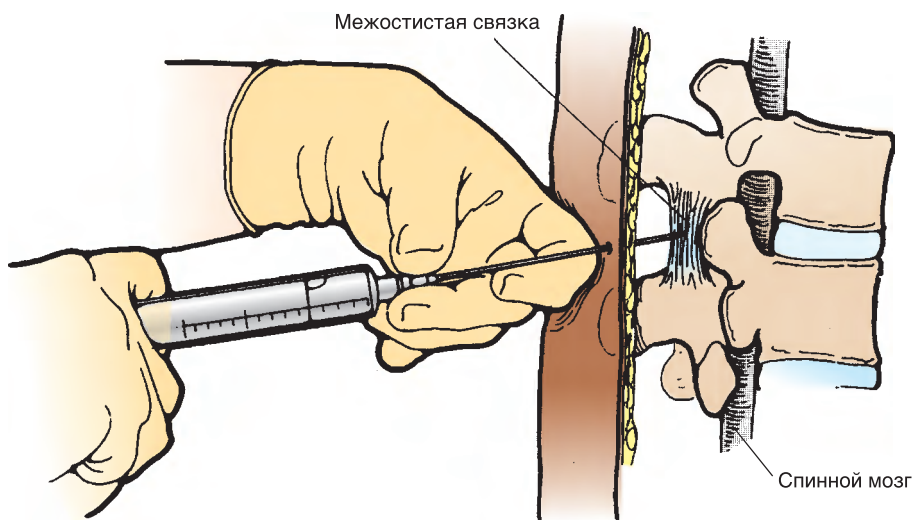


Рис. 7.9. Положение рук при продвижении иглы через желтую связку в эпидуральное пространство. После идентификации желтой связки шприц с физраствором, содержащий маленький пузырек воздуха, присоединяют к павильону иглы. Одну руку плотно прижимают к спине, ею же крепко фиксируя павильон иглы. Эта рука продвигает иглу и предупреждает внезапное проваливание в субарахноидальное пространство. Другой рукой осуществляют постоянное давление на поршень шприца с силой, достаточной для сжатия воздушного пузырька. Невозможность сдвинуть пузырек без инъекции физраствора в основном указывает на то, что кончик иглы находится не в желтой связке. Иглу продвигают, «ротируя» руку, расположенную на спине, — без участия руки, осуществляющей давление на поршень. На попадание в эпидуральное пространство указывает внезапная потеря сопротивления и инъекция физраствора из шприца

рующей кисти упирают в спину пациента, удерживая иглу большим и указательным пальцами (рис. 7.9). Эту руку используют для контроля за продвижением иглы и предупреждения случайного «провала» в субарахноидальное пространство. Большой палец доминирующей руки прилагает постоянное давление на поршень шприца. Если кончик иглы находится в желтой связке, то к поршню можно приложить давление достаточное для видимого уменьшения пузырька без инъекции жидкости. Если пузырек не удается сжать без выхода жидкости из шприца, это означает, что кончик иглы вероятно не в желтой связке. Иглу чуть продвигают и повторяют попытку компрессии. При необходимости это повторяют до появления сдавления. Если компрессии на «разумной глубине» получить не удалось, следует считать, что игла отклонилась от средней линии, и повторно оценить положение анатомических ориентиров и угол иглы.

9. Поддерживая **постоянное сдавление** пузырька воздуха доминирующей рукой, недоминирующую руку используют для продвижения эпидуральной иглы. Не следует продвигать иглу доминирующей рукой, поскольку ею трудно контролировать продвижение. Пациента предупреждают о том, что возможны легкие спастические ощущения при вхождении иглы в эпидуральное пространство, но при **этом нельзя двигаться**.
10. Когда кончик иглы выходит из желтой связки и попадает в эпидуральное пространство, появляется резкое ощущение **потери сопротивления**, так как физраствор начинает уходить из шприца в эпидуральное пространство. При ощущении потери сопротивления продвижение иглы останавливают.
 - а. Важно, что при входе кончик иглы может оказаться на твердой мозговой оболочке, особенно если в этой точке мало или совсем нет эпидурального жира. Недоминирующей рукой следует продолжать контролировать эпидуральную иглу и осторожно снять шприц потери сопротивления без продвижения иглы.
 - б. **Ложноположительная/ложноотрицательная утрата сопротивления.** Не все попытки войти в эпидуральное пространство приведут к резкой утрате сопротивления, которая была описана выше. Ложноположительная возможна, когда игла косо прошла через межкостную связку и вошла в околоостистую мышцу; хотя сжать пузырек будет невозможно, если кончик иглы не находится в желтой связке, и утрата сопротивления в околоостистую мышцу значительно менее очевидна (часто описываемая как *неопределенная*), чем утрата сопротивления в эпидуральное пространство. Ложноотрицательная возможна у беременных женщин (в связи с размягчением у них желтой связки) или у лиц, у которых желтая связка не сливается по средней линии. В случаях, когда не вполне понятно, находится ли игла в эпидуральном пространстве, можно применить следующие дополнительные «тесты».
 - (1) **Воздушный тест.** В качестве дополнительного теста на положение иглы возьмите небольшой объем воздуха (0,5–1,0 мл) в шприц для потери сопротивления и очень осторожно введите его. Если кончик иглы находится в эпидуральном простран-

стве, воздух войдет без усилия. Если нет, воздух на сколько-то сожмется прежде, чем уйти в ткани (например, в параэпидуральную мышцу). Этот тест нельзя применять при литотрипсии из опасения, что энергия ударной волны рассеется на границе воздух—ткань в эпидуральном пространстве.

- (2) **Тест эпидурального катетера.** Иногда полезна попытка провести катетер в эпидуральное пространство. Если катетер не получается свободно провести за кончик иглы, вероятность того, что игла находится в эпидуральном пространстве, снижается. В конце концов, при попытке решить, находится ли игла в эпидуральном пространстве, полезно вспомнить старую учительскую максиму: «если что-то не кажется правильным, то, скорее всего, это неправильно» и попытаться ввести иглу снова.
11. **Тест-доза.** После того как эпидуральное пространство идентифицировано, осторожно выполняют аспирацию из иглы для установления, нет ли в аспирате СМЖ (попадание в субарахноидальное пространство) или крови (попадание в вену). Если кровь и СМЖ есть, то это хорошие индикаторы положения иглы, но их отсутствие не есть гарантия того, что кончик иглы не находится в вене или субарахноидально. Для более надежного выявления неправильного положения иглы вводят тест-дозу и тщательно наблюдают, не появятся ли у пациента признаки внутрисосудистого или субарахноидального введения (см. гл. 3).
- а. **Тест-доза в катетер.** Если после первичного введения через иглу дозы местного анестетика установлен катетер, крайне важно ввести дополнительную тест-дозу в катетер для того, чтобы убедиться, что последний не сместился субарахноидально или внутривенно. Если все дозы местного анестетика предполагается вводить через эпидуральный катетер, то только однократную тест-дозу нужно ввести в катетер. При любых обстоятельствах катетер не следует использовать до тех пор, пока специфическими тестами не будет исключено его нахождение в субарахноидальном пространстве или внутривенно.
12. **Введение лекарств**
- а. **Методика одной инъекции.** Для методики одной инъекции избранную дозу вводят *дробно, по 5 мл* с 15—20-секундными интервалами, постоянно наблюдая, не появятся ли у пациента признаки внутрисосудистого или субарахноидального введения. Дробное введение обеспечивает возможность отреагировать на признаки внутрисосудистого или субарахноидального введения до того, как будет введена катастрофически большая доза.
- б. **Постоянная методика.** Даже при использовании методики с катетером введение части или всей планируемой первичной дозы через эпидуральный катетер снижает вероятность смещения катетера внутривенно [20]. Как и лекарства, вводимые через иглу, через катетер местные анестетики также следует вводить дробно.
13. **Катетеры**
- а. **Введение.** Как только катетер введен в иглу, появится ощущение сопротивления когда он достигнет ее кончика и будет преодолевать

изгиб (иглы Туохи и Хастеда) или упрется в твердую мозговую оболочку (игла Кроуфорда) после выхода. Стабильное давление обычно преодолевает это сопротивление, и далее катетер пойдет легко. Вводить катетер в эпидуральное пространство следует на 3—5 см. Введение на большую длину просто повышает риск смещения катетера, например выход в межпозвонковое отверстие. Во всех сообщениях об узлообразованиях катетера в эпидуральном пространстве катетер был введен более чем на 5 см [21, 22]; введение катетера более чем на 5 см с намерением подтянуть его позднее не снижает этот риск. Кроме того, если катетер подтягивать в иглу после того, как он вышел в эпидуральное пространство, возникает риск срезания катетера острым краем кончика эпидуральной иглы. Если катетер не проходит в эпидуральное пространство, можно рассмотреть следующие варианты:

- (1) В эпидуральное пространство мог попасть не весь срез эпидуральной иглы. Следует попытаться осторожно продвинуть иглу на 1 или 2 мм и еще раз ввести катетер.
- (2) Входу катетера может препятствовать содержимое эпидурального пространства (например, эпидуральный жир). Можно повернуть иглу на 90° или на 180° и попробовать еще раз.
- (3) Если все вышеперечисленное оказалось безуспешным, игла, по-видимому, не в эпидуральном пространстве.

б. Положение катетера. Несмотря на попытки контролировать направление (краниально или каудально) при введении катетера, в 40—80% случаев он идет в направлении противоположном желаемому после того, как выходит из иглы [23]. «Неправильное направление» более типично, когда кончик иглы направлен каудально. Как и можно было ожидать, из того, что место инъекции оказывает основное влияние на эпидуральное распространение, следует, что направление в котором проходит катетер, оказывает значительное влияние на дозу местного анестетика, необходимого для блокирования нужных дерматомов [24].

в. Извлечение иглы. Для предупреждения непреднамеренного вытягивания катетера вместе с иглой, катетер следует осторожно проталкивать навстречу медленно извлекаемой игле. Во время этого процесса необходима осторожность, чтобы свободный кончик катетера не болтался бесконтрольно и не контаминировался.

г. Фиксация катетера к спине пациента. Для катетеров, которые предполагается использовать только интраоперационно, по-видимому, достаточно любого хорошего пластыря. Однако для катетеров, которые останутся *in situ* после завершения операции, хорошо подходят кожные адгезивы (например, бензоин, Мاستисол) и прозрачные повязки (например, Тегадерм). Прозрачные повязки позволяют ежедневно осматривать место входа катетера и мониторировать признаки инфекции. Для предупреждения катетера от перегибов в месте его входа в кожу часто полезно бывает сделать петлю. Независимо от способа фиксации катетера, необходима осторожность, чтобы катетер не сместился при перекладывании пациента с каталки на операционный стол или кровать.

- д. **Миграция катетера.** Катетер не обязательно останется на том месте, где был установлен [25], особенно у подвижных пациентов (например, в родах, при послеоперационной анальгезии).
- (1) Выпадение катетера наружу, по-видимому, наиболее типичный вариант, и было показано, что это наиболее распространенная причина неудачи послеоперационной анальгезии [26]. Надежная фиксация, как описано выше, снижает этот риск. Были высказывания в защиту подкожного туннелирования для снижения риска выпадения наружу, но имеющиеся результаты исследований пользы этого не доказали [26, 27].
- (2) **Субарахноидальная и внутривенная миграция**
- (а) **Внутривенная миграция.** Попадание кончика эпидурального катетера в эпидуральную вену может проявляться утратой эффекта эпидуральной анестезии/анальгезии или системной токсичностью, если болюсно был введен достаточно большой объем анестетика. Следовательно, негативный результат тест-дозы, введенной ранее, не следует рассматривать как исключающий внутрисосудистое положение катетера позднее [28]. Болюсным инъекциям местного анестетика в катетер должны предшествовать осторожные аспирации для исключения в аспирате крови; по этой же причине необходимы повторные тест-дозы при любых сомнениях в положении катетера, а инъекции следует выполнять дробно, пристально наблюдая за возможными признаками внутрисосудистого введения.
- (б) **Субарахноидальная миграция.** Как и при миграции внутрисосудистой, ранее полученный отрицательный результат тест-дозы не исключает субарахноидальной миграции катетера позднее [29]. Миграция катетера в субарахноидальное пространство может проявляться очень обширным нейроаксильным блоком или даже тотальным спинальным блоком. Выявление субарахноидального смещения катетера может быть проблемой у пациентов с уже развивающейся эпидуральной блокадой, поскольку первичные признаки субарахноидальной инъекции (сенсорная/моторная блокада) уже есть. Аспирация СМЖ помогает диагнозу, но ее отсутствие может быть ложноотрицательным. При подозрении на субарахноидальную миграцию пациента необходимо обследовать на имеющееся распространение сенсорной/моторной блокады и ввести дозу местного анестетика, от которой можно ждать заметного повышения степени блокады, если анестетик пойдет субарахноидально [30]. Как и при любых инъекциях, дробное дозирование обеспечивает возможность выявить неправильное положение катетера до развития серьезных побочных эффектов.
- е. **Удаление катетера.** Обычно катетеры выскальзывают при минимальном усилии. Если для удаления катетера нужно необычно мощное усилие, часто полезно уложить пациента в положение, в котором этот катетер устанавливали. Удаление катетера не долж-

но быть болезненным. Если пациент испытывает боль, особенно корешковую, извлечение катетера следует прекратить и подумать об адекватном рентгенологическом исследовании для идентификации положения катетера и причины боли. После удаления катетер следует осмотреть и убедиться, что он удален целым.

(1) Оставленный катетер. Катетеры, срезанные и оставшиеся в эпидуральном пространстве, в основном не представляют собой опасности, поскольку они предназначены для имплантации.

Их можно оставить — если у пациента нет симптомов. Тем не менее пациента необходимо информировать.

- 14. Эпидуральная блокада** устанавливается медленнее, чем спинальная, и медленнее развивается в дерматомах, более удаленных от места инъекции. Некоторые признаки блокады (например, снижение температурной чувствительности) в целом определены в дерматомах близ места инъекции через несколько минут; однако максимального распространения может не быть и через 20 и через 30 мин — в зависимости от используемого препарата (см. рис. 7.4). Кроме того, развитие блокады в дерматомах L5 и S1 проходит особенно медленно по причинам, которые не вполне понятны.

Б. Парамедиальный доступ. Латеральный (парамедиальный) доступ можно использовать для доступа к эпидуральному пространству на любом уровне, но особенно он важен на среднем и нижнем грудных уровнях (приблизительно T4—10), где крутизна угла остистого отростка, прикрывающего межпластинчатое отверстие, эффективно исключает срединный доступ (см. рис. 7.2). Торакальное эпидуральное пространство представляет собой дополнительную анатомическую проблему, заключенную в том, что спинной мозг, который нормально заканчивается между T12 и L2, лежит под твердой мозговой оболочкой и ближе к желтой связке латерально, чем по средней линии. Случайная пункция твердой мозговой оболочки на этом уровне сопряжена с очень серьезным риском повреждения спинного мозга.

1. Техника. Пациента укладывают в положение на боку или усаживают с согнутыми шей и средней частью спины — насколько возможно. Находят нужный промежуток, помня о следующих анатомических ориентирах.

а. При скольжении вашей руки вниз по задней поверхности и шеи, первый выступающий остистый отросток, который вы встретите, есть верхушка C7, **а наиболее выступающий остистый отросток — T1.**

б. **Ость лопатки** лежит приблизительно на уровне T4; помните, лопатка — кость подвижная и ее положение меняется при изменениях положения плеча.

в. **Верхушка лопатки** лежит приблизительно на уровне T8; помните, лопатка — кость подвижная и ее положение меняется при изменениях положения плеча.

г. У худых пациентов **12-е ребро** можно пальпировать и следовать по нему до соединения с T12.

д. **Подвздошный гребень** можно использовать для идентификации уровня L4 и от этой точки считать остистые отростки вверх. Наиболее типичная ошибка оператора — ощущение, что он/она краниальнее, чем на самом деле [31].

2. **Маркировка нужного промежутка.** Следует помнить, что на среднем грудном уровне межпластинчатое отверстие, через которое должна пройти эпидуральная игла, лежит на 1—3 см краниальнее этого промежутка и верхушка краниального остистого отростка лежит над пластиной нижнего позвонка. Межпластинчатое отверстие распространяется латерально на несколько миллиметров шире, чем остистый отросток. Для начинающих может быть полезно нарисовать оценочную локализацию пластины и межпластинчатого отверстия как способ помощи визуализировать нижележащую анатомию (рис. 7.10).
3. **Кожу обрабатывают и обкладывают**, как было описано выше. Анестезируют кожу и подкожные ткани ниже пластины и вдоль предполагаемого пути иглы.
4. **Эпидуральную иглу вводят в точке приблизительно на 1 см латеральнее нижнего остистого отростка** и перпендикулярно коже во всех плоскостях. Введение продолжают до контакта с подлежащей пластиной. (Внимание: если контакт с пластиной вызвал боль, следует остановиться и ввести дополнительную дозу местного анестетика через иглу.) Смысл этой точки в том, чтобы двигаться вдоль пластины, до перехода через край и контакта с желтой связкой. Таким образом, иглу нужно подтянуть достаточно для того, чтобы **изменить ее направление слегка медиально и слегка краниально**, и ввести ее снова до еще одного контакта с пластиной. Процесс повторяют до тех пор, пока иглу не «зажмет» желтая связка. Есть несколько потенциальных «ошибок», которые могут стать причиной непопадания в желтую связку.
 - a. Слишком большие шаги при прохождении иглой вдоль пластины могут привести к проходу над межпластинчатым отверстием без

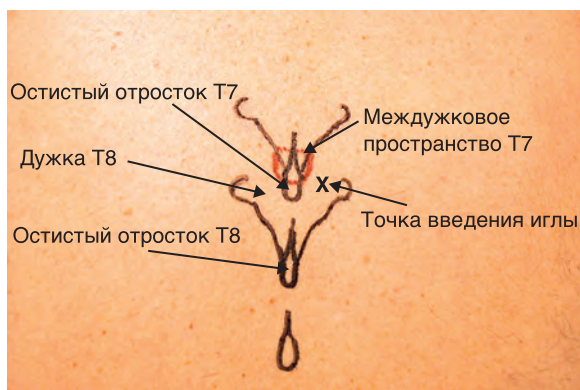


Рис. 7.10. Кожные ориентиры пальпируемых костных структур (верхушки остистых отростков) и подлежащие не пальпируемые ориентиры (дужка, междужковое пространство) для выполнения эпидуральной блокады на грудном уровне. Дужковое пространство (обведено красным) лежит ниже и скрыто длинным и косо направленным вниз остистым отростком. Вход иглы должен произойти рядом с остистым отростком, прикрывающим целевое междужковое пространство. Перпендикулярное введение иглы в этой точке приведет к упору иглы в нижележащую дужку. Маркировка ориентиров ускорит выполнение блока, особенно у начинающих, и поможет врачу развить способность визуализировать скрытую анатомию

попадания в него. Это легко может произойти, особенно у тучных людей, поскольку то, что может выглядеть небольшим изменением угла у кожи, приводит к тому, что кончик продельывает несколько сантиметров краниальнее ко времени, когда он достигает глубины пластины (рис. 7.11). Это более вероятно на грудных уровнях, где межпластинчатое отверстие от стороны к стороне становится уже и короче в краниокаудальном направлении, чем на поясничных уровнях.

- б. Слишком медиальный угол может привести к пересечению средней линии через межостистую связку. Это потенциальный источник ложного ощущения потери сопротивления, когда игла сначала зажимается в межостистой связке, а сопротивление падает потом, когда игла входит в околоостистую мышцу.
- в. Введение иглы слишком далеко латерально, или с недостаточно медиальным углом может привести к тому, что игла пройдет через

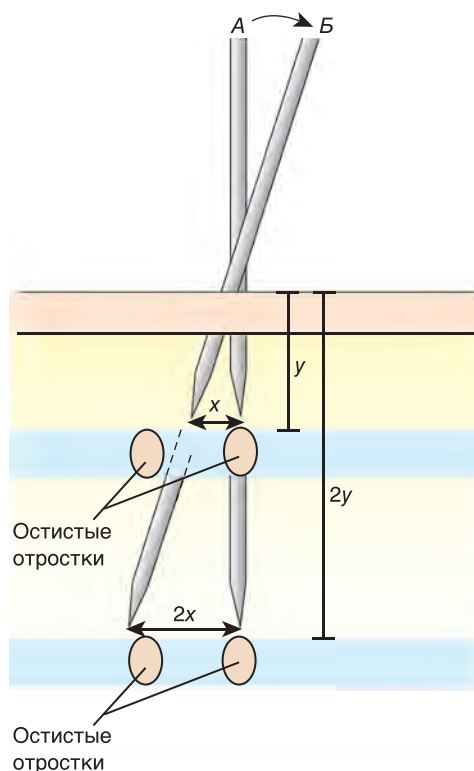


Рис. 7.11. Пример влияния глубины тканей на расстояние продвижения кончика иглы. В этом примере угол иглы изменяется с *A* на *B*, кончик иглы проходит расстояние *x* на глубину *y*, и *x* — правильное расстояние, которое необходимо пройти, чтобы игла оказалась между двумя кружками, обозначающими остистые отростки. У более крупных людей, однако, такое же изменение угла, под которым игла в входит в кожу с *A* на *B*, приведет к тому, что кончик иглы пройдет краниально расстояние $2x$, когда достигнет остистого отростка, расположенного *y* этого пациента на большей глубине ($2y$). В последнем случае кончик иглы пройдет мимо открытого пространства между остистыми отростками

следующую пластину, где они соединяются латерально (суставная поверхность; см. рис. 7.2).

На самом деле иглу можно ввести в нескольких точках; просто нужно адаптировать правильно медиальный и краниальный углы для попадания в межпластинчатое пространство из выбранной на коже точки. Однако выполнение этого требует прекрасных рабочих знаний анатомии позвоночника, позволяющих точно определить положение кончика иглы и ее соотношение с межпластинчатым пространством по контакту с костью.

5. По достижении иглой желтой связки, **методика потери сопротивления** вполне применима, как и при доступе по средней линии. Есть одна потенциальная модификация — продвигать иглу **двумя руками** и проверять сдавление/потерю сопротивления периодически — вместо поддержания постоянного давления на поршень. В некоторых ситуациях такой подход даст большую степень контроля за иглой во время ее продвижения и снизит риск провала в эпидуральное пространство и, потенциально, в спинной мозг.
 6. Как упоминалось выше, поскольку объем торакального эпидурального пространства меньше люмбального эпидурального пространства, дозы местного анестетика снижают на 30—50% для сегментарной торакальной анестезии/анальгезии.
- В. Альтернативы методике потери сопротивления.** Как было описано выше, методика потери сопротивления с воздухом/жидкостью дает наиболее ясную идентификацию эпидурального пространства и, возможно, является методом выбора для большинства клиницистов. Однако и другие методики также использовались и могут иметь преимущества в некоторых клинических ситуациях.
1. **Потеря сопротивления только с воздухом.** Поскольку воздух гораздо легче ввести в эпидуральное пространство, чем в ткани, инъекцию воздуха можно использовать для идентификации эпидурального пространства. При использовании воздуха иглу продвигают мелкими дробными движениями, между которыми поршень шприца осторожно «баллотируют» между каждым движением, ощущая, что можно свободно ввести воздух. Эпидуральное пространство идентифицируют, когда в результате баллотирования происходит инъекция воздуха. Эта методика сопряжена со следующими трудностями.
 - а. В отличие от сжатия пузырька воздуха в наполненном жидкостью шприце сила, прикладываемая к воздуху, субъективна, что может быть причиной как ложной потери сопротивления, так и неудачи с ней.
 - б. Поскольку инъекция воздуха оценивается только периодически, это повышает вероятность случайного попадания в субарахноидальное пространство до того, как будет идентифицировано эпидуральное пространство, если игла между баллотирующими движениями прошла слишком далеко.
 - в. Уходит больше времени на повторные остановки и оценки сопротивления.
 - г. Есть свидетельства (хотя и спорные) того, что введенный в эпидуральное пространство воздух может вызвать мозаичную эпидуральную блокаду.

- 2. Только физраствор для потери сопротивления.** Спорные данные о том, что воздух, введенный в эпидуральное пространство, может вызвать мозаичную эпидуральную блокаду, вызвали некоторый отказ от использования пузырька воздуха в методике потери сопротивления (хотя нет данных о том, что небольшой объем воздуха в пузырьке может вызвать проблему такого рода). Важный недостаток этого в том, что вы будете терять способность объективно судить о количестве силы, приложенной к поршню, и в результате становится более вероятной ошибочная идентификация желтой связки. Желтая связка достаточно плотна для того, чтобы приложить к поршню шприца силу, достаточную для сдавливания пузырька воздуха без выхода жидкости из шприца; это не так для других тканей (например, межостистой связки, околоостистой мышцы). Таким образом, без пузырька воздуха в качестве меры количества приложенной силы кто-то может приложить слишком мало силы и ошибочно принять околоостистые ткани за желтую связку. Дополнительный недостаток отказа от пузырька воздуха в том, что вы можете не распознать «прилипающий» поршень шприца и ошибочно интерпретировать это как сопротивление инъекции.
- 3. Методика висящей капли.** Если «подвесить» каплю жидкости на павильон эпидуральной иглы, при входе иглы в эпидуральное пространство она будет в основном «всасываться». Традиционное обучение объясняло это «негативным» давлением в эпидуральном пространстве относительно атмосферного давления. Последующие исследования показали, что это неправильно. Артефициальное негативное давление создается в эпидуральном пространстве, когда продвигаемая эпидуральная игла контактирует с твердой мозговой оболочкой и отодвигает ее, повышая объем эпидурального пространства. По мере повышения эффективного объема эпидурального пространства, давление падает и атмосферный воздух устремляется туда, заполняя пустоту и увлекая с собой «подвешенную каплю». Эта методика лучше всего работает в торакальном эпидуральном пространстве, так как эпидуральный объем меньше, там меньше жира между твердой мозговой оболочкой и желтой связкой, и твердая мозговая оболочка ближе к желтой связке. Поскольку эта методика требует контакта эпидуральной иглы с твердой мозговой оболочкой достаточно сильного, чтобы сместить ее и искусственно повысить давление СМЖ в эпидуральном пространстве, она сопряжена с повышенным риском непреднамеренной пункции твердой мозговой оболочки
- 4. Манометры.** Манометры применялись в качестве количественной альтернативы качественной методике подвешенной капли. Однако методика практически та же самая и сопряжена с теми же опасностями.
- 5. Электрическая стимуляция.** Нейростимуляторы применялись не только для идентификации периферических нервов, но и для идентификации эпидурального пространства, в частности у детей [32]. У взрослых мышечные сокращения, вызываемые нейростимуляторами, чаще использовали для подтверждения правильного положения катетера в эпидуральном пространстве [33]. Опыт применения этой методики все еще слишком ограничен, чтобы понять ее место в пантеоне методик идентификации эпидурального пространства.

V. Комбинированная спинально-эпидуральная методика

Комбинированная спинально-эпидуральная методика обеспечивает быстрое развитие основательной спинальной анестезии с возможностью расширить пространство и длительность блокады за счет эпидурального катетера. Методика особенно полезна в ситуациях, когда в начале операции нужна крестцовая анестезия (например, гинекология, нижние конечности, акушерство, операции на промежности), а эпидуральная анестезия желательна в конце. Поскольку происходит вход в субарахноидальное пространство, эта методика подходит только на поясничном уровне, ниже окончания спинного мозга.

- А. Оснащение.** Подходят практически все эпидуральные и спинальные иглы при условии, что выбранная спинальная игла проходит через эпидуральную и выступает за ее кончик по крайней мере на 1 см. Несколько производителей предлагают на рынке наборы из спинальной и эпидуральной игл, хорошо подходящих друг другу, и по крайней мере один производитель предлагает эпидуральную иглу, у которой есть отдельный просвет для спинальной иглы, в связи с чем последней нет нужды изгибаться при выходе из косоугольного кончика иглы эпидуральной. Иглы малого диаметра (25 и 27 G) работают лучше всего потому, что они легче гнутся на выходе из кончика эпидуральной иглы и остающееся после них маленькое отверстие в твердой мозговой оболочке уменьшает вероятность того, что эпидуральный катетер попадет в субарахноидальное пространство [34].
- Б. Пациент уложен, подготовлен, обложен простынями и эпидуральная игла установлена по одной из методик, описанных выше.**
- В. После идентификации эпидурального пространства** шприц отсоединяют и вводят спинальную иглу без стилета. Пункция твердой мозговой оболочки в основном происходит в 1 см от кончика эпидуральной иглы. Если СМЖ не получена после полного введения спинальной иглы, можно думать о следующих вариантах.
 1. Эпидуральная игла может быть не в эпидуральном пространстве.
 2. Расстояние от кончика эпидуральной иглы до твердой мозговой оболочки может быть необычно большим. Если спинальная игла введена полностью, плотно удерживая ее на месте без стилета, можно продвинуть иглы эпидуральную и спинальную единым блоком еще на несколько миллиметров. Если и после этого свободного истечения СМЖ нет, игла, скорее всего, не в эпидуральном пространстве.
- Г. После того как идентифицировано свободное истечение СМЖ, вводят субарахноидальный препарат и удаляют спинальную иглу.**
- Д. Вводят эпидуральный катетер,** удаляют эпидуральную иглу и фиксируют катетер как описано выше.
- Е. Тест-доза.** Тестируют эпидуральный катетер, как было описано выше для исключения его внутрисосудистого положения. Однако тестирование для исключения субарахноидального положения затруднено в условиях развивающегося спинального блока. До настоящего времени не найдено тест-дозы, которая обеспечивала бы надежную, объективную идентификацию субарахноидального катетера при комбинированной спинально-эпидуральной анестезии. Аспирация СМЖ — если она есть — является диагностическим признаком, но ложноотрицательная аспирация всегда остается предметом беспокойства. Постоянная бдительность жизненно важна.

VI. Комбинированная эпидурально-общая анестезия

Эпидуральную анестезию часто комбинируют с общей анестезией в случаях, когда эпидуральный катетер ставят для послеоперационной аналгезии, но только эпидуральная анестезия недостаточна для планируемой операции.

А. Показания

1. Операции, требующие интубации трахеи, например, торакотомия и лапароскопия.
2. Операционное поле слишком высоко, чтобы пациент чувствовал себя комфортно во время операции, например, при вмешательствах на верхних отделах живота.
3. Операции слишком длительные, чтобы пациент чувствовал себя комфортно без тяжелой седации.

Б. Техника. В этих обстоятельствах разумным выбором могут быть следующие шаги:

1. Обеспечить хирургическую глубину эпидуральной анестезии и, таким образом, снизить потребность в общих анестетиках [35, 36]. «Обратная сторона» такого подхода в том, что у пациентов более типична гипотензия в связи с суммированием эффектов эпидуральной и общей анестезии. Кроме того, снижается эффективность эпидуральной тест-дозы, содержащей адреналин для идентификации внутрисосудистого положения эпидурального катетера [37].
2. Начальный послеоперационный аналгетический режим (например, разведенный местный анестетик эпидурально с добавлением опиоидов эпидурально или без них) для облегчения перехода пациента к послеоперационному периоду. Этот подход не вызывает такой степени гипотензии, как эпидуральный блок хирургической глубины, но он и не дает такого «МАК-сберегающего» эффекта.
3. Дождаться послеоперационного периода и начать эпидуральную аналгезию. Этот подход минимизирует потенциальное гемодинамическое взаимодействие между общей и эпидуральной анестезией, но может потребовать «ловить момент» в палате пробуждения для начала адекватной эпидуральной аналгезии.

VII. Осложнения

А. Гипотензия

1. **Этиология.** Как и спинальная анестезия, эпидуральная блокирует симпатические преганглионарные волокна и вызывает артериальную **вазодилатацию, снижение системного сосудистого сопротивления** и падение САД. Венодилатация также имеет место и может стать причиной снижения преднагрузки, особенно у пациентов с гиповолемией.
2. **Лечение**
 - а. Восстановление преднагрузки объемной нагрузкой может быть достаточным для подъема САД в некоторых случаях, но поскольку объемная нагрузка на системное сосудистое сопротивление не влияет, одной ее может быть недостаточно.
 - б. **Эфедрин** длительное время пользовался репутацией препарата выбора для лечения гипотензии, особенно в акушерстве. Однако

основное действие эфедрина — повышение сердечного выброса за счет повышения контрактильности и частоты сердечных сокращений. Хотя этот подход определенно повышает САД, он не исправляет основную проблему, а именно не восстанавливает системное сосудистое сопротивление. Кроме того, пациенты, получающие β -блокаторы, могут не отреагировать на эфедрин в достаточной степени, а повышение потребности миокарда в кислороде может быть опасным для пациентов с ишемической болезнью сердца.

в. Мезатон, α_1 -адренергический агонист. Является альтернативой эфедрину, корректирует системное сосудистое сопротивление вместо компенсации его за счет увеличения работы сердца. Мезатон легче титровать, чем эфедрин. Таким образом, мезатон является разумным выбором для коррекции гипотензии, вызванной эпидуральной блокадой и, в некоторых случаях, может быть выбором лучшим, чем эфедрин. Современные исследования на людях также показали, что он может быть эффективнее эфедрина для лечения материнской гипотензии в акушерстве [38] и будет более логичным выбором, если тахикардия уже есть, хотя эфедрин может быть полезен для повышения частоты сердечных сокращений, если одна из причин гипотензии, — брадикардия.

Б. Тотальный спинальный блок. Тотальный спинальный блок — нетипичное осложнение в результате распространения блока на ствол мозга. Пациенты теряют способность дышать (блокада С3, С4, С5 и моторная блокада грудной стенки) и сознание (блокада ретикулярной формации ствола мозга). Гипотензия и брадикардия могут быть глубокими, поскольку активность всей симпатической нервной системы заблокирована в точке ее происхождения из ствола мозга. Вероятность тотального спинального блока выше во время эпидуральной анестезии, чем спинальной, поскольку используются значительно большие объемы местного анестетика.

1. Этиология. Во время планируемой эпидуральной анестезии тотальная спинальная блокада может развиться только при введении большого объема местного анестетика в субарахноидальное пространство. Это возможно в следующих случаях:

- а.** Эпидуральная игла попала в субарахноидальное пространство случайно, во время введения местного анестетика.
- б.** Большой объем местного анестетика проделал путь через отверстие в твердой мозговой оболочке, оставленного спинальной иглой после комбинированной спинально-эпидуральной методики или после случайного повреждения иглой при эпидуральной анестезии с формированием «подтекания» («wet tap»). Есть сообщения о нескольких случаях, дающих основания думать о такой этиологии, это небезосновательно, но должным образом не доказано. Исследования *in vitro* дают основания полагать это маловероятным, если отверстие в твердой мозговой оболочке сделано спинальной иглой малого калибра — в отличие от иглы эпидуральной [39].
- в.** Эпидуральный катетер мигрировал в субарахноидальное пространство.
- г. Субдуральная инъекция.** Субдуральная (т. е. эпидуральная) инъекция сама по себе не приведет к попаданию больших доз мест-

ного анестетика в субарахноидальное пространство, поскольку именно паутинная — а не твердая мозговая оболочка — является анатомическим барьером на пути проникновения лекарств в СМЖ [40]. Кроме того, паутинная оболочка — слишком деликатная ткань, чтобы удерживать значительный объем местного анестетика в потенциальном пространстве между твердой мозговой и паутинной. Вероятный сценарий, по которому субдуральная инъекция приводит к тотальному спинальному блоку, следующий.

- 1) Кончик эпидуральной иглы прокалывает твердую мозговую оболочку, отделяя ее от паутинной, не пунктируя последнюю.
- 2) Поскольку паутинная оболочка интактна, СМЖ не вытекает из иглы и пункция твердой мозговой остается нераспознанной.
- 3) Инъецируется «большой» объем местного анестетика, паутинная оболочка рвется и местный анестетик быстро проникает в СМЖ. При достаточном объеме может наступить тотальный спинальный блок.

2. Лечение полностью поддерживающее. При адекватной вентиляции и гемодинамической поддержке можно ожидать полного восстановления. Важно отметить, что в зависимости от использованного местного анестетика и его количества, попавшего в субарахноидальное пространство, поддержка пациенту может потребоваться в течение нескольких часов и более.

3. Профилактика. Соответствующая тест-доза и медленная дробная инъекция всей дозы местного анестетика с постоянным контролем состояния пациента — основные средства профилактики тотального спинального блока, вводится ли местный анестетик через катетер или иглу. В случае непреднамеренного частичного повреждения эпидуральной иглой («подтекающий кран») следует рассмотреть отказ от эпидуральной анестезии и использовать смещенную эпидуральную иглу для выполнения спинальной анестезии. Если эпидуральная анестезия все-таки желательна/необходима, то было бы благоразумно перенести ее на другой уровень позвоночника с тем, чтобы минимизировать проникновение препарата через отверстие в оболочке. Однако неизвестно, снижает ли изменение уровня позвоночника риск тотального блока на самом деле.

В. Головная боль. С учетом большого диаметра риск постдуральной пункционной головной боли (ППГБ) значительно выше в случае непреднамеренной пункции менингеальных оболочек спинальной иглой, особенно у молодых пациентов. С учетом высокого риска, многие высказываются в пользу немедленной кровяной пробки у молодых пациентов, и было продемонстрировано, что этот подход эффективно снижает ППГБ. Обратная сторона, конечно, в том, что некоторые пациенты получают процедуру, в которой у них, возможно, не было необходимости. Постдуральная пункционная головная боль более детально описана в гл. 6.

Г. Неврологическое повреждение

1. Опосредованное местными анестетиками. Как описано в гл. 3, все местные анестетики могут оказывать дозо-зависимое нейротоксическое действие. Риск неврологического повреждения от местных анестетиков, введенных в эпидуральное пространство, крайне низок. Основной

риск во время эпидуральной анестезии сопряжен с непреднамеренной инъекцией больших объемов местных анестетиков в субарахноидальное пространство. Есть множество сообщений, документирующих, что все местные анестетики могут вызвать стойкое повреждение спинного мозга по этому механизму. Фактически изменение формулы хлоропрокаина стало результатом повреждений, которые случались при попадании больших доз содержащего консервант (0,2%-й натрия бисульфит) препарата, предназначенного для эпидурального пространства, в пространство субарахноидальное.

2. Механические. Эпидуральные иглы при контакте со спинальными нервами и спинным мозгом, конечно, могут вызвать неврологические повреждения. Однако частота таких повреждений, особенно при поясничной эпидуральной анестезии, очень низка (Аурой с соавторами сообщают об отсутствии случаев повреждений на 35 293 эпидуральные анестезии [41]). Риск при торакальной эпидуральной анестезии выше, но переводится ли этот риск в более актуальные повреждения, неизвестно.

3. Не анестезиологические повреждения. Повреждения нервов случаются при многих типах хирургических вмешательств и во время нормальных влагалищных родов. Когда такие повреждения случаются в условиях эпидуральной/спинальной анестезии, часто вину возлагают на блокаду. Однако в таких ситуациях тщательное неврологическое обследование обычно демонстрирует, что поврежден был смешанный нерв, достаточно удаленный от спинного мозга.

Г. Задержка мочи. Для сокращений мочевого пузыря необходима интактная парасимпатическая нервная система. Блокада парасимпатических нейронов длится дольше, чем блокада нейронов сенсорных или моторных. Следовательно, мочеиспускание может быть подавлено намного длительнее сенсорного и моторного блока, что может привести к задержке мочи. Традиционно во многих центрах ждут, пока пациент сможет помочиться и только потом выписывают его, что ведет к удлинению пребывания в палате пробуждения пациентов, в остальном к выписке готовых. К счастью, введение в практику автоматических ультразвуковых устройств для мочевого пузыря, измеряющих его объем, облегчило решение этой проблемы. Малрой с соавторами показали, что использование кратковременной эпидуральной блокады вызывает быстрое восстановление функции мочевого пузыря, частота случаев задержки мочи при этом не больше, чем после общей анестезии [42]. Пациентов, которые не могут помочиться после прекращения блокады и объем мочевого пузыря которых менее 400 мл, можно безопасно выписать домой, с последующим восстановлением способности мочиться без осложнений. Такой подход привел к значительному укорочению среднего времени до выписки при сравнении с пациентами, от которых дожидались самостоятельного мочеиспускания прежде, чем отпустить домой.

Д. Боль в спине. Боль в спине более типична, тяжелее и длится дольше после эпидуральной анестезии, чем после спинальной, и упоминается некоторыми пациентами как причина отказа от эпидуральной анестезии в последующем [43]. Заманчиво считать причиной эпидуральные иглы, размер которых больше, но это может быть слишком большим упрощением. Например, боль в спине может ухудшиться после эпидуральной

анестезии в связи с выходом местного анестетика через межпозвонковое отверстие и попаданием на околоостистую мышцу с развитием миотоксичности (см. гл. 3). Прежде чем предлагать рекомендации по профилактике боли в спине, связанной с эпидуральной анестезией, необходимы дополнительные исследования для идентификации ее причин. Лечение поддерживающее, пациентам следует рекомендовать сохранять подвижность и информировать их о том, что в большинстве случаев исчезновение боли можно ожидать на 7—10 день.

Е. Эпидуральная гематома. См. гл. 3.

Ж. Эпидуральный абсцесс. См. гл. 3.

VIII. Заключение

Методики эпидуральной анестезии и анальгезии — крайне важные компоненты современной анестезиологической практики. Мастерство выполнения методики требует детального понимания соответствующей анатомии, фармакологических опций (местные анестетики, опиоиды, адренергические агонисты и т. д.), рисков, присущих этой методике, и способов их уменьшения.

Литература

1. Lirk P, Kolbitsch C, Putz G, *et al.* Cervical and high thoracic ligamentum flavum frequently fails to fuse in the midline. *Anesthesiology* 2003;99:1387—1390.
2. Bernardis CM, Shen DD, Sterling ES, *et al.* Epidural, cerebrospinal fluid, and plasma pharmacokinetics of epidural opioids (part 1): differences among opioids. *Anesthesiology* 2003;99:455—465.
3. Hogan QH. Lumbar epidural anatomy. A new look by cryomicrotome section. *Anesthesiology* 1991; 75:767—775.
4. Meijenhofst GC. Myelography and epidural double-catheter venography. *Br Med J* 1978;2:205—206.
5. Fink BR, Walker S. Orientation of fibers in human dorsal lumbar dura mater in relation to lumbar puncture. *Anesth Analg* 1989;69:768—772.
6. Stevens RA, Urmey WF, Urquhart BL, *et al.* Back pain after epidural anesthesia with chlorprocaine. *Anesthesiology* 1993;78:492—497.
7. Stevens RA, Chester WL, Artuso JD, *et al.* Back pain after epidural anesthesia with chlorprocaine in volunteers: preliminary report. *Reg Anesth* 1991;16:199—203.
8. Drolet P, Veillette Y. Back pain following epidural anesthesia with 2-chloroprocaine (ED-TA-free) or lidocaine. *Reg Anesth* 1997;22:303—307.
9. Eisenach JC, Schlairet TJ, Dobson CE II, *et al.* Effect of prior anesthetic solution on epidural morphine analgesia. *Anesth Analg* 1991;73:119—123.
10. Huntoon M, Eisenach JC, Boese P. Epidural clonidine after cesarean section. Appropriate dose and effect of prior local anesthetic. *Anesthesiology* 1992;76:187—193.
11. Mogensen T, Simonsen L, Scott NB, *et al.* Tachyphylaxis associated with repeated epidural injections of lidocaine is not related to changes in distribution or the rate of elimination from the epidural space. *Anesth Analg* 1989;69:180—184.
12. Bernardis CM, Shen DD, Sterling ES, *et al.* Epidural, cerebrospinal fluid, and plasma pharmacokinetics of epidural opioids (part 2): effect of epinephrine. *Anesthesiology* 2003;99:466—475.

13. Kozody R, Palahniuk RJ, Wade JG, *et al.* The effect of subarachnoid epinephrine and phenylephrine on spinal cord blood flow. *Can Anaesth Soc J* 1984;31:503—508.
14. Bonica JJ, Kennedy WF, Ward RJ Jr, *et al.* A comparison of the effects of high subarachnoid and epidural anesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand Suppl* 1966;23:429—437.
15. Bernards CM, Carpenter RL, Kcenter ME, *et al.* Effect of epinephrine on central nervous system and cardiovascular system toxicity of bupivacaine in pigs. *Anesthesiology* 1989;71:711—717.
16. Nishikawa T, Dohi S. Clinical evaluation of clonidine added to lidocaine solution for epidural anesthesia. *Anesthesiology* 1990;73:853—859.
17. Klimscha W, Chiari A, Krafft P, *et al.* Hemodynamic and analgesic effects of clonidine added repetitively to continuous epidural and spinal blocks. *Anesth Analg* 1995;80:322—327.
18. Park WY, Hagins FM, Rivat EL, *et al.* Age and epidural dose response in adult men. *Anesthesiology* 1982;56:318—320.
19. Park W, Massengale M, Macnamara T. Age, height, and speed of injection as factors determining caudal anesthetic level and occurrence of severe hypertension. *Anesthesiology* 1979;51:81—84.
20. Cesur M, Alici HA, Erdem AF, *et al.* Administration of local anesthetic through the epidural needle before catheter insertion improves the quality of anesthesia and reduces catheter-related complications. *Anesth Analg* 2005;101:1501—1505.
21. Dam-Hieu P, Rodriguez V, De Cazes Y, *et al.* Computed tomography images of entrapped epidural catheter. *Reg Anesth Pain Med* 2002;27:517—519.
22. Renehan EM, Peterson RA, Penning JP, *et al.* Visualization of a looped and knotted epidural catheter with a guidewire. *Can J Anaesth* 2000;47:329—333.
23. Choi DH, Lee SM, Cho HS, *et al.* Relationship between the bevel of the Tuohy needle and catheter direction in thoracic epidural anesthesia. *Reg Anesth Pain Med* 2006;31:105—112.
24. Tiso RL, Thomas PS, Macadaeg K. Epidural catheter direction and local anesthetic dose. *Reg Anesth* 1993;18:308—311.
25. Hoshi T, Miyabe M, Takahashi S, *et al.* Evaluation of the arrow flex tip plus epidural catheter tip position and migration during continuous thoracic analgesia. *Can J Anaesth* 2003;50:202—203.
26. Motamed C, Farhat F, Remerand F, *et al.* An analysis of postoperative epidural analgesia failure by computed tomography epidurography. *Anesth Analg* 2006;103:1026—1032.
27. Bougher RJ, Corbett AR, Ramage I) 1. The effect of tunnelling on epidural catheter migration. *Anaesthesia* 1996;51:191—194.
28. Dickson MA, Doyle E. The intravascular migration of an epidural catheter. *Paediatr Anaesth* 1999;9:273—275.
29. Jaeger JM, Madsen ML. Delayed subarachnoid migration of an epidural arrow flex tip plus catheter. *Anesthesiology* 1997;87:718—719.
30. Abraham RA, Harris AP, Maxwell LG, *et al.* The efficacy of 1.5% lidocaine with 7.5% dextrose and epinephrine as an epidural test dose for obstetrics. *Anesthesiology* 1986;64:116—119.
31. Holmaas G, Frederiksen D, Ulvik A, *et al.* Identification of thoracic intervertebral spaces by means of surface anatomy: a magnetic resonance imaging study. *Acta Anaesthesiol Scand* 2006;50:368—373.
32. Tsui BC, Wagner AM, Cunningham K, *et al.* Can continuous low current electrical stimulation distinguish insulated needle position in the epidural and intrathecal spaces in pediatric patients? *Paediatr Anaesth* 2005;15:959—963.
33. Tsui BC, Bury J, Bouliane M, *et al.* Cervical epidural analgesia via a thoracic approach using nerve-stimulation guidance in adult patients undergoing total shoulder replacement surgery. *Acta Anaesthesiol Scand* 2007;51:255—260.
34. Holmstrom B, Rawal N, Axelsson K, *et al.* Risk of catheter migration during combined spinal epidural block: percutaneous epiduroscopy study. *Anesth Analg* 1995;80:747—753.

35. Hodgson PS, Liu SS. Epidural lidocaine decreases sevoflurane requirement for adequate depth of anesthesia as measured by the Bispectral Index monitor. *Anesthesiology* 2001;94:799—803.
36. Hodgson PS, Liu SS, Gras TW. Does epidural anesthesia have general anesthetic effects? A prospective, randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Anesthesiology* 1999;91:1687—1692.
37. Liu SS, Carpenter RL. Hemodynamic responses to intravascular injection of epinephrine-containing epidural test doses in adults during general anesthesia. *Anesthesiology* 1996;84:81—87.
38. Ngan Kee WD, Khaw KS. Vasopressors in obstetrics: what should we be using? *Curr Opin Anaesthesiol* 2006;19:238—243.
39. Bernards CM, Kopacz DJ, Michel MZ. Effect of needle puncture on morphine and lidocaine flux through the spinal meninges of the monkey *in vitro*. Implications for combined spinal-epidural anesthesia. *Anesthesiology* 1994;80:853—858.
40. Bernards CM, Hill HF. Morphine and alfentanil permeability through the spinal dura, arachnoid, and pia mater of dogs and monkeys. *Anesthesiology* 1990;73:1214—1219. A Practical Approach to Regional Anesthesia
41. Auroy Y, Benhamou D, Bargues L, *et al*. Major complications of regional anesthesia in France: the SOS Regional Anesthesia Hotline Service. *Anesthesiology* 2002;97:1274—1280.
42. Mulroy MF, Salinas FV, Larkin KL, *et al*. Ambulatory surgery patients may be discharged before voiding after short-acting spinal and epidural anesthesia. *Anesthesiology* 2002;97:315—319.
43. Seeberger MD, Lang ML, Drewe J, *et al*. Comparison of spinal and epidural anesthesia for patients younger than 50 years of age. *Anesth Analg* 1994;78:667—673.

Глава 8

Каудальная анестезия

Майкл Ф. Малрой

Альтернативный доступ к перидуральному пространству лежит через основание позвоночника в крестцовой щели. Инъекция в крестцовый канал вызывает эпидуральную блокаду, но требует большего объема раствора для достижения абдоминальных уровней. Каудальный доступ обладает недостатком: более высокой **вариабельностью анатомии** и более высокой вероятностью внутривенной инъекции; применяется главным образом в педиатрической практике.

I. Анатомия

- A. Каудальный канал является самой нижней частью спинномозгового канала. Его дорсальная крыша образована слиянием задних пластин тел крестцовых позвонков. Единственный прямой вход в канал в норме находится на уровне пятого крестцового позвонка, где недоразвитие остистых отростков и пластины оставляет щель в костной крыше канала. Это отвер-

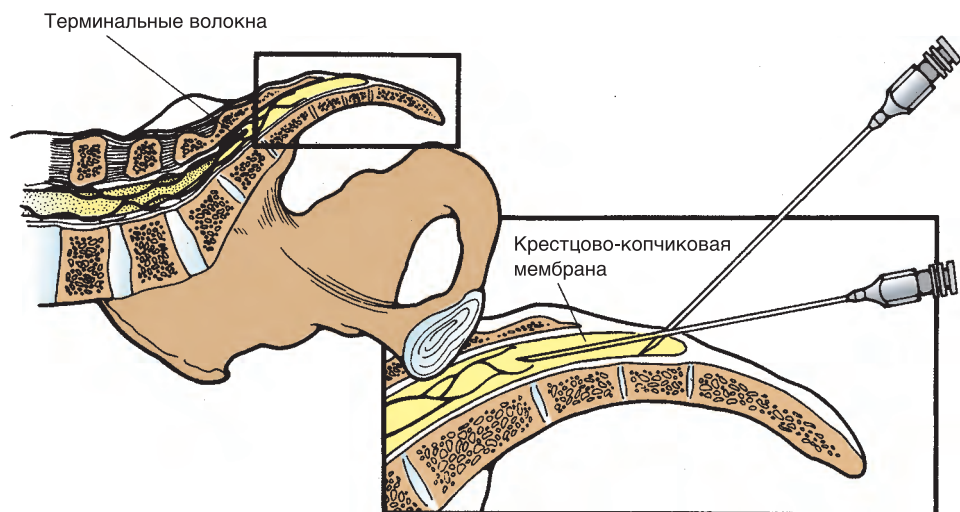


Рис. 8.1. Анатомия крестца, вид сбоку. Игла, направленная через крестцово-копчиковую мембрану под углом 45° , обычно характерно «протыкает» связку и входит в контакт с передней костью крестцового канала. Иглу нужно ротировать так, чтобы ее срез не царапал надкостницу этого слоя и угол продвижения мог меняться, позволяя прямо пройти 2—3 см вверх по каналу без нового контакта с костью. Это пространство обильно снабжено кровеносными сосудами, и расстояние, на котором лежит конечная точка дуального мешка, может быть различным, но обычно находится на уровне S2

стие латерально ограничено выступающими рожками (недоразвитыми суставными отростками) и покрыто тонкой крестцово-копчиковой связкой. По латеральному краю самого канала в кости крестца есть отверстия как спереди, так и сзади, на уровнях S1—S4. Корешки крестцовых нервов выходят — как спереди, так и сзади — через эти видоизмененные межпозвонковые отверстия.

- Б. Канал вогнут спереди, но у точки входа в крестцовую щель он в основном плоский (рис. 8.1). Угол канала к поверхности кожи варьирует в зависимости от пола и расы. У светлокожих пациентов канал образует угол приблизительно 35° к поверхности кожи, тогда как у темнокожих угол может составлять и 4° . У женщин обеих рас угол несколько меньше, чем у мужчин соответствующей расы. Степень слияния костей варьирует; канал может отсутствовать у 5—10% популяции [1, 2].
- В. Полезным соотношением является расстояние между задними верхними подвздошными остями и крестцовой щелью. Это расстояние постоянно равно расстоянию между двумя самими остями, образуя равнобедренный треугольник (рис. 8.2) [2]. Это соотношение необходимо знать, если крестцовые рожки плохо пальпируются.
- Г. Можно ожидать, что внутри канала дуральный мешок заканчивается выше уровня **второго крестцового позвонка**. Он может продолжаться в крестцовую часть канала и приближаться к щели до 3,5 см. Это пространство занимают ареолярная ткань, корешки нервов и общее венозное сплетение.

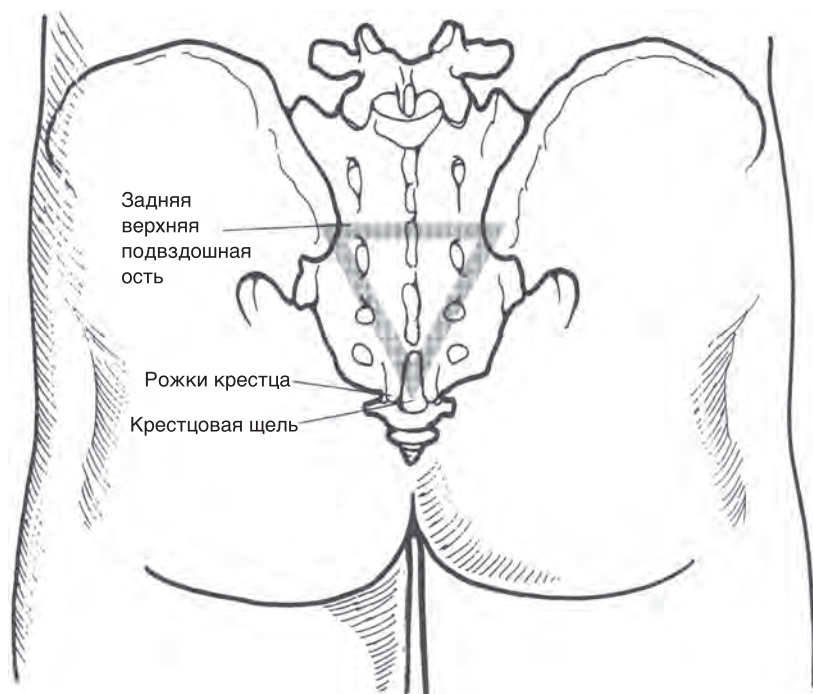


Рис. 8.2. Анатомия крестца, вид сзади. Крестцовая щель покрыта тонкой связкой, которая лежит между и слегка снизу двух выступающих рожек крестца. Задние верхние подвздошные ости и это отверстие обычно образуют правильный треугольник

II. Показания

- А. Местные анестетики, введенные в крестцовый канал, вызывают основательную анестезию крестцовых корешков. Это идеальная методика для операций на **промежности и в перианальной зоне**, таких как геморроидэктомия и выжигание опухолей прямой кишки. При адекватных поясничных уровнях блокады возможны операции на стопе и голени. При использовании более высоких объемов можно добиться анестезии нижних торакальных дерматомов, и возможны **трансуретральная простатэктомия или влагалищная гистерэктомия**. Преимущества постоянной методики можно получить при введении в канал катетера.
- Б. Каудальная анестезия имеет преимущество перед поясничной эпидуральной в том, что анестезия при операциях на нижних конечностях **ограничена поясничными и крестцовыми корешками**. При сравнении со спинальной анестезией, каудальная создает меньшую вероятность постпункционной головной боли, хотя это осложнение остается возможным. При низкой частоте головной боли, вызванной спинальными иглами с закругленным кончиком, это преимущество менее значительно. Такие потенциальные сравнительные преимущества необходимо соотнести с **медленным развитием действия, высокими дозами препарата и анатомическими трудностями** каудальной анестезии.
- В. Каудальный доступ в основном применяется в **педиатрической анестезии**, где анатомия более поверхностна и надежна, и он может предложить прекрасную послеоперационную аналгезию. В акушерской практике наблюдается снижение применения постоянной каудальной анестезии, что связано с необходимостью использования высоких объемов раствора анестетика и более выраженным влиянием на рефлекс «изгнания». Каудальную анестезию можно применить для редких пациентов, которым невозможно предложить преимущества поясничной эпидуральной анестезии, таких как пациенты со спинальным сращением Харрингтона.

III. Препараты

- А. Для каудальной анестезии применяются те же препараты, что и для поясничной эпидуральной. Такие же соображения применимы для выбора желаемой основательности (моторной по сравнению с сенсорной) и длительности анестезии.
- Б. В связи с утечкой через латеральные крестцовые отверстия и более высоким объемом канала, для каудальной анестезии **необходим более высокий объем раствора**, чем для анестезии эпидуральной. Доза в 15 мл раствора может вызвать только крестцовую (промежностную) анестезию, тогда как 25 мл нужно для получения блока на уровне T10—12. Это в среднем 2—3 мл на сегмент, при том что для поясничных инъекций нужно вдвое меньше.
- В. **Возраст и вес не являются прогностическими** детерминантами распространения анестезии, как это наблюдается при поясничной эпидуральной анестезии. Величина необходимых доз слегка снижается при беременности; 16—18 мл дают блок на уровне T10.

Г. Можно использовать те же добавки, что и при эпидуральной анестезии. Адреналин удлиняет блокаду. Клонидин и опиоиды будут увеличивать длительность анальгезии [3, 4].

IV. Техника

А. Положение. Каудальную анестезию можно выполнить пациенту в положении лицом вниз, на боку или в положении колени-к-груди.

1. Положение **колени-к-груди** предпочтительно в акушерстве, где матка делает положение лицом вниз неудобным. Для принятия этого положения пациенту предлагают встать на колени и наклониться вперед. Это положение наиболее эффективно, так как ягодичные мышцы смещаются от крестцовой щели.
2. В положении **на боку** верхнюю ногу сгибают в бедре и колени, что тоже помогает смещению ягодичных мышц от крестцовой щели.
3. В положении **лицом вниз**, пациенту подкладывают под бедра подушку, чтобы согнуть ногу в тазобедренном суставе и отвести мышцы, а пациента просят развести ноги и ротировать стопы внутрь.

Б. Стандартная техника

1. После того как пациент уложен в нужное положение, идентифицируют анатомические ориентиры. У худых пациентов **крестцовые рожки** легко пальпировать сразу выше межягодичной складки. **Крестцово-копчиковая мембрана** образует мягкую впадину между и сразу ниже этих выступов. Положение подтверждает нарисованный **треугольник**, образуемый щелью и задними верхними подвздошными остями; он должен быть равнобедренным. Мембрана должна быть на 4—5 см выше пальпируемой верхушки копчика. Можно также нарисовать крестцовые отверстия (см. рис. 8.2).
2. Перед обработкой кожи в положении пациента лицом вниз на кожу межягодичной складки укладывают небольшой тампон для предупреждения протекания раствора в перианальную зону. После асептической обработки и обкладывания небольшую **«лимонную корочку»** над мембраной выполняют иглой малого калибра. Более обширная инфильтрация скроет анатомические ориентиры.
3. **Более глубокую** инфильтрацию выполняют иглой 22 G, избегая избыточного смещения тканей. Если катетер не используется, весь блок одной инъекции можно выполнить иглой 22 G, не забывая о том, что потерю сопротивления будет трудно ощутить при калибре игл менее традиционных (17—19 G). Даже при использовании игл большего калибра предварительный доступ иглой 22 G поможет идентифицировать мембрану и канал, с тем чтобы иглу большего калибра можно было установить с одной попытки.
4. Иглу вводят через анестезированные ткани в мембрану приблизительно **под углом 70°** к коже (перпендикулярно к мембране, см. рис. 8.1). Твердое давление позволит игле пенетрировать фиброзный пучок и «провалиться» в каудальный канал. Однако в этом месте канал мелкий и при резком введении возможно болезненное процарапывание надкостницы передней стенки канала. Если

несколько попыток не привели к пенетрации мембраны в течение нескольких минут, следует еще раз определить анатомические ориентиры. У 6—10% пациентов окажутся сращения, препятствующие входу [1, 2], и необходимо рассмотреть альтернативные варианты анестезии.

5. После того как игла оказалась в канале, ее павильон **наклоняют вниз**, к межягодичной складке так, чтобы кончик теперь продвигался не более 4 см вверх по центру канала, почти параллельно оси спины в целом. Срез иглы следует ротировать так, чтобы уменьшить вероятность травмирования острым кончиком иглы надкостницы. Можно ожидать, что **угол канала в норме будет почти плоским** по отношению к коже у женщин, но немного круче у мужчин и у чернокожих (павильон опустится от перпендикуляра меньше). Если угол 50° или более, следует заподозрить попадание в кость или в крестец. Направление движения должно прямо следовать каудальному каналу, совпадающему с средней линией позвоночника; при латеральном отклонении иглу подтягивают и снова оценивают анатомические ориентиры.
6. Если в канал введена игла на 2—4 см, к павильону присоединяют **небольшой шприц** с 1,5 мл воздуха и **осторожно выполняют аспирацию**. Если при этом не появляется ни СМЖ, ни крови, с усилием вводят воздух, чтобы ощутить сопротивление. Не должно быть сопротивления инъекции большего, чем это обусловлено калибром иглы, — только то, что обусловлено эпидуральным пространством. Острая боль при инъекции означает субпериостальное положение иглы и необходимость повторного введения.
7. Если инъекция такого объема **воздуха нежелательна** (как у педиатрических пациентов), есть другие тесты. Ультразвуковое наведение стало вполне типичным [5]. Аускультация стетоскопом над крестцом «свистящего» звука, связанного с инъекцией местного анестетика, также полезна [6]. Альтернативным способом подтверждения попадания может быть нейростимулятор, который будет вызывать периректальные сокращения, если игла находится в каудальном канале [7].
8. Если **нет боли или ощущения сопротивления**, дополнительные 5 мл **воздуха вводят с усилием**, при этом палец легко касается кожи над кончиком иглы. Если ощущается крепитация, игла, скорее всего, в подкожных тканях и введение надо повторить. Воздух может выйти латерально через крестцовое отверстие (см. рис. 8.2); это допустимо. Пациент может подтвердить правильное положение иглы, описывая спастический дискомфорт в бедрах сзади при инъекции.
9. Если используется **катетер**, его вводят после подтверждающего теста. В этом случае может потребоваться введение в канал длины катетера (12—13 см) большей, чем это нужно в поясничной области, особенно если нужна анестезия нижнего абдоминального отдела (торакальные корешки).
10. **Тест-доза**: 3 мл местного анестетика с 1:200 000 адреналина вводят через катетер или иглу (методика с одной инъекцией), необходим адекватный мониторинг частоты сердечных сокращений и АД.

11. Если ни внутривенного, ни субарахноидального введения не подтверждено, дозу анестетика можно вводить и фиксировать катетер. Обычно для наступления адекватной хирургической анестезии требуется около **двадцати минут**.
12. Как и при всех постоянных методиках, **тест-дозу** повторяют перед каждой инъекцией.

V. Осложнения

- А. Внутривенное введение** — наиболее типичная и серьезная проблема, и она более вероятна, чем при эпидуральной анестезии [8]. Канал **хорошо васкуляризован**, но в венах низкое давление, что препятствует диагностике попадания в сосуд при помощи аспирации крови. Тщательное выполнение тест-дозы обязательно наряду с пристальным мониторингом уровня сознания пациента. Наиболее целесообразно дробное введение.
- Б. Повреждение надкостницы** бывает не часто, но боль может беспокоить пациента в течение нескольких недель. Необходимое лечение поддерживающее, состоит в основном из тепла и противовоспалительных препаратов.
- В. Дуральная пункция встречается редко и сопряжена с теми же опасностями, что и при тотальном спинальном блоке**, а также постпункционной головной боли при эпидуральной анестезии.
- Г. Внутрикостное введение** случается редко, но **может вызвать системную токсичность**, подобно тому как это бывает при внутривенной инъекции. Аспирация костного мозга обычно невозможна, а абсорбция достаточно медленна для того, чтобы реакция на тест-дозу четко указала на неправильное положение иглы. После введения терапевтической дозы системные симптомы могут не развиваться в течение нескольких минут.
- Д. Пресакральная инъекция** также встречается редко, но есть случаи ректальных инъекций и инъекции в скальп плода. Пристальное внимание к анатомическим ориентирам и углам снижает такую вероятность, и иглу не следует вводить в ткани на всю ее длину. Некоторые авторы полагают, что каудальная анестезия в акушерстве противопоказана, если произошло опущение головки плода в малый таз (и лежит сразу под крестцом).
- Е. Гипертензия** была описана при **быстрой инъекции**. Это может быть реакцией на сдавление спинного мозга или спинномозговых нервов. Обычно бывает транзиторной и ее можно избежать медленным введением.

Литература

1. Crighton IM, Barry BP, Hobbs GJ. A study of the anatomy of the caudal space using magnetic resonance imaging. *Br J Anaesth* 1997;78:391.
2. Senoglu N, Senoglu M, Oksuz H, *et al.* Landmarks of the sacral hiatus for caudal epidural block: an anatomical study. *Br J Anaesth* 2005;95:692—695.
3. Constant I, Gall O, Gouyet L, *et al.* Addition of clonidine or fentanyl to local anaesthetics prolongs the duration of surgical analgesia after single shot caudal block in children. *Br J Anaesth* 1998;80:294.

4. Van Elstraete AC, Pastureau F, Lebrun T, *et al.* Caudal clonidine for postoperative analgesia in adults. *Br J Anaesth* 2000;84:401.
5. Roberts SA, Galvez I. Ultrasound assessment of caudal catheter position in infants. *Paediatr Anaesth* 2005;15:429—432.
6. Orme RM, Berg SJ. The «swoosh» test — an evaluation of a modified «whoosh» test in children. *Br J Anaesth* 2003;90:62—65.
7. Tsui BC, Tarkkila P, Gupta S, *et al.* Confirmation of caudal needle placement using nerve stimulation. *Anesthesiology* 1999;91:374.
8. Brown DL, Ransom DM, Hall JA, *et al.* Regional anesthesia and local anesthetic-induced systemic toxicity: seizure frequency and accompanying cardiovascular changes. *Anesth Analg* 1995;81:321.

Глава 9

Анестезия межреберная и терминальных нервов туловища

Майкл Ф. Малрой

Блокада межреберного нерва, как и паравертебральный доступ, обеспечивает альтернативу спинальной или эпидуральной блокаде для поверхностной анестезии при операциях на брюшной стенке и стенке грудной клетки. Эта методика обеспечивает интраоперационную и послеоперационную анальгезию до 12 ч, без недостатков симпатэктомии, связанных с аксиальными блокадами, и является полезной альтернативой, когда нейроаксиальные блоки противопоказаны. Она более утомительна, так как приходится делать множество инъекций и один пропущенный нерв может испортить общий результат. Более дистальная блокада терминальных ветвей грудных или верхних поясничных нервов у фасции прямой мышцы или в паху также может обеспечить обширную послеоперационную анальгезию при небольших разрезах по средней линии или в паху.

I. Анатомия

- A. Периферические соматические нервы грудной клетки выходят из позвоночника и тут же образуют небольшую дорсальную и большую вентральную ветвь. Эти вентральные соматические ветви идут латерально под соответствующим им ребрами. Внутренний нижний край каждого ребра имеет борозду для нерва и соответствующих ему артерии и вены, остающихся, таким образом, под прикрытием наружного края ребра, что защищает проходящий здесь пучок от прямого воздействия снаружи. Эту межреберную борозду в дальнейшем закрывает фасция наружной и внутренней межреберных мышц. Под внутренней межреберной мышцей лежит париетальная плевра.
- B. Рядом со **среднеподмышечной линией** борозда становится менее определенной и нерв мигрирует от ребер и отдает **латеральную кожную ветвь**, направляясь вниз. С учетом этих двух факторов надежную анестезию труднее выполнить за пределами передней подмышечной линии. Основной ствол продолжается вперед, обеспечивая сенсорную и моторную иннервацию мышц и кожи передней части грудной клетки (T2–6) и живота (T7–11). Терминальные ветви этих нервов проходят сквозь фасциальный футляр прямой мышцы живота, достигая средней линии, и опять скрываются в хорошо определенной фасциальной плоскости этого футляра вдоль его средней линии.
- B. 12-й межреберный нерв уникален тем, что не имеет тесной связи с соответствующим ему ребром. Ветви от 12-го нерва отходят ранее, сливаясь

в подвздошно-паховый нерв, и вероятность того, что стандартная подреберная инъекция обеспечит анестезию этого нерва, невысока.

- Г. Подвздошно-паховый нерв представляет собой ветвь первого поясничного корешка, которая идет рядом с сопровождающей его ветвью, подвздошно-подчревным нервом, распространяясь в пах. Эти два нерва успешно проходят сквозь поперечную мышцу, наружную и внутреннюю косые мышцы живота недалеко от уровня передней верхней подвздошной ости, они обеспечивают чувствительность в зонах внутренней поверхности бедер и подчревной.
- Д. Первый и второй межреберные нервы также отличаются тем, что их первичные ветви соединяются с нижними нервами плечевого сплетения или распространяются на руку как межреберно-плечевой нерв, обеспечивающий чувствительность медиальной поверхности верхней части руки.
- Е. Ребра сами по себе различны. По задней средней линии, все они хорошо защищены медиально толстыми паравертебральными мышцами. **Нижние шесть легко пальпируются** латеральнее этих мышц, они широкие плоские и относительно поверхностны. **Верхние ребра более защищены** лопатками и связанными с ними мышцами, выглядят уже и глубже, добраться до них технически труднее, что делает в этой зоне **паравертебральный доступ более рациональным**.

II. Показания

- А. Двухсторонняя блокада с 6 по 12 межреберный нерв обеспечивает анестезию **брюшной стенки в соответствующих дерматомах**, т. е. от **мечевидного отростка до лобка**. Также расслабляются абдоминальные мышцы этой зоны. **Анестезия не распространяется на висцеральную брюшину**. Блокада этих нервов, таким образом, будет вызывать достаточную аналгезию и релаксацию для разреза передней брюшной стенки. Двусторонняя блокада необходима при любых разрезах по средней линии в связи с тем, что боковая иннервация перекрывается так, что сенсорные дерматомы пересекаются друг с другом по средней линии.
- Б. Для интраабдоминальных операций необходима **дополнительная анестезия чревного сплетения** или общая анестезия. Такая комбинированная методика идеально подходит для операций на верхних отделах живота, таких как холецистэктомия, спленэктомия или гастрэктомия. Даже при висцеральной анестезии обычно требуется интубация трахеи; контролируемая вентиляция и легкая дополнительная общая анестезия потребуются практически всем, а особенно тяжело больным пациентам. Для операций на средних отделах брюшной полости (по поводу аневризмы брюшного отдела аорты, резекция толстого кишечника и т. п.) эту методику можно дополнительно усилить **паравертебральной блокадой первого и второго поясничных нервных корешков**.
- В. **Односторонняя блокада** межреберных нервов полезна для снижения потребности в анестетиках во время торакотомии [1]. Она уменьшит потребность в анальгетиках после операции, хотя не так успешно, как при абдоминальных операциях. Паравертебральный доступ может потребоваться для верхних ребер (см. гл. 10). Изредка межреберная анестезия целесоо-

бразна в качестве самостоятельного способа при поверхностных операциях на грудной стенке. Она применима, однако, для установки дренажных трубок или для анальгезии при чрескожном дренировании желчных путей. Односторонняя блокада трех или более ребер полезна для **обезболивания переломов ребер**. Сегменты выше и ниже повреждений также необходимо блокировать, так как сенсорные дерматомы перекрываются. Эта методика эффективна при острой постторакоотомной боли или боли после разреза надкостницы, а также боли по средней линии живота. Было показано, что межреберный блок в этих ситуациях улучшает вентиляторную функцию и снижает потребность в наркотиках у здоровых пациентов. Обезболивание не так эффективно, как эпидуральная инфузия, и межреберные блокады **приходится часто повторять** для предупреждения возобновления боли.

- Г. Блокада терминальных ветвей от 9-го до 11-го межреберных нервов в фасциальном футляре прямой мышцы обеспечивает приблизительно 10 ч анальгезии после операции по поводу пупочной грыжи или лапароскопических гинекологических операций с доступом через пупок [2].
- Д. Блокада подвздошно-пахового и подвздошно-подчревного нервов около передней верхней подвздошной ости аналогично обеспечивает анальгезию при грыжесечении или операциях в паху [3]. Комбинация блокады фасциального футляра прямой мышцы и этих двух нервов может обеспечить анальгезию при разрезах в нижней части средней линии, как, например при кесаревом сечении [4].

III. Препараты

Основная цель этой методики — пролонгированное действие, в связи с чем идеальны длительно действующие аминокамиды.

- А. **Бупивакаин** или левобупивакаин 0,5%-й с 1:200 000 адреналина в дозе 3—5 мл на ребро при межреберной блокаде даст 9—14 ч анальгезии, а также на короткое время адекватную релаксацию мышц во время операции. Аналогичная анальгезия терминальных нервов возникает при инъекции в фасциальный футляр прямой мышцы и в пах.
- Б. **Ропивакаин** равно эффективен, но действует на треть короче [5].
- В. **Более низкая концентрация** 0,25% больше подходит для послеоперационной анальгезии, когда в моторной релаксации необходимости нет. Таким образом уменьшается общая доза. Это важное соображение, так как высокая васкуляризация зоны инъекции становится причиной самого высокого уровня анестетиков в крови при сравнении с любыми другими блоками периферических нервов.

IV. Техника

- А. **Блокада межреберных нервов, задний доступ.** Этот классический доступ можно выполнить в положении пациента **лицом вниз** (рис. 9.1), или, если у пациента болит или напряжен живот, в **положении сидя или на боку**. Положение на боку помогает в наибольшей степени сместить лопатку, но это

позволяет блокировать только одну сторону тела. Основная опасность положения лицом вниз — угнетение дыхания и обструкция дыхательных путей в результате седации, которая обычно необходима, чтобы пациент смог перенести 14 инъекций. Необходим пристальный мониторинг.

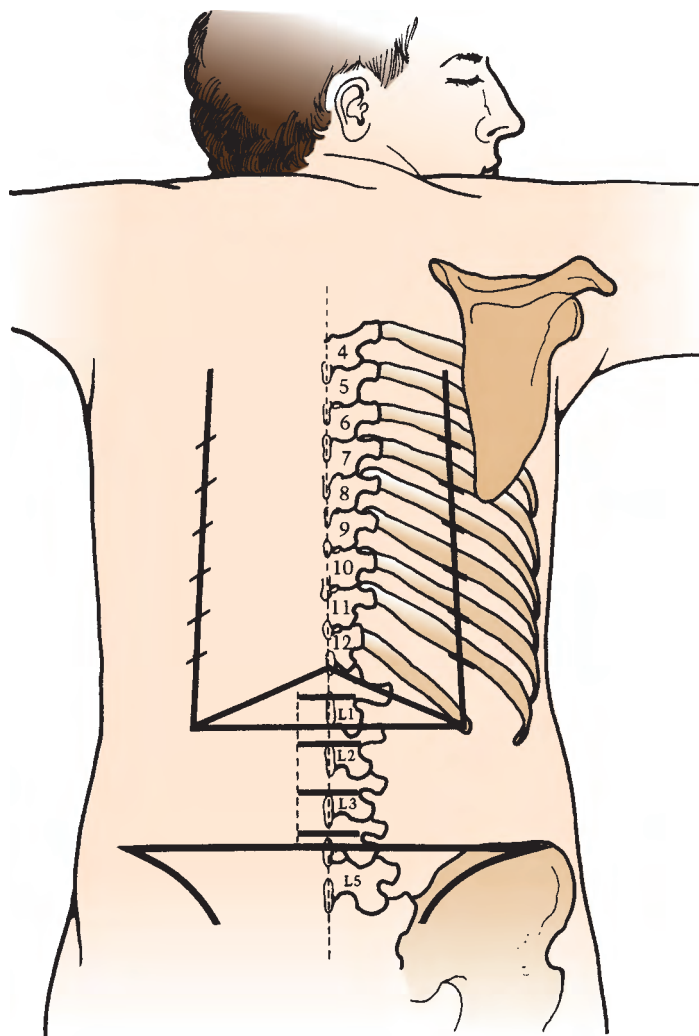


Рис. 9.1. Ориентиры для межреберной блокады. Нижние края ребер идентифицируются по их наиболее выступающей точке на спине. Маркировку от 12-го до 6-го ребра обычно наносят вдоль линии, проходящей медиально и слегка под углом к ребру. Маркировка для 12-го ребра обычно лежит приблизительно на 7 см от средней линии. Для блокады чревного сплетения (см гл. 11) рисуют треугольник между отметками 12-го ребра и нижней границей 12-го остистого отростка, с основанием, образуемым линией, соединяющей две реберные отметки прямой линией. Для люмбального соматического (см. гл. 10) или люмбального симпатического блокаов (см. гл. 11) поперечные отростки поясничных позвонков идентифицируют, рисуя линию через верхнюю границу поясничных остистых отростков; поперечный отросток каждого позвонка в поясничной области обычно лежит на этой линии

1. Пациента укладывают лицом вниз с руками, свешивающимися с краев каталки или кровати так, чтобы лопатка сместилась вбок от средней линии. Подушка, подложенная под живот, поможет выгнуть спину и облегчит пальпацию ребер. Голову поворачивают на бок, для обеспечения **адекватного состояния дыхательных путей**.
2. Рисуют **анатомические ориентиры**. Маркируют остистые отростки и затем соединяют нижний край 12-го ребра с точкой в 7 см от средней линии (рис. 9.1). Обычно этим обозначается точка наиболее острого заднего угла ребра. Затем маркируют шестое или седьмое ребра, там, где их легче всего ощутить между лопаткой и околоостистыми мышцами, обычно в 4—5 см от средней линии. Проводят линию с каждой стороны, соединяя эти два первично промаркированных ребра. Нижние края остальных ребер от 6-го до 11-го маркируют вдоль этих линий с каждой стороны. Расстояние между 11-м и 12-м ребрами будет больше, чем между остальными. Если, кроме того, выполняется блокада чревного сплетения, кожу для его блокады также маркируют в это время (см. гл. 11).
3. Пока идет обработка спины и подготовка оборудования, ассистент **продолжает мониторировать состояние пациента и начинает внутривенную седацию**. Наиболее рационально сочетание анальгетика с препаратом амнестического действия.
4. После **обработки кожи и обкладывания** делают «лимонную корочку» в каждой промаркированной точке маленькой иглой. Реакция пациента на эти 14 инъекций обычно укажет, достаточна ли седация.

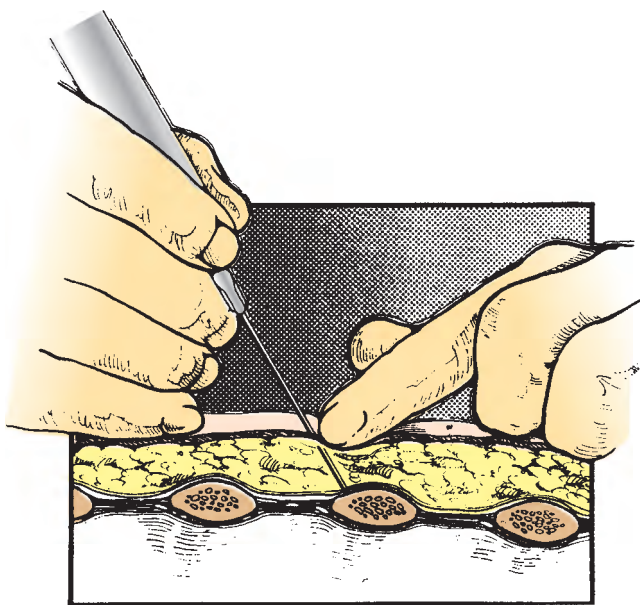


Рис. 9.2. Положение иглы и рук при межреберной блокаде; игла на ребре. Указательный палец краниальной руки идентифицирует нижний угол ребра и иглу осторожно подводят к кости. Далее краниальную руку используют для фиксации павильона иглы и контроля за движениями шприца

5. Начиная с самых нижних ребер блокируют межреберные нервы. 12-й нерв можно пропустить, поскольку вариабельность его пролегания делает анестезию ненадежной. Анестезиолог стоит сбоку от пациента со шприцем в каудальной руке (правой если он слева от пациента). Указательный палец краниальной руки устанавливают на кожу сразу выше самой нижней маркировки кожи, он должен лежать на теле ребра. «Лимонную корочку» оттягивают краниально так, чтобы она лежала на средней точке ребра. Иглу 22 G вводят через «лимонную корочку» к ребру (рис. 9.2). Контакт с надкостницей должен быть осторожным как для сохранения комфорта пациента, так и во избежание зазубривания кончика иглы.
6. С иглой, безопасно установленной на ребре, краниальной рукой теперь осуществляют контроль за шприцем и иглой. Павильон иглы удерживают между большим и указательным пальцами, в то время как средний палец лежит вдоль тела иглы (рис. 9.3). Локтевое ребро ладони лежит на спине и стабилизирует кисть от случайного, непреднамеренного изменения глубины. Пальцы каудальной руки теперь движут кольца шприца и приготовлены для инъекции. Поддерживая угол иглы и шприца под 20° краниально, кончик иглы слегка приподнимают от надкостницы и «шагают» впереди, пока он не пройдет под нижний

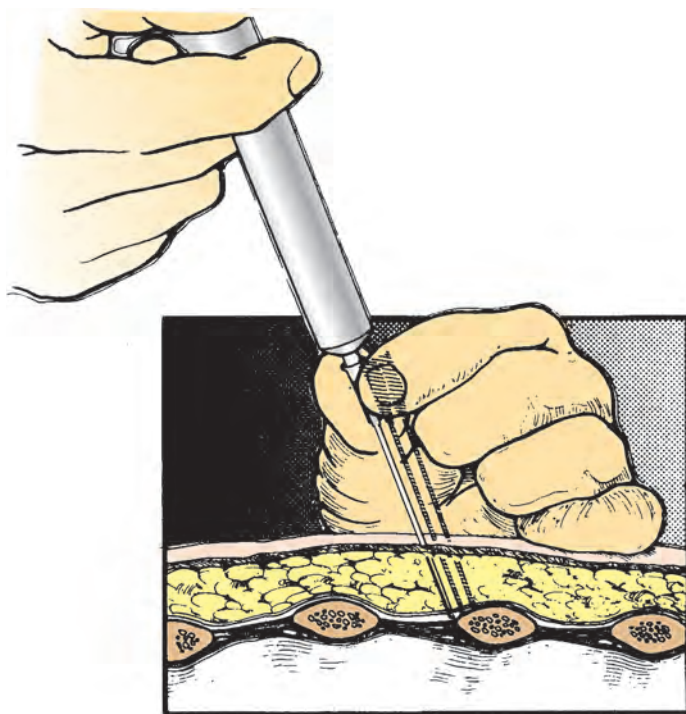


Рис. 9.3. Положение иглы и рук при межреберной блокаде; игла под ребром. Глубину иглы контролируют рукой, лежащей на спине. Другой рукой вводят раствор, когда игла расположена под ребром, но это единственная функция, выполняемая в то время, когда игла находится рядом с плевральной

край ребра. Естественное сокращение кожи (ранее оттянутой вверх для смещения «лимонной корочки» над ребром) помогает игле переместиться в правильное положение. **Шприц и игла должны всегда оставаться параллельными их изначальному краниальному углу** с каждым «шагом» по направлению к краю ребра. Чаще всего причиной неадекватной анальгезии бывает отклонение оси шприца от каудального угла.

7. После того как игла оказалась под ребром, поддерживают краниальный наклон и **иглу продвигают на 2—3 мм** к межреберной канавке. В это время краниальной рукой, продолжая контролировать шприц, вводят 3—4 мл раствора анестетика. Внутрисосудистого введения следует избегать, тщательно аспирируя перед каждым введением. Тщательно и очень понемногу «покачивая» кончик иглы можно с большей вероятностью избежать внутривенной инъекции. Если игла попала в сосуд, покачивание делает ее внутрисосудистое пребывание временным. В парестезии необходимости нет — если речь не идет о нейролитической блокаде. Во время инъекции верхняя рука лежит на грудной клетке, обеспечивая **надежный контроль шприца**. Пальцы каудальной руки используются только для инъекции, но не для продвижения шприца или иглы.
 8. **После инъекции шприц и иглу немедленно возвращают** на безопасную дорсальную поверхность ребра. Пальцы каудальной кисти вынимают из колец шприца и корпус бережно удерживают между большим и указательным пальцами, что позволяет контролировать шприц. Теперь верхняя рука уступает контроль каудальной руке и снова используется для поиска следующего ребра, в то время как игла остается «припаркованной» на только что заблокированном ребре.
 9. Передавая контроль из одной руки в другую, шприц и иглу продвигают от одного ребра к следующему. Если шприц нужно наполнить, его отсоединяют от иглы и иглу оставляют в коже для обозначения блокады последнего нерва.
 10. Ребра **противоположной стороны** можно инъецировать, дотянувшись через среднюю линию или перейдя к другому краю каталки. Если анестезиолог перешел к противоположному краю, шприц лучше снова взять в каудальную руку. Теперь это обратный порядок, и для начинающих кажется неудобным, если каудальной оказывается не доминирующая рука. Если анестезиолог-правша пытается заблокировать пациента справа шприцем в правой руке, будет трудно поддерживать нужный краниальный угол. Игла часто опирается и попадает каудальнее, когда «идет» по ребру, и раствор местного анестетика не попадает на нерв.
 11. Если планируются **блокада чревного сплетения или поясничная соматическая блокада**, то их выполняют на этом этапе.
 12. После завершения блокады каталку с пациентом можно доставить в операционную и просто перекачать пациента на операционный стол, где блокаду можно протестировать, продолжить анестезию и начать операцию.
- Б. Блокада межреберных нервов, доступ по средней подмышечной линии.** Если у пациента вздут живот или боль препятствует укладке его

в положение лицом вниз или на боку, к межреберным нервам можно подойти по средней или задней подмышечной линии в положении пациента лежа на спине. Это хороший доступ для послеоперационного обезболивания в завершении операции, если блокада межреберных нервов не была выполнена в начале операции. Она более неудобна, но технически не трудна.

1. Пациент лежит на спине, его руки разведены латерально на подставки. Ребра пальпируют и маркируют как можно дальше кзади, обычно по задней подмышечной линии.
2. Обработку кожи и обкладывание выполняют с обеих сторон, и если пациент встревожен, делают «лимонную корочку». (Это можно сделать в начале или в конце общей анестезии без необходимости в анестезии местной.)
3. Анестезиолог может стоять как у головного конца кровати, так и сбоку. Методика инъекции такая же, как и при положении лицом вниз, при этом шприц удерживает каудальная рука и контроль меняется между верхней и нижней руками по мере того, как игла «идет» по ребру, после выполнения инъекции шприц продвигают к следующему ребру.

В. Методика постоянной межреберной блокады. Постоянная методика также была описана с применением введения стандартного эпидурального катетера в межреберное пространство через иглу Туохи. Это введение может вызвать анестезию нескольких уровней в связи с медиальным распространением введенных растворов к перидуральным или паравертебральным уровням. Обычно это обеспечивает анестезию трех или четырех сегментов. Такая методика интраплевральной инъекции может быть полезной для послеоперационной анальгезии (см. гл. 10).

Г. Блокада фасциального футляра прямой мышцы. Двухсторонний блок необходим для анальгезии средней линии.

1. Оригинальный доступ основан на осязании. Иглы калибра 22 G длиной 4 см вводят с обеих сторон сразу медиальнее латерального края прямой мышцы на уровне пупка. Иглы продвигают до идентификации по повышению сопротивления передней фасции прямой мышцы, или идентификации плотной фасциальной плоскости, продвигая иглу вперед — назад до появления ощущения «царапанья». Входят в переднюю фасцию, заднюю определяют таким же образом. Затем, после аспирации и других тестов во избежание внутрисосудистого введения, местный анестетик (10—20 мл) вводят с каждой стороны. Если фасциальные плоскости не удалось идентифицировать легко, от методики следует отказаться в связи с риском попадания в брюшную полость и перфорации внутренних органов.
2. Этот блок легче выполнить под **ультразвуковым наведением**, которое позволяет легко идентифицировать фасциальные плоскости и снижает вероятность внутрисосудистого или внутрибрюшного введения при помощи прямой визуализации кончика иглы (рис. 9.4). Плоскости идентифицируют, установив датчик сбоку от пупка, и инъекцию в плоскости датчика выполняют такой же иглой, что упомянута выше, вводя местный анестетик сразу выше задней фасции.

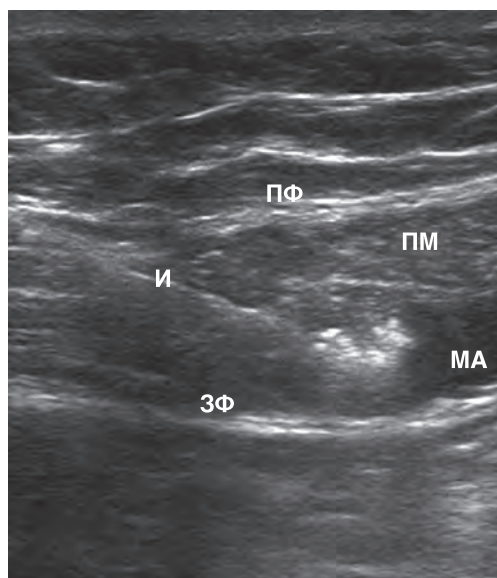


Рис. 9.4. Блокада фасциального футляра прямой мышцы. Терминальные ветви межреберных нервов живота лежат между задней фасцией этого футляра и мышцей. Иглу (И) можно продвигать в плоскости от боковой границы прямой мышцы (ПМ) до прокола передней фасции (ПФ) этого футляра и остановить на передней поверхности задней фасции (ЗФ). Местный анестетик (МА), введенный в этой плоскости, вызовет анестезию нескольких терминальных ветвей, обычно T9—T11. Для обеспечения анестезии параумбиликальных операций блокаду необходимо выполнять билатерально

Д. Подвздошнопаховая-подвздошноподчревная блокада. Эту методику чаще всего применяют у детей, и она описана в гл. 21, но также подходит (и желательна!) при грыжесечении у взрослых.

1. У взрослых иглу 22 G длиной 4 см вводят перпендикулярно коже на 2 см медиальнее передней верхней подвздошной ости. Можно ощутить фасциальные плоскости наружной косой, внутренней косой и поперечной мышц. Несколькими веерообразными инъекциями по 5 мл местного анестетика вводят по ходу извлечения иглы от уровня поперечной мышцы для создания «стенки» раствора между подвздошным гребнем и пупком, по ходу нервов. Необходима осторожность, чтобы не продвинуть иглу через поперечную мышцу в брюшную полость.
2. Ультразвуковое наведение и здесь позволяет точнее идентифицировать нервы, которые могут лежать на разных уровнях в фасциальных плоскостях. Датчик устанавливают на кожу сразу медиальнее передней верхней подвздошной ости, перпендикулярно ходу нервов (рис. 9.5). Нервы идентифицируют как гипоэхогенные зоны между фасциальными слоями, обычно между фасциями внутренней и наружной косых мышц, но они могут быть в разных положениях. Иглу длиной 4 см вводят в плоскости датчика и 5 мл местного анестетика направляют прямо к каждому нерву под прямым визуальным контролем.

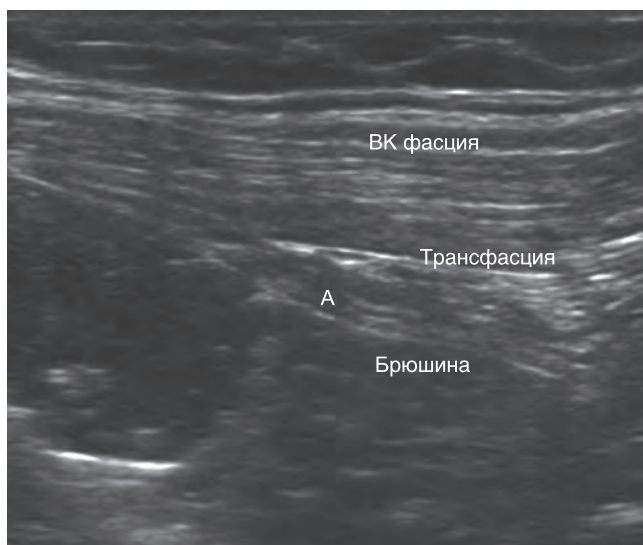


Рис. 9.5. Ультразвуковое наведение для подвздошно-паховой блокады. Линейный датчик устанавливают в паховой зоне медиально и каудально от передней верхней подвздошной ости. Внутреннюю косую мышцу и фасцию (VK фасция) и поперечные мышцу и фасцию (трансфасция) идентифицировать легко. Подвздошно-паховый и подвздошно-подчревный нервы проходят через поперечную мышцу в разных местах и лежат между поперечной и внутренней косой мышцами. Идеальна методика с продвижением иглы в плоскости под ультразвуковым наведением к плоскости нервов, где становится эффективным небольшой объем местного анестетика. Брюшина и брюшная полости лежат сразу ниже, и также можно видеть небольшие ветви бедренной артерии (А)

V. Осложнения

А. Пневмоторакс — наиболее типичное осложнение межреберной блокады, но у **опытных специалистов оно встречается редко**. Ключевой момент профилактики — **жесткий контроль глубины введения** иглы верхней рукой, полностью лежащей на спине во время инъекции. Кроме того, игла остается в безопасности над ребром при каждом этапе блокады, за исключением собственно инъекции. Нижняя рука осуществляет более слабый контроль, так как не имеет опоры и имеет более длинный «рычаг», не делает ничего, за исключением инъекции, когда игла находится под краем ребра. Пальцы этой руки не вынимают из колец шприца, за исключением ситуации, когда игла «припаркована» над ребром. При соблюдении этих мер методика вполне безопасна и пневмоторакс случается менее чем у 1% пациентов. Его следует заподозрить при появлении у пациента кашля и боли в грудной клетке во время инъекции или если локализация ребер затруднена и сопровождалась частыми, глубокими и слепыми пробами (нежелательный вариант методики). Если пневмоторакс заподозрен клинически, следует выполнить рентгенографию грудной клетки и при подтверждении лечить утечку воздуха соответствующим образом.

- Б. Обструкция дыхательных путей и угнетение дыхания** — более частые осложнения межреберной блокады, связанные с общей седацией в положении лицом вниз во время выполнения блокады. **Оборудование для вентиляции и реанимации, включая налоксон, должно быть доступно для немедленного применения.** Показан кислород через назальную канюлю и пульсоксиметрия.
- В. Неадекватность дыхания** может развиваться после межреберной блокады при **моторной блокаде межреберных** и верхних мышц живота у пациентов с неэффективно работающей диафрагмой и зависимостью дыхательного объема от межреберных мышц.
- Г. Возможна системная токсичность.** Из-за большого объема раствора, вводимого в высоко васкуляризованное пространство, системная абсорбция может быть значительной. Даже если к 0,5%-му бупивакаину добавлен адреналин, уровни бупивакаина в крови могут достигать 2 мг/мл, самого высокого показателя среди любых блокад периферических нервов. **Более низкие концентрации** бупивакаина или ропивакаина (0,25%) снижают уровни в крови приблизительно до 1 мг/мл [5]. Аналогичные соображения касаются и использования больших объемов для блокады фасциального футляра прямой мышцы в попытке обеспечить более широкое распространение.
- Д. Гипотензия** развивается редко и может быть результатом субарахноидальной инъекции в дуральный рукав, если инъекция выполнена слишком медиально. Наиболее типично это приводит к эпидуральному или паравerteбральному распространению МА к симпатической цепочке. Препараты, введенные в межреберное пространство, могут легко проникнуть медиально и распространиться на несколько дрематомов выше и ниже места инъекции.

Литература

1. Concha M, Dagnino J, Cariaga M, *et al.* Analgesia after thoracotomy: epidural fentanyl/bupivacaine compared with intercostal nerve block plus intravenous morphine. *J Cardiothorac Vase Anesth* 2004;18:322—326.
2. Willschke H, Bosenberg A, Marhofer P, *et al.* Ultrasonography-guided rectus sheath block in paediatric anaesthesia — a new approach to an old technique. *Br J Anaesth* 2006;97:244—249.
3. Willschke H, Bosenberg A, Marhofer P, *et al.* Ultrasonographic-guided ilioinguinal/iliohypogastric nerve block in pediatric anesthesia: what is the optimal volume? *Anesth Analg* 2006;102:1680—1684.
4. Templeton T. Rectus block for postoperative pain relief. *Reg Anesth* 1993;18:258—260.
5. Kopacz DJ, Emanuelsson BM, Thompson GE, *et al.* Pharmacokinetics of ropivacaine and bupivacaine for bilateral intercostal blockade in healthy male volunteers. *Anesthesiology* 1994;81:1139.

Глава 10

Паравертебральная блокада

Кристофер М. Бернардс

I. Введение

Паравертебральная блокада означает блокаду спинномозговых нервов в месте их выхода из межпозвонковых отверстий. Межреберная блокада часто предпочтительнее паравертебральной в зонах, где ребра легко идентифицировать, поскольку для нее нужно меньше местного анестетика на блокируемый нерв и она часто проще технически. Тем не менее на уровнях позвонков, не имеющих ребер (поясничных), или там, где сзади ребра трудно идентифицировать (т. е. верхних и нижних грудных), паравертебральную блокаду можно использовать для блокирования спинномозговых нервов. В отличие от блокад периферических нервов паравертебральный блок вызывает анестезию с распределением, строго ограниченным дерматомами.

II. Анатомия

- A. Спинномозговые нервы выходят из спинального канала через межпозвонковые отверстия. Отверстия образуют «вырезки» в прилегающих ножках позвонков (рис. 10.1).
 - Б. Отверстия лежат впереди и приблизительно на середине расстояния между поперечными отростками соседних позвонков. Поперечный отросток — критически важный костный ориентир для паравертебральной блокады (см. текст ниже). Важно отметить, что ниже следует описание анатомии «среднего» пациента. Индивидуальные отличия возможны по множеству причин (например, нормальная вариабельность человека, компрессионные переломы, кифосколиоз). Как и при всех регионарных методиках, анестезиолог должен помнить об этом, чтобы адаптировать при необходимости выполняемую методику, встретив индивидуальные особенности, отличающиеся от «средних».
1. **Поперечный отросток** невозможно пальпировать, но его необходимо локализовать по отношению к проще идентифицируемому остистому отростку. Соотношение поперечного отростка с остистым варьирует по всей длине позвоночника, так как угол остистого отростка варьирует как функция уровня позвоночника.
 - а. У **поясничного позвонка** остистый отросток удлиннен и краниальный край остистого отростка расположен на уровне поперечного отростка этого же позвонка.
 - б. У грудного позвонка остистый отросток имеет верхушку в форме луковицы. Верхушка лежит на уровне поперечного отростка нижележащего позвонка.

- в. 11-й и 12-й грудные позвонки представляют собой переход между более краниальными грудными позвонками и поясничными позвонками. Остистые отростки этих позвонков удлинены, как у поясничных позвонков, но краниальный край не вполне совпадает с нижним краем его собственного поперечного отростка.
2. В грудной и поясничной области спинномозговые нервы (и соответствующие дерматомы) называют по позвонкам, формирующим **краниальную** половину межпозвонкового отверстия через которые они проходят. Например, спинномозговой нерв L4 выходит между позвонками L4 и L5.
- В. В грудной области** тело позвонка, остистый отросток и плевра формируют треугольную зону, через которую проходят спинномозговые нервы (рис. 10.2). Это важная зона, так как от спинномозгового нерва в этом месте отходит задняя ветвь, которая проходит назад и иннервирует кожу спины. Эту заднюю ветвь можно пропустить во время межреберной блокады, если местный анестетик введен слишком латерально. Паравертебральная блокада лишена этой потенциальной проблемы.

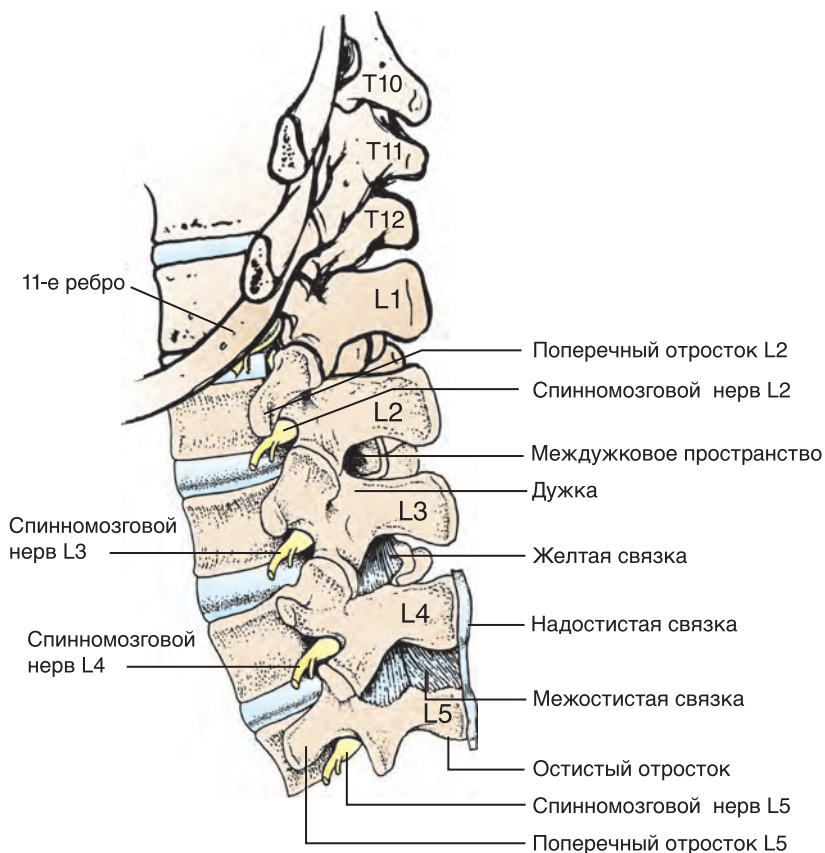


Рис. 10.1. Соотношения остистых отростков, поперечных отростков и спинномозговых нервов в поясничном и грудном отделах позвоночника. Поясничные спинномозговые нервы направляются каудально к поперечному отростку позвонка, по которому они названы

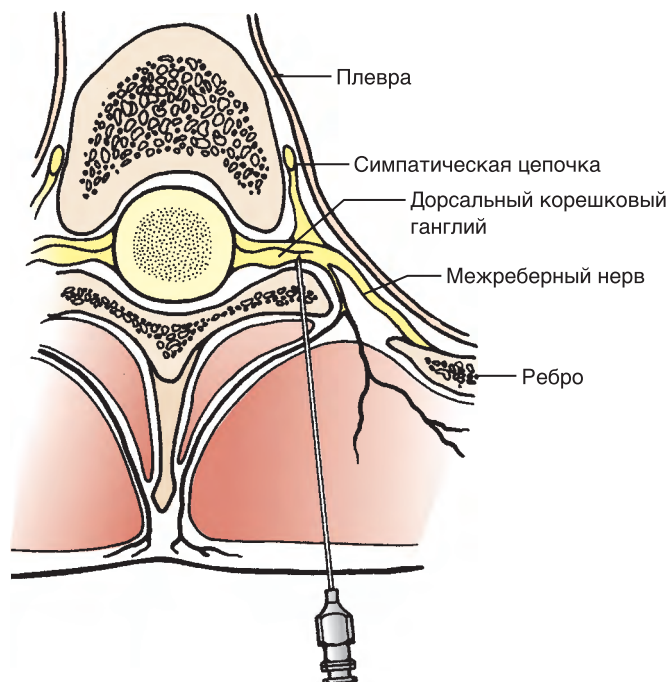


Рис. 10.2. Торакальный паравerteбральный блок. Спинномозговые нервы на грудном уровне выходят из межпозвоночного отверстия и входят в небольшое треугольное пространство, образуемое телом позвонка, плеврой и плоскостью поперечного отростка. Иглу продвигают от верхнего края поперечного отростка в этот треугольник. Глубина от поперечного отростка до нерва составляет приблизительно 2 см. Некоторое медиальное отклонение важно для снижения вероятности прокола плевры с исходом в пневмоторакс

III. Показания

А. Паравerteбральная блокада показана в тех случаях, когда необходимо **дерматомальное** распределение блокады. Она особенно полезна, когда требуется строго односторонний блок.

1. Предостережение. Поскольку иннервация перекрывается по средней линии, зоны около средней линии при односторонней паравerteбральной (или межреберной) блокаде могут быть заблокированы неадекватно. Таким же образом перекрываются соседние дерматомы одной стороны, в связи с чем почти всегда приходится блокировать на один дерматом выше и на один ниже нужного уровня (уровней) для обеспечения полной блокады целевого дерматома (ов).

Б. Амбулаторная хирургия. Паравerteбральная блокада хорошо подходит для амбулаторной хирургии, так как в основном не нарушает действие симпатической нервной системы так широко, как это бывает при эпидуральной/спинальной анестезии, и может обеспечивать анальгезию до 10 ч или более при использовании местных анестетиков длительного действия. В отличие от нейроаксиальных блокад при паравerteбральной

маловероятны нарушения мочеиспускания или значительные нарушения моторной функции нижних конечностей (выше L2), что ускоряет выписку.

В. Специфическое применение. Существует ряд ситуаций, требующих применения паравертебральной блокады либо как «самостоятельной» методики регионарной анестезии, либо в комбинации с другими блокадами (например, межреберной). Ниже приведено несколько типичных примеров.

- 1. Операции на молочной железе.** Было показано, что торакальная паравертебральная блокада лучше общей анестезии с точки зрения послеоперационной боли, частоты тошноты/рвоты и времени выписки после амбулаторных операций [1].
- 2. Паховая грыжа.** Как и при операциях на молочной железе, было показано, что паравертебральная блокада лучше общей анестезии (меньше выражена послеоперационная боль, снижается частота тошноты/рвоты и сокращается время выписки после амбулаторных операций по поводу паховой грыжи) [2, 3].
- 3. Послеоперационная анальгезия: торакотомия/торакоскопия.** Торакальная паравертебральная блокада обеспечивает прекрасную анальгезию после торакальных операций, и было показано, что она лучше торакальной эпидуральной анальгезии (меньше послеоперационная боль, снижается частота тошноты/рвоты, лучше функция легких). Возможность установить катетер для постоянной инфузии местного анестетика является важным преимуществом паравертебральной блокады перед блокадой межреберной [4, 5].
- 4. Другие виды лечения боли.** Как однократная, так и постоянная инфузия могут быть полезны при длительных болях.
 - а. Перелом ребер.** Переломы ребер хорошо лечатся паравертебральной блокадой [6]. Возможность установить катетер для постоянной инфузии является значительным преимуществом паравертебральной блокады перед блокадой межреберной, а уменьшение влияния на симпатическую нервную систему является преимуществом перед торакальной эпидуральной анальгезией. Постоянная паравертебральная блокада также обладает потенциальным преимуществом в условиях сопутствующей спинальной травмы.
 - б. Герпес зостер** (острая вспышка и постгерпетическая невралгия). В отличие от межреберной блокады можно установить катетер для повторных введений или создания постоянной паравертебральной блокады. Есть сообщение о том, что этот подход эффективен для лечения рефрактерной постгерпетической невралгии [7].

IV. Местные анестетики

А. Любые местные анестетики в любых концентрациях, используемые для блокад периферических нервов, подходят для паравертебральной блокады. Специфические примеры приведены в тексте ниже.

- 1.** Местные анестетики-амиды средней длительности действия (например, **лидокаин**, **мепивакаин**) вызывают блокаду, длящуюся 3—5 ч.

2. Местные анестетики-амиды длительного действия (например, **бупивакаин**, **левобупивакаин**, **ропивакаин**) вызывают блокаду, длящуюся 8—14 ч.
 3. Как и при других блокадах, менее концентрированные растворы (более низкие дозы) вызывают менее выраженную моторную блокаду и более короткую сенсорную блокаду.
- Б.** Объем местного анестетика, необходимого для блокирования одного нерва, при паравerteбральной блокаде значительно выше, чем при межреберных блокадах; таким образом, можно безопасно блокировать меньше дерматомов, чем при блокаде межреберной.

V. Поясничная техника

- А. Положение.** Блокады можно выполнить пациенту в любом положении, хотя положение лицом вниз (с подушкой, подложенной под живот для сгибания спины) и положение сидя, по-видимому, переносятся легче (особенно для двусторонней блокады), чем на боку.
- Б. Маркировка точек инъекций.** Идентифицируют остистые отростки, ассоциированные с нервами, которые нужно блокировать, и маркируют их по всей длине. Рисуют поперечные линии через остистые отростки позвонков целевых нервов. На три-четыре сантиметра латеральнее остистых отростков рисуют вертикальные линии, соединенные с линиями поперечными (рис. 10.3). Линии пересекаются над нижним краем поперечного отростка позвонка.

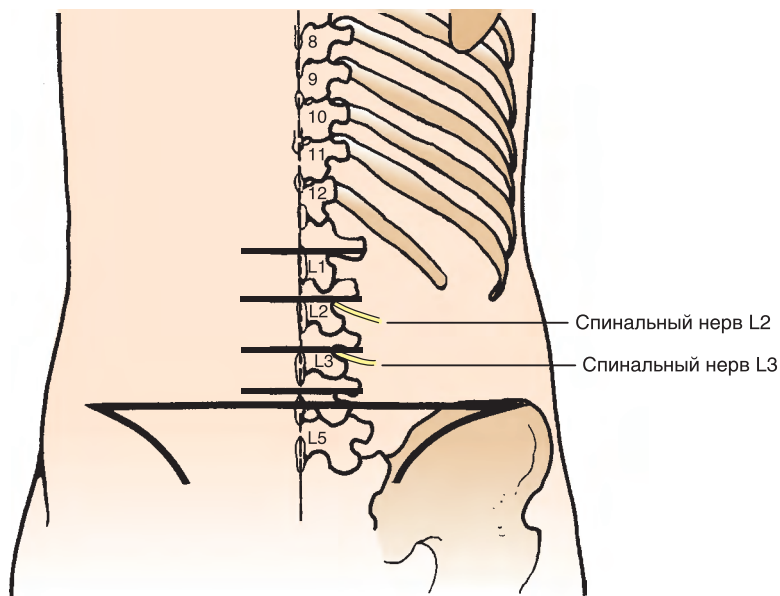


Рис. 10.3. Кожные ориентиры для люмбально паравerteбральной блокады. Остистый отросток очерчивают полностью и проводят горизонтальную линию через краниальный его край. Точка пересечения горизонтальной и вертикальной линий лежит выше каудального края поперечного отростка, и иглу следует вводить в этой точке с легким (10—30°) краниальным отклонением до контакта с поперечным отростком

1. В поясничной области верхняя граница остистого отростка находится на том же уровне, что и каудальный край его собственного поперечного отростка (см. рис. 10.1). Поскольку спинномозговой нерв называется по позвонку, формирующему краниальную половину межпозвоночного отверстия, спинномозговой нерв выходит **ниже** поперечного отростка позвонка, по которому он назван.
- В.** Асептически обрабатывают и обкладывают кожу, местным анестетиком создают «лимонную корочку» в каждом пересечении поперечных и вертикальных линий.
- Г. Введение иглы**
1. **Методика с фиксированной глубиной.** Иглу 22 G или больше длиной 6—7 см вводят через «лимонную корочку» под углом 10—30° краниально (рис. 10.4).
 - а. В зависимости от размера пациента, контакта с поперечным отростком следует достигнуть на глубине 2,5—5 см. Если контакта

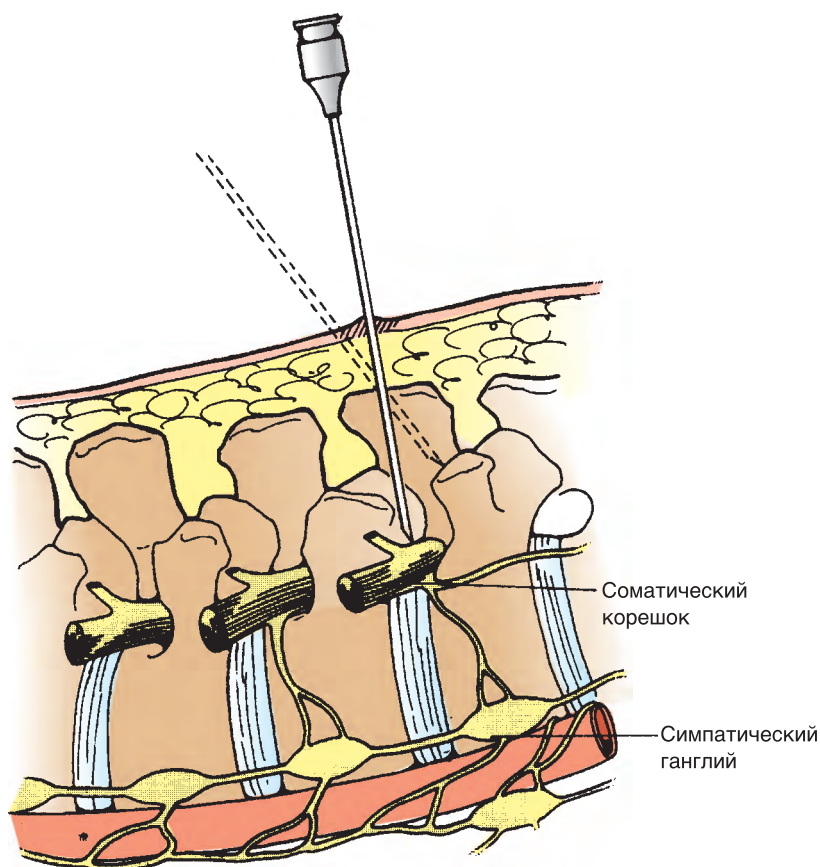


Рис. 10.4. Люмбальная паравертебральная блокада, вид сбоку. Игла введена у нижнего края поперечного отростка (см. рис. 10.3) и слегка в краниальном отклонении до контакта с поперечным отростком. Затем иглу ведут каудально от поперечного отростка и продвигают на 2 см далее глубины, на которой произошел контакт с отростком. В парестезии необходимости нет, и введение 10 мл анестетика блокирует нерв

с поперечным отростком на ожидаемой глубине не произошло, следует осторожно попробовать в краниальном и каудальном направлении параллельно оси спинного мозга.

б. При контакте с поперечным отростком маркируют его глубину. Значение глубины важно, так как нерв будет лежать приблизительно на 2 см глубже задней поверхности поперечного отростка.

в. Иглу подтягивают к коже и перенаправляют каудально (т. е. более перпендикулярно коже) и слегка медиально на глубину, приблизительно на 2 см большую, чем нижний край поперечного отростка.

(1) Если контакт с костью произошел приблизительно на той же глубине, на которой изначально был контакт с поперечным отростком, это значит, что игла, вероятно, была направлена недостаточно каудально и снова попала в поперечный отросток (рис. 10.4). Иглу следует подтянуть и направить немного более каудально, пока она не пройдет выше поперечного отростка.

(2) Если контакт с костью произошел глубже поперечного отростка, это, скорее всего, тело позвонка. Иглу следует подтянуть и получить контакт с поперечным отростком. Снова ввести иглу под немного менее медиальным углом на глубину 2 см выше поперечного отростка.

2. Ультразвуковая методика. Поскольку гиперэхогенный поперечный отросток вызывает выпадение изображения ниже его, ультразвук в общем невозможно использовать для визуализации спинномозгового нерва. Однако ультразвук можно использовать для идентификации поперечного отростка и определения глубины отростка от кожи [8]. Это измерение упрощает установку иглы на правильную глубину.

3. Методика с нейростимулятором. Как и при блокадах периферических нервов, нейростимулятор может помочь идентифицировать спинномозговой нерв в процессе паравертебральной блокады. Есть сообщение о том, что сегментарные сокращения мышц, соответствующие целевому нерву под действием тока 0,4—0,6 мА, со 100%-й частотой указывали на успешность торакальной паравертебральной блокады у 60 женщин, которым выполняли операции на молочной железе [1].

Д. Введение препарата. Зафиксировав иглу в нужном положении, выполняют аспирацию для выявления внутрисосудистого (кровь) или субарахноидального (спинномозговая жидкость) положения, затем дробно вводят по 4—8 мл местного анестетика.

VI. Торакальная методика

А. Положение. Как и при поясничной паравертебральной блокаде, возможные положения лицом вниз, на боку или сидя.

Б. Маркировка точек инъекций. Кожу маркируют в основном так же, как описано для поясничной паравертебральной блокады, за исключением того, что вертикальные линии наносят всего на 3 см латеральнее средней линии, поскольку позвонки в торакальной зоне уже.

1. Важно помнить, что поперечные отростки торакальных позвонков наклонены каудально и верхушка остистого отростка находится на уров-

не поперечного отростка не этого же позвонка, а более **каудального**. Таким образом, при блокаде торакальных спинномозговых нервов игла идет от краниального края поперечного отростка для достижения нерва, соответствующего пальпируемому остистому отростку.

- В. Асептическую обработку кожи** и «лимонную корочку» местным анестетиком выполняют так же, как и при поясничной паравerteбральной блокаде.
- Г. Введение иглы.** Те же методики (фиксированная глубина, нейростимулятор, ультразвук), применяемые для введения иглы при поясничной паравerteбральной блокаде, можно применять и при торакальной паравerteбральной блокаде. Есть следующие отличия:
1. Глубина от кожи до поперечного отростка меньше (2—4 см).
 2. Игла может вступить в контакт с ребром (которое соединяется с остью поперечного отростка), если введена слишком латерально.
 3. После контакта с поперечным отростком направление иглы изменяют **краниально** (вместо каудального) и проводят ее через край (см. раздел VI. Б. 1.).
- Д. Методика потери сопротивления.** Хотя она не так очевидна, как потеря сопротивления, используемая для идентификации эпидурального пространства, есть **едва различимая** потеря сопротивления при прохождении кончика блокирующей иглы через верхнюю реберно-поперечную связку. Потеря сопротивления указывает на вход в торакальное паравerteбральное пространство [8]. Эта методика неприменима для поясничного паравerteбрального пространства, поскольку там нет эквивалента реберно-поперечной связки.
1. Для использования методики потери сопротивления, наполненный воздухом, шприц соединяют с блокирующей иглой и по мере продвижения иглы за поперечный отросток прикладывают **осторожное** давление. Потеря сопротивления указывает на вход в паравerteбральное пространство. Это методика, которую может использовать кто угодно, даже при использовании в качестве первичной методики фиксированной глубины, ультразвука или нейростимулятора. Однако использование методики потери сопротивления как самостоятельной означает, что методику идентификации торакального паравerteбрального пространства следует оставить для очень опытных специалистов.
 2. Резкая потеря сопротивления дает основания заподозрить попадание иглы в плевральную полость.
- Е. Катетеризация паравerteбрального пространства.** Торакальное паравerteбральное пространство можно катетеризировать. Катетеры устанавливаются в основном через **иглы Туохи**. В отличие от эпидурального пространства введение катетера встретит значительное сопротивление, поскольку паравerteбральное пространство не является «пространством» в том же смысле, что эпидуральное. Эту проблему можно решить введением 5—10 мл раствора для создания пространства, достаточного для катетера.
1. Если катетер входит легко, то это дает основания заподозрить попадание иглы в грудную клетку.
- Ж. Введение препарата.** Как и при поясничной паравerteбральной блокаде, выполняют аспирацию для выявления попадания иглы в сосуд или субарахноидальное пространство. Дробно вводят по 3—7 мл местного анестетика.

1. В отличие от поясничной паравертебральной блокады препарат, введенный в торакальное паравертебральное пространство, может распространяться краниально и каудально, достигая спинномозговых нервов на один или более уровней выше нужного. Следовательно, если нужно блокировать несколько смежных нервов, с каждой стороны можно использовать несколько меньший объем местного анестетика. На самом деле этот подход предпочтителен для введения больших объемов на одном уровне [9]. При поясничной паравертебральной блокаде таких связей между разными уровнями нет.

VII. Осложнения

Паравертебральные блокады сопряжены с теми же типами осложнений, что и блокады других нервов.

- А. Неудачная блокада.** Сообщается о частоте неудач в диапазоне от 0% до 10%. В самом большом к настоящему времени одиночном исследовании сообщается о частоте неудач у взрослых 6,1% ($n = 620$) и ноль у детей ($n = 42$) при использовании методики с нейростимулятором [10].
- Б. Внутрисосудистое введение иглы.** Наджа с соавторами сообщили, что при определении внутрисосудистого введения как позитивной аспирации крови частота этого осложнения составила 6,8% у взрослых и ноль у детей [10]. Неудивительно, что риск у любого конкретного пациента возрастает с увеличением числа инъекций.
- В. Гематома.** В исследовании Наджа с соавторами гематомы развились у 2,4% пациентов [10]. Все гематомы были поверхностными и успешно излечились локальным прижатием.
- Г. Пневмоторакс.** Те же авторы сообщили о частоте пневмоторакса 0,5% [10]. Риск пневмоторакса возрастает с увеличением числа инъекций.
- Д. Централный нейроаксиальный блок.** В работе Наджа с соавторами признаки эпидурального или интратекального введения были отмечены у 1% пациентов [11]. Спинальный блок возможен, если игла попала в «дуральный рукав», который распространяется за пределы межпозвонкового отверстия и может стать причиной «тотального спинального блока» при достаточной дозе (особенно на высоком грудном уровне) [10]. Эпидуральная блокада возможна, если местный анестетик прошел назад вдоль спинномозгового нерва и достиг эпидурального пространства.
- Е. Гипотензия.** При паравертебральной блокаде можно было бы ожидать очень низкую вероятность гипотензии, и на самом деле Наджа с соавторами сообщили о частоте всего 4%. Существует множество потенциальных механизмов, по которым паравертебральный блок может вызвать гипотензию. Блокада спинномозговых нервов вызывает дерматомальную симпатическую блокаду, от которой нельзя ожидать гипотензии, за исключением ситуации, когда большое количество нервов заблокированы с обеих сторон. Цепочка симпатических ганглиев лежит вдоль тел позвонков слегка кпереди и медиально от зоны паравертебральной блокады. Неправильное положение иглы может вызвать гипотензию за счет блокирования симпатической цепочки. Непреднамеренная эпидуральная и спинальная блокада также могут вызвать гипотензию по очевидным причинам.

Ж. Системная токсичность. В связи с необходимостью введения относительно большого объема местного анестетика и быстрой абсорбцией [12] местного анестетика после паравerteбральной блокады, риск токсического воздействия на центральную нервную систему, по-видимому, выше, чем при центральных нейроаксиальных блокадах и блокадах периферических нервов.

VIII. Заключение

Хотя паравerteбральная блокада применяется не так широко, как центральные нейроаксиальные блокады и блокады периферических нервов, есть клинические ситуации, когда применение этой методики почти идеально. Настойчивое освоение методики значительно повышает универсальность анестезиолога.

Литература

1. Naja MZ, Ziade MF, Lonnqvist PA. Nerve-stimulator guided paravertebral blockade vs. general anaesthesia for breast surgery: a prospective randomized trial. *Eur J Anaesthesiol* 2003;20(11):897—903.
2. Naja Z, Ziade MF, Lonnqvist PA. Bilateral paravertebral somatic nerve block for ventral hernia repair. *Eur J Anaesthesiol* 2002;19(3):197—202.
3. Hadzic A, Kerimoglu B, Loreio D, et al. Paravertebral blocks provide superior same-day recovery over general anesthesia for patients undergoing inguinal hernia repair. *Anesth Analg* 2006;102(4):1076—1081.
4. Davies RG, Myles PS, Graham JM. A comparison of the analgesic efficacy and side-effects of paravertebral vs. epidural blockade for thoracotomy — a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Br J Anaesth* 2006;96(4):418—426.
5. Richardson J, Sabanathan S, Jones J, et al. A prospective, randomized comparison of preoperative and continuous balanced epidural or paravertebral bupivacaine on post-thoracotomy pain, pulmonary function and stress responses. *Br J Anaesth* 1999;83(3):387—392.
6. Karmakar MK, Critchley LA, Ho AM, et al. Continuous thoracic paravertebral infusion of bupivacaine for pain management in patients with multiple fractured ribs. *Chest* 2003;123(2):424—431.
7. Naja ZM, Maaliki H, Al-Tannir MA, et al. Repetitive paravertebral nerve block using a catheter technique for pain relief in post-herpetic neuralgia. *Br J Anaesth* 2006;96(3):381—383.
8. Pusch F, Wildling E, Klimscha W, et al. Sonographic measurement of needle insertion depth in paravertebral blocks in women. *Br J Anaesth* 2000;85(6):841—843.
9. Naja MZ, Ziade MF, El Rajab M, et al. Varying anatomical injection points within the thoracic paravertebral space: effect on spread of solution and nerve blockade. *Anaesthesia* 2004;59(5):459—463.
10. Naja Z, Lonnqvist PA. Somatic paravertebral nerve blockade. Incidence of failed block and complications. *Anaesthesia* 2001;56(12):1184—1188.
11. Lekhak B, Bartley C, Conacher ID, et al. Total spinal anaesthesia in association with insertion of a paravertebral catheter. *Br J Anaesth* 2001;86(2):280—282.
12. Karmakar MK, Ho AM, Law BK, et al. Arterial and venous pharmacokinetics of ropivacaine with and without epinephrine after thoracic paravertebral block. *Anesthesiology* 2005;103(4):704—711.

Глава 11

Симпатические блокады

Кристофер М. Бернاردс

I. Введение

Симпатическая нервная система — **эфферентная** система, участвующая в широком спектре проявлений гомеостаза, включая вазомоторный тонус, сократимость миокарда, частоту сердечных сокращений, перспирацию, секрецию ЖКТ, мочеполовую функцию, диаметр зрачка и т. д. Симпатические блокады можно использовать для **диагностики** и **лечения**, блокируя эти процессы (например, перспирацию при гипергидрозе или вазомоторный тонус при сосудистой недостаточности). Кроме того, патологические болевые состояния с вовлечением симпатической нервной системы (например, симпатически поддерживаемая боль) могут быть облегчены при помощи симпатической блокады.

Существуют афферентные сенсорные нервы, в частности несущие импульсы от внутренних органов, которые идут вместе с эфферентными симпатическими волокнами. Блокада этих сенсорных афферентов может облегчить боль как дополнение к хирургической анестезии или при лечении злокачественной и незлокачественной хронической боли.

Симпатическую блокаду можно выполнить, ориентируясь только на **анатомические ориентиры**, описанные в тексте ниже, и такая степень точности в основном достаточна при использовании этих блокад как дополнения к хирургической анестезии (например, блокада чревного сплетения как часть общей анестезии при холецистэктомии). Однако при использовании этих блокад для диагностики или нейролизиса рекомендуется **рентгенографическое** (например, компьютерная томография [КТ], флюороскопия) или **ультразвуковое** наведение, поскольку эти методики обеспечивают более высокую точность.

II. Анатомия

- A. Тела клеток симпатических **преганглионарных нейронов** лежат в боковых рогах серого вещества сегментов спинного мозга от T1 до L2. Эти тела клеток получают сигнал от локальных вставочных нейронов (т. е. части симпатической рефлекторной дуги) и обеспечивают нисходящий контроль из центров ствола мозга (рис. 11.1).
- B. Симпатические преганглионарные нейроны из каждого сегмента спинного мозга идут в составе **соответствующих спинномозговых нервов** там, где они пересекают интратекальное и эпидуральное пространства. После выхода из спинального канала симпатические нейроны отходят от спинномозговых нервов в виде белых **коммуникантных ветвей** и входят в один из ганглиев симпатической цепочки, где они переключаются на один из трех путей (рис. 11.1):

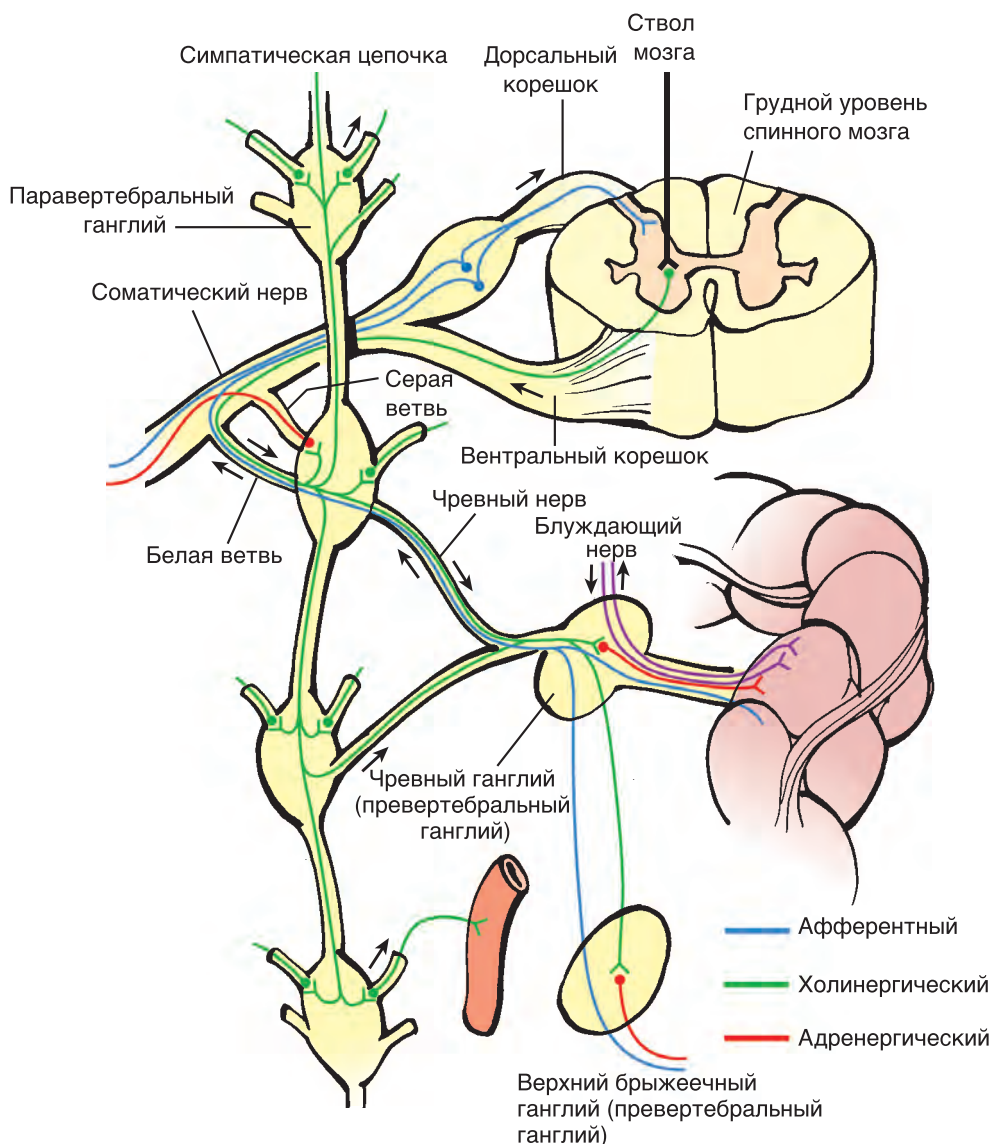


Рис. 11.1. Проводящие пути симпатической нервной системы. Симпатические преганглионарные клеточные тела находятся в боковых рогах серого вещества спинного мозга (T1—L2) и получают сигналы от нейронов, нисходящих из ствола головного мозга, и местных вставочных нейронов. Преганглионарные симпатические волокна (холинергические) выходят из спинного мозга в составе соответствующего спинномозгового нерва и входят в ганглии симпатической цепочки через белые соединительные ветви, где они могут: (1) образовать синапс с постганглионарными симпатическими нейронами (адренергическими), (2) пройти через ганглии симпатической цепочки без образования синапса и вернуться в тот же спинальный нерв, из которого вышли через серые соединительные ветви, и образовать синапс с постганглионарным нейроном в одном из отделенных паравертебральных ганглиев, или (3) идти вдоль симпатической цепочки до образования синапса с постганглионарным нейроном в другом ганглии симпатической цепочки

1. Преганглионарный нейрон может образовать синапс с нейроном **второго порядка** (постганглионарным) в составе ближайшего паравертебрального ганглия (симпатическая цепочка).
 - а. Симпатическая цепочка «паравертебральных» ганглиев в основном имеет парные ганглии справа и слева на переднебоковой поверхности тел позвонков от T1 до L2.
 2. Преганглионарный нейрон может проходить через паравертебральные ганглии и проходить краниально или каудально к синапсу с постганглионарным нейроном в другом локальном или удаленном паравертебральном ганглии.
 - а. Постганглионарные нейроны, исходящие из паравертебральных ганглиев, проходят через серые коммуникантные ветви и вновь соединяются с соседним спинномозговым нервом и идут с ним, обеспечивая симпатическую иннервацию тканей, иннервируемых этим нервом.
 - б. **Частичное наложение** в симпатической иннервации значительно, и одиночный спинномозговой нерв может нести симпатическую активность, исходящую из нескольких сегментов спинного мозга.
 3. **Преганглионарный нейрон** может проходить через паравертебральный ганглий к синапсу с постганглионарным нейроном в превертебральный ганглий (например, верхний шейный, верхний брыжеечный) или надпочечник.
- В. Сплетения.** Слияния симпатических нервов и превертебральных ганглиев в грудной, брюшной и полости таза называются *сплетениями*. Существует в основном четыре различных сплетения: **сердечное, легочное, чревное и подчревное**, которые иннервируют сердце, легкие, органы брюшной полости и органы таза соответственно.
1. Сплетения лежат вдоль **передней поверхности тел позвонков** или аорты и нервы, исходящие из них, идут вдоль ближайших кровеносных сосудов с которыми и достигают своих целевых органов.

III. Показания

- А. Автономные показания.** Иногда блокады выполняют специально для прерывания активности симпатической нервной системы, в основном для создания вазодилатации с целью улучшить кровоток в определенной зоне [1] или для лечения гипергидроза. Например, блокаду симпатической цепочки с успехом применяют для повышения кровотока в условиях сосудистой недостаточности, в частности у пациентов, которым хирургическая реваскуляризация не показана [2]. Совсем недавно было показано, что блокада звездчатого ганглия эффективно вызывает длительное (от недель до месяцев) облегчение тяжелых «приливов», связанных с менопаузой [3].
- Б. Сенсорные показания.** По-видимому, сенсорные блокады чаще всего используют для лечения болей, вызванных злокачественными и незлокачественными опухалями. В этом контексте они используются не как блокада симпатического ганглия сама по себе; скорее, это попытка блокировать афферентные сенсорные волокна, идущие вместе с симпатическими волокнами и проходящими через или рядом с симпатическим ганглием.

Классическим примером может служить блокада чревного сплетения для лечения болей, вызванных злокачественными и незлокачественными опухолями в брюшной полости. Блокаду чревного сплетения в сочетании с межреберной можно использовать для операций на верхних отделах брюшной полости. Ганглионарные блокады также применялись для дополнения хирургической общей анестезии и обеспечения послеоперационной аналгезии.

IV. Препараты

- А. Местные анестетики.** Все местные анестетики, используемые для блокад периферических нервов, подходят и для блокад ганглионарных. Поскольку при этом типе блокад моторный блок не важен (здесь нет соматических моторных волокон), при желании можно использовать **разведенные растворы местных анестетиков** (например, 0,25%-й бупивакаин, 0,5%-й лидокаин).
- Б. Нейролитические препараты.** Для нейролитической блокады ганглия с успехом применяются **этиловый спирт** и **фенол**. Этиловый спирт часто предпочтителен для использования вокруг больших сосудов (например, чревный блок), поскольку считается, что он с меньшей вероятностью может их повредить. Оба препарата вызывают непреднамеренное повреждение лежащих рядом нервных структур, например спинномозговых нервов или спинного мозга.

V. Специфические блокады

А. Блокада звездчатого ганглия

1. Анатомия. Звездчатый ганглий образует вариабельные слияния первого (иногда второго, третьего и даже четвертого) торакального ганглия с двумя нижними шейными ганглиями, в связи с чем его иногда называют *шейногрудным ганглием*. Расположение довольно вариабельно, но «в среднем» ганглий лежит сразу кпереди от бокового края тел позвонков С7 и Т1. На этом уровне значительная часть ганглия находится за позвоночной и подключичной артериями и медиальнее верхушки легкого (рис. 11.2).

а. В связи с близостью множества структур «высокого риска», звездчатый ганглий в основном не блокируют напрямую. Чаще блок выполняют у поперечных отростков С6 или С7 и ганглионарная блокада полагается на введение объема местного анестетика, достаточного для каудального распространения с достижением ганглия. Прямую блокаду ганглия, которая может потребоваться для нейролитического препарата, вероятно, лучше всего делать под КТ-наведением.

2. Техника.

а. Пациент в положении на спине со слегка вытянутой шеей.

б. Кожные **ориентиры**. Маркируют перстневидный хрящ и медиальный край грудино-ключично-сосцевидной мышцы на блокируемой стороне. Приблизительно на 2 см латеральнее края пер-

стневидного хряща пальпируют бугорок поперечного отростка С6 (**бугорок Шассиньяка**). Обычно это самый выступающий поперечный отросток шеи. Маркируют кожу над бугорком. Если блок планируется на С7, вторую отметку наносят приблизительно на 2 см строго каудально от метки над С6, она будет лежать над поперечным отростком С7.

- в. После асептической обработки кожи над отметкой, которую планируется использовать для блокады, делают лимонную корочку.
- г. Для выполнения блокады на С6 или С7 осторожно оттягивают **грудино-ключично-сосцевидную мышцу** и **сонную артерию** латерально и вводят иглу 22 или 25 G прямо кзади, до контакта с костью (рис. 11.3). Если контакта с костью не удалось достигнуть на глубине 5 см, иглу следует перенаправить слегка медиально и ввести снова. Если это не удалось, может потребоваться небольшое изменение угла краниально или каудально. Если простого контакта с нужным бугорком не получается, следует еще раз оценить анатомические ориентиры.

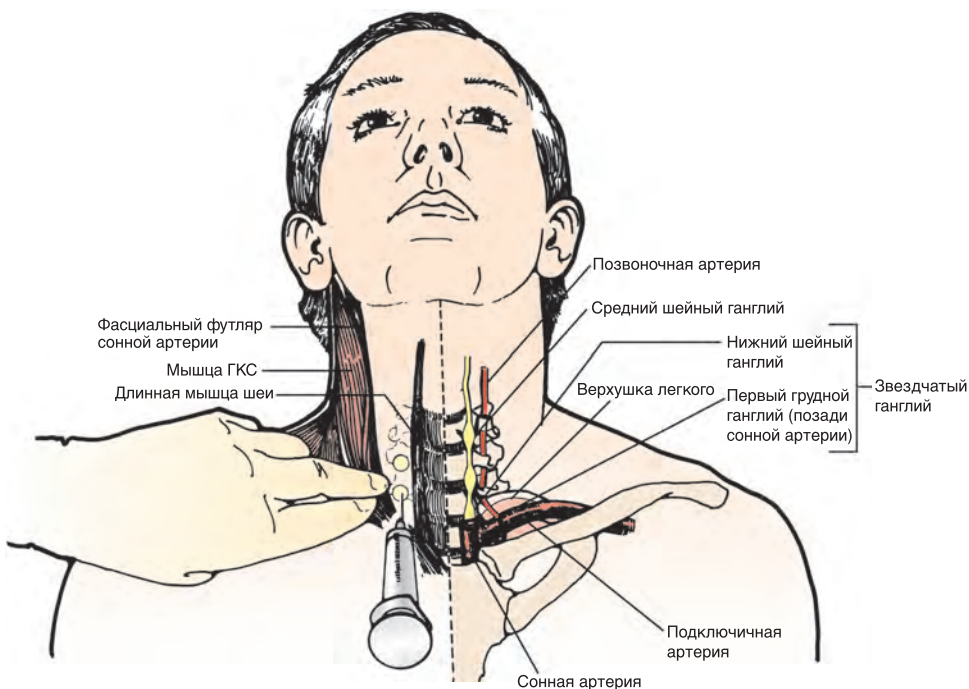


Рис. 11.2. Блокада звездчатого ганглия. Звездчатый ганглий образуется при вариабельном слиянии первого грудного (иногда второго, третьего, а равно и четвертого) и нижнего шейного ганглия (иногда также среднего шейного ганглия). Ганглий в основном лежит вдоль латерального края позвонков С7 и Т1, иногда распространяясь до нижнего края С6 или вниз до Т4. Основной массив ганглия лежит позади сонной и позвоночной артерий и сзади — к середине от верхушки легкого. В связи с близостью множества «опасных» структур блок обычно выполняют на уровне поперечных отростков С6 или С7, и значительный объем (7—10 мл) местного анестетика используется для обеспечения достаточного распространения книзу. ГКС, грудино-ключично-сосцевидная мышца

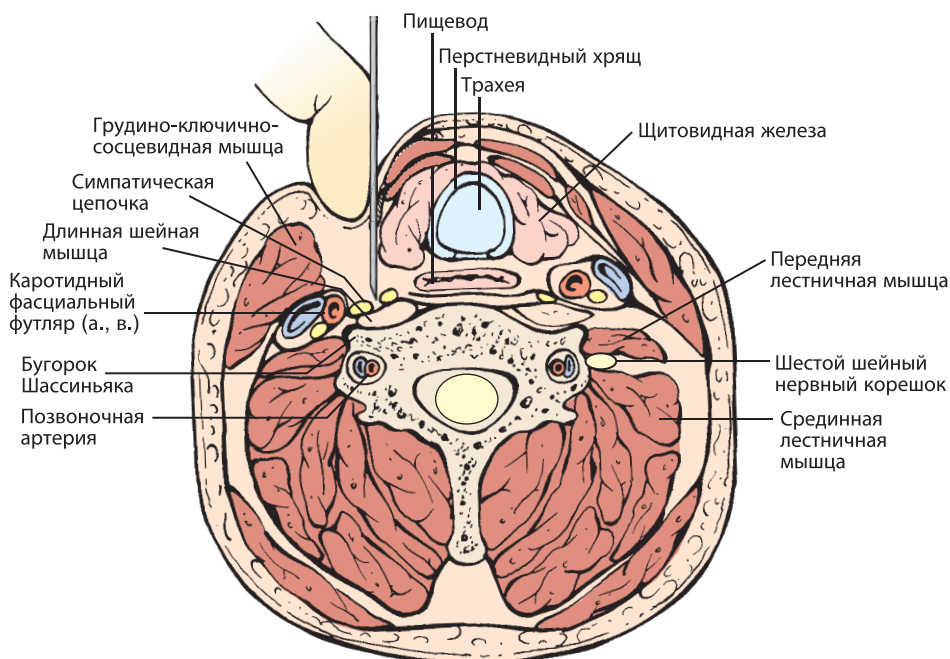


Рис. 11.3. Поперечный разрез блокады звездчатого ганглия. Следует пропальпировать бугорок С6, оттянуть грудино-ключично-сосцевидную мышцу и каротидный фасциальный футляр латерально. Иглу вводят до бугорка. При достижении контакта с костью, иглу подтягивают приблизительно на 2 см, в результате чего она оказывается выше длинной шейной мышцы. Звездчатый ганглий лежит каудальнее тела позвонка С6, и блок наступает в результате каудального распространения местного анестетика. На этом уровне есть только волокна симпатической цепочки, проходящие от звездчатого ганглия к среднему шейному ганглию. Аналогичным образом блок выполняют на уровне С7 (см. текст)

(1) Если получена парестезия плечевого сплетения, игла ушла слишком латерально и кзади — ее следует перенаправить соответственно.

д. После контакта с костью иглу **подтягивают** приблизительно на 2 мм так, чтобы кончик иглы лежал выше длинной мышцы шеи в плоскости узла. Осторожно **аспирируют**, наблюдая за наличием/отсутствием крови или спинномозговой жидкости. Если результат аспирации отрицателен, очень медленно вводят 2 мл местного анестетика, пристально наблюдая за возможными изменениями со стороны центральной нервной системы. Важно отметить, что если игла попала в позвоночную артерию, то даже такая небольшая доза местного анестетика, как 0,5 мл, может вызвать судороги [4]. Если тест отрицателен, дробно вводят еще 5—10 мл местного анестетика, часто повторяя аспирацию и постоянно наблюдая за ментальным статусом.

3. Признаки/симптомы блока. При блокаде звездчатого ганглия в течение 10 мин развивается **синдром Горнера** (птоз, миоз, ангидроз лица, эндофтальм и инъекцированность склер). Возможно развитие заложенности носа и различная степень вазодилатации на руках.

4. **Доступ С6 или С7.** Доступ С6 обладает преимуществом более низкого риска пневмоторакса и внутрисосудистого введения. Однако, если блокада выполнена на С7, симпатический блок верхней конечности получается более полным.
5. **Осложнения.** При блокаде звездчатого ганглия возможны следующие осложнения:
 - а. **Гематома/кровотечение**
 - б. **Пневмоторакс**
 - в. **Внутрисосудистое введение/системная токсичность**
 - г. **Эпидуральное/интратекальное введение**
 - д. **Травма спинного мозга**
 - е. **Случайные блокады нервов.** При неточном введении иглы или в результате избыточного распространения местного анестетика возможны блокады блуждающего, диафрагмального, возвратного гортанного и других нервов.
 - ж. **Физиологические эффекты.** Блокада звездчатого ганглия может как укоротить (левосторонний блок), так и удлинить (правосторонний блок) интервал QT; в связи с этим необходима осторожность у пациентов, уже имеющих удлиненный QT [5]. Блокада звездчатого ганглия снижает цереброваскулярное сопротивление на ипсилатеральной стороне, что приводит к повышению на этой стороне кровотока с одновременным снижением на контралатеральной стороне. Представляет ли это риск для пациентов с цереброваскулярной болезнью или заболеваниями сонных артерий — неизвестно.

Б. Блокада чревного сплетения

1. Анатомия (рис. 11.4)

- а. **Локализация.** Чревное сплетение есть **вариабельный набор** ганглиев и автономных нервов (как симпатических, так и парасимпатических), расположенный кпереди от аорты на уровне тел позвонков T12—L1 (слева ниже, чем справа).
- б. **Ганглии.** Было установлено, что число ганглиев в чревном сплетении колеблется от 2 до 10 со средним числом 5,5 [6].
- в. **Иннервация.** Чревное сплетение получает симпатические преганглионарные волокна от **больших, средних и малых чревных нервов**. Большие и средние чревные нервы идут от своих сегментов спинного мозга через средостение и ножки диафрагмы, после чего вливаются в чревное сплетение. Спланхнический или ретрокуралый доступ к чревному сплетению предназначен для блокирования этих нервов как противодействие сплетению *самому по себе*. Малый чревный нерв выходит из поясничной симпатической цепочки ганглиев.

Парасимпатические нервы от вагуса так же проходят через чревное сплетение, как и афферентные сенсорные волокна, исходящие из органов брюшной полости. Эти афферентные сенсорные волокна в основном и являются целью блокады чревного сплетения.

Симпатические постганглионарные волокна распределяются к большинству органов верхнего отдела живота, включая печень, селезенку, желудок, поджелудочную железу, почки, тонкий кишечник и толстый кишечник до селезеночного угла.

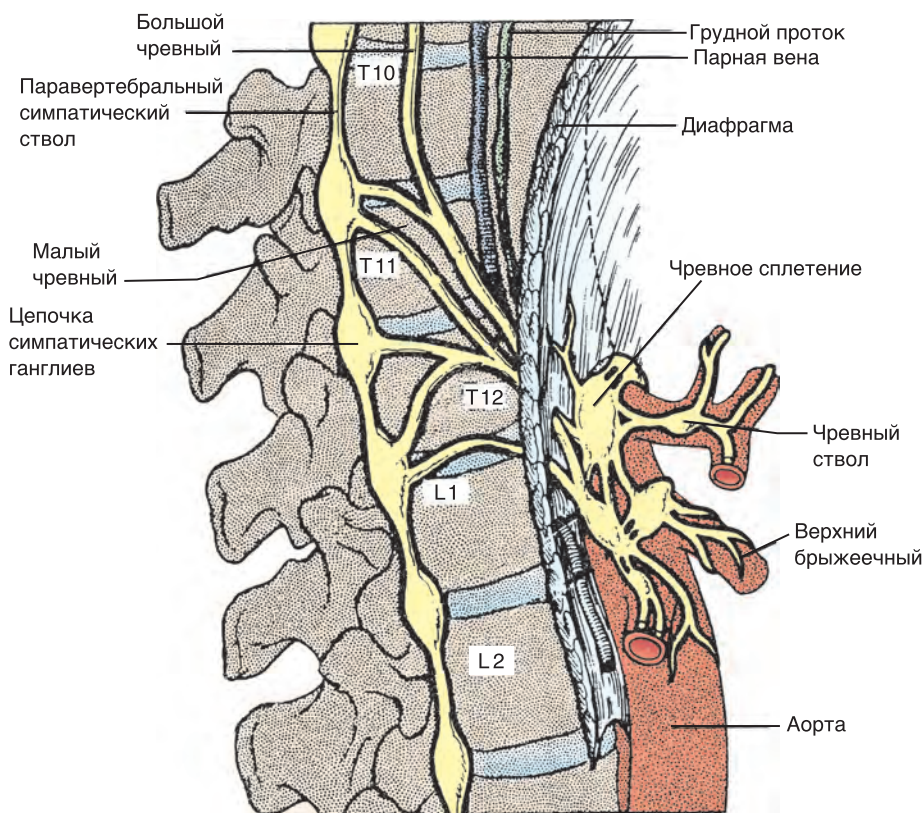


Рис. 11.4. Анатомия чревного сплетения: чревное сплетение состоит из переменного количества симпатических ганглиев и сопутствующих нервов, оплетающих аорту вблизи мест отхождения чревной и верхней брыжеечной артерий. Симпатические афферентные нервы подходят к сплетению через большой, малый и нижний чревные нервы, а симпатические эфферентные нервы идут вдоль ветвей артерий, выходящих из аорты и снабжающих кровью органы брюшной полости. Парасимпатические волокна от блуждающего нерва и афферентные сенсорные волокна из живота также проходят через чревное сплетение

г. Окружающие структуры. Чревное сплетение распространяется вдоль передней и боковой поверхностей **аорты** между местами отхождения чревной и верхней брыжеечной артерий. **Надпочечники** лежат по бокам от сплетения, а желудок и поджелудочная железа вверх.

2. Техника

- а.** Пациента укладывают **лицом вниз** с подушкой под бедрами для минимизации поясничного лордоза.
- б.** Идентифицируют и маркируют каудальные края **12-го грудного и 1-го поясничного остистых отростков**. Маркируют нижний край 12-го ребра в точке на 7—8 см латеральнее средней линии. Соединяют отметки над углами ребер с отметкой над остистым отростком T12. Получается неглубокий треугольник, стороны которого будут указывать направление блокирующих игл (рис. 11.5).

- в. Асептически обрабатывают кожу и делают лимонную корочку в отметках над ребрами. 4—6 мл местного анестетика инфильтрируют более глубоко по направлению к остистому отростку Т12.
- г. С обеих сторон вводят иглы 20 G длиной 7—10 см под углом 45° (относительно сагиттальной плоскости, идущей через позвоночник) начиная с отметки над 12-м ребром и направляясь вдоль линий, соединяющих ребро с остистым отростком Т12. Сначала вводят иглу слева, так как это послужит индикатором глубины для иглы справа.
- д. Иглы должны войти в контакт с **телом позвонка L1** на глубине 7—10 см. Если контакт с костью произошел более поверхностно, то, скорее всего, это поперечный отросток L1 (рис. 11.6). Важно правильно отличить поверхностный поперечный отросток от более глубоко расположенного тела позвонка с тем, чтобы не ввести препарат слишком поверхностно, где он может вызвать обширную эпидуральную, спинальную или поясничную компартментную блокады.
- е. После идентификации тела позвонка L1 иглу подтягивают настолько, чтобы можно было перенаправить ее под слегка меньшим ступенчатым углом (снова относительно сагиттальной плоскости, идущей через позвоночник) так, чтобы кончик иглы только скользнул по боковой поверхности тела позвонка. **Изменять направление** возможно придется **несколько раз**.
- ж. После уточнения края тела позвонка левую иглу медленно продвигают, постоянно ожидая появления ощущения передаваемой пульсации аорты. Когда ощущение **пульсации аорты** появляется, продвижение иглы прекращают. Справа иглу продвигают на 1 см больше глубины появления пульсации аорты слева. Рентгенограмма в боковой проекции должна подтвердить, что кончики игл процируются сразу кпереди от тела позвонка (рис. 11.6).

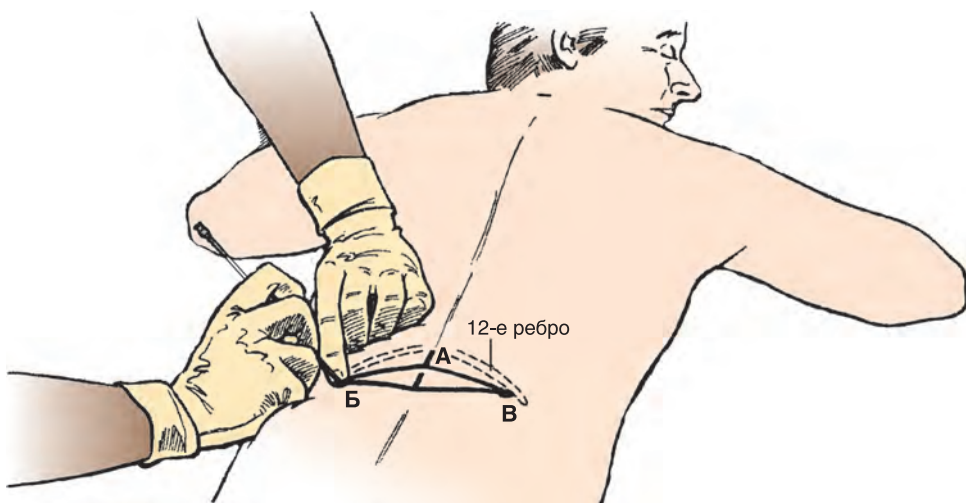


Рис. 11.5. Блокада чревного сплетения: кожные ориентиры. Отметки у нижнего края остистых отростков Т12 (точка А) и L1, и у нижнего края 12-го ребра в точке на 7—8 см латеральнее средней линии (точки Б и В). Соединение точек А, Б и В образует треугольник, основание которого должно проходить над нижним краем остистого отростка L1

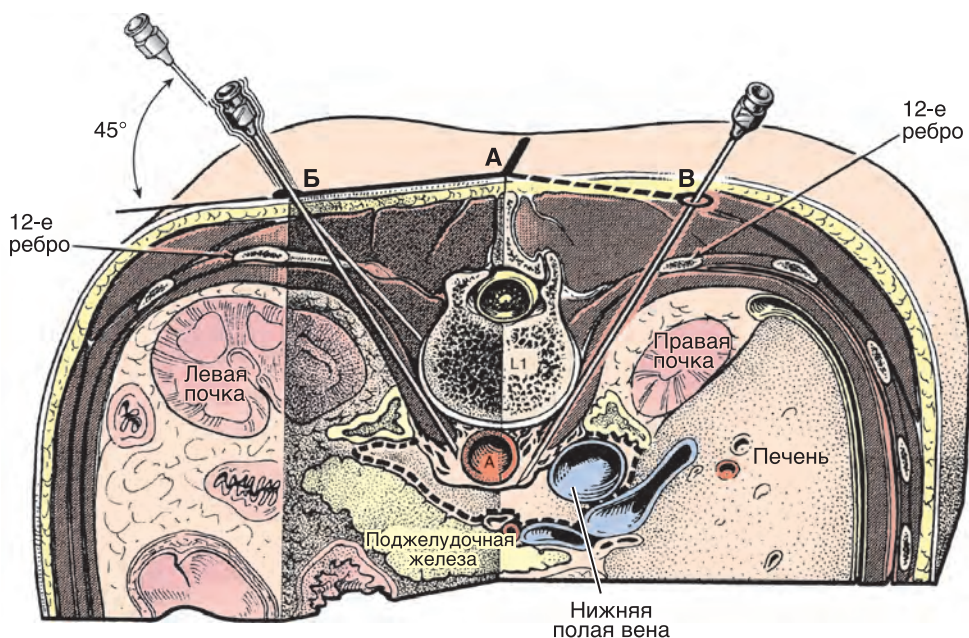


Рис. 11.6. Блокада чревного сплетения: введение иглы. Первую иглу продвигают под углом 45° по линии БА (левая сторона). Контакт с телом позвонка L1 должен быть достигнут на глубине 7—10 см. После контакта с телом позвонка иглу следует немного подтянуть и снова ввести под слегка более вертикальным углом так, чтобы обойти латеральный край тела позвонка. Иглу вводят до появления ощущения пульсации аорты. Иглу справа (линия ВА) следует вводить аналогично, но на 1 см глубже, чем справа. Детали см. в тексте

- з. Медленно ротируя иглу, тщательно проводят **аспирацию** для выявления внутрисосудистого, внутривисцерального или субарахноидального положения кончика иглы. При отрицательном результате вводят тест-дозу 3 мл местного анестетика с адреналином и наблюдают за возможным появлением признаков внутрисосудистого, эпидурального или субарахноидального положения кончика иглы.
- и. После отрицательного результата **тест-дозы** дробно вводят 20—25 мл местного анестетика в каждую иглу. Относительно большой объем нужен в связи с диффузной локализацией компонентов сплетения и с тем, что игла находится позади аорты и полой вены и местный анестетик должен распространиться вперед, чтобы достичь сплетения.

Введение должно встречать небольшое сопротивление, если его выполняют через иглу 20 G, и некоторые авторы предпочитают этот диаметр иглы, потому что небольшое сопротивление введению помогает подтвердить правильное положение иглы в рыхлых тканях забрюшинного пространства. Другие авторы предпочитают иглы меньшего диаметра 22 G, так как в случае непреднамеренного прокола аорты, полого или плотного органа отверстие будет меньше. Однако при таких иглах требуется значительное усилие для преодоления более высокого сопротивления введению и, таким образом, отсутствует «обратная связь» с положением иглы.

к. Рентгенографическое наведение. Блокаду чревного сплетения можно выполнить, используя только анатомические ориентиры, описанные выше, что многие годы и делалось. Однако для диагностических и нейролитических блокад крайне желательна более высокая точность/уверенность, которые может предложить рентгенографическая визуализация (например, флюороскопия, КТ-сканирование).

3. Признаки/симптомы блокады. Один из самых ранних признаков блокады чревного сплетения — заметная гипотензия, связанная с обширной вазодилатацией. Пациенты также могут испытывать острый позыв на дефекацию, поскольку исчезает противодействия парасимпатической стимуляции кишечника. Это особенно заметно у пациентов, которые получали высокие дозы опиоидов по поводу боли.

4. Другие доступы

а. Парамедиальный. Синглер описал парамедиальный доступ, при котором иглу вводят каудально к остистому отростку T12 в точке на 3 см латеральнее средней линии в плоскости, перпендикулярной коже [7]. Эта методика снижает риск повреждения почек, но затрудняет идентификацию правильной глубины без рентгенографического наведения.

б. Передний. К сплетению можно подойти через переднюю брюшную стенку при помощи флюороскопического или ультразвукового наведения с достаточно низкой частотой осложнений [8].

в. Эндоскопический. Совсем недавно в гастроэнтерологической литературе появилось описание эндоскопической методики доступа под ультразвуковым наведением для блокады чревного сплетения [9, 10].

5. Осложнения. Блокада чревного сплетения сопряжена с осложнениями, большинство из которых характерны и для всех других методик регионарной анестезии:

а. Гематома/кровотечение

б. Повреждение соседних структур (например, почек, кишечника и надпочечника) либо при контакте с иглой, либо при введении препарата (особенно нейролитического), вызывающего повреждение тканей.

в. Пневмоторакс

г. Инфекция (особенно при пункции кишечника)

д. Дисфункция кишечника, мочевого пузыря или половая, если распространение местного анестетика/нейролитика избыточно и препарат попал в поясничное сплетение или спинной мозг.

Б. Глубокий спланхничный блок — альтернативный доступ для блокирования нервов, идущих к чревному сплетению и от него, и некоторые называют его *ретрокуральным доступом* к чревному сплетению. Однако он не будет захватывать симпатические нервы, идущие к сплетению из зон ниже диафрагмы (например, низшие чревные нервы), и любые сенсорные волокна, идущие вместе с ними. В основном используется для диагностики/лечения абдоминальной боли, но не для хирургической анестезии/анальгезии.

1. **Анатомия** чревного сплетения описана выше (рис. 11.7).
2. **Техника.** Оснащение, положение пациента и маркировка анатомических ориентиров — такие же, как и при блокаде чревного сплетения. Иглы направляют немного более краниально, чем при блокаде чревного сплетения так, чтобы их кончики упирались в переднюю поверхность тела **12-го грудного позвонка** сразу позади ножки диафрагмы.

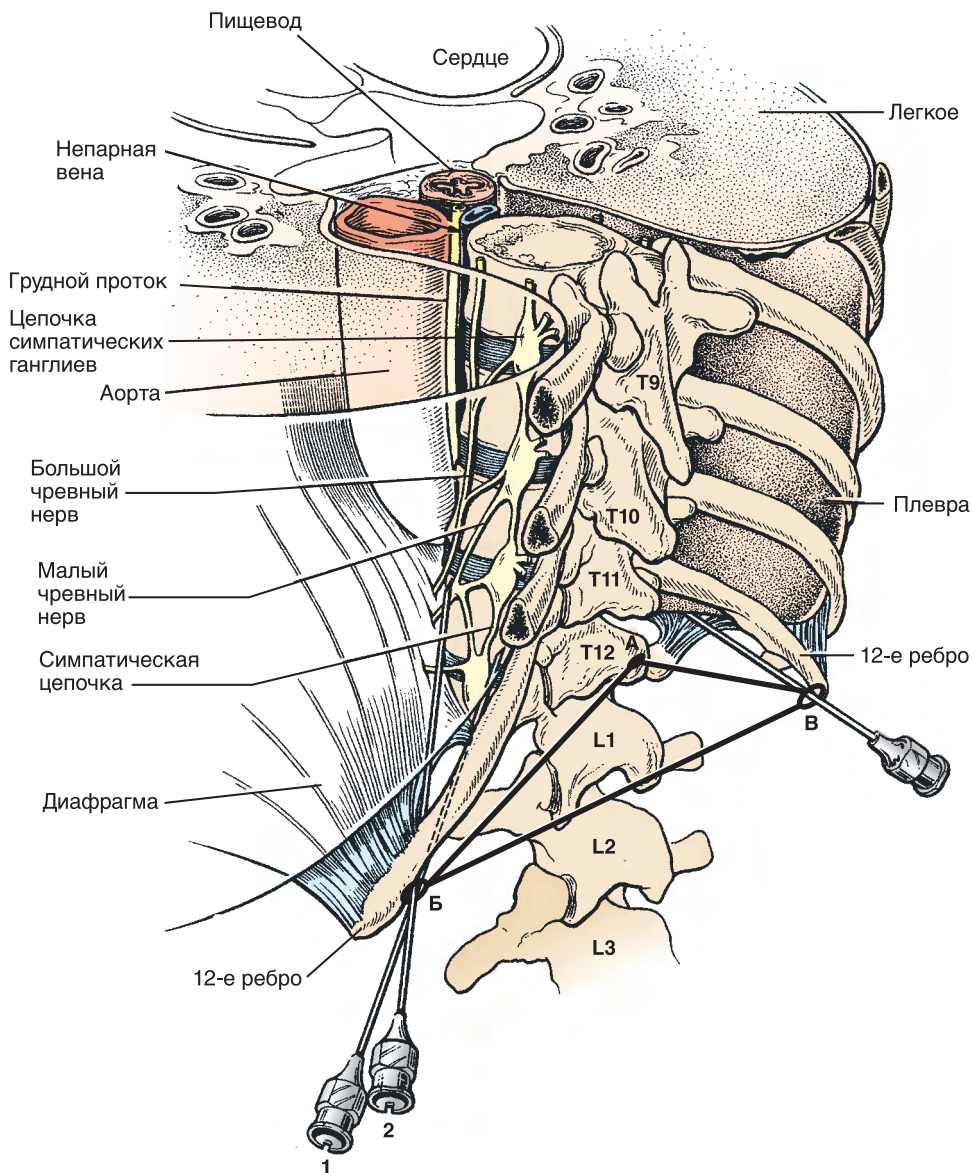


Рис. 11.7. Глубокий чревный блок. Кожные ориентиры аналогичны таковым для чревного блока, за исключением того, что точку А берут от верхнего края Т12. Иглы продвигают вдоль по линиям БА и ВА так, чтобы кончики шли вверх к телу позвонка Т12 сразу позади диафрагмы

Инъекция контраста (1—2 мл) должна привести к линейному распределению вдоль тел позвонков **выше диафрагмы**. После подтверждения достаточного распространения обычно хватает 4—5 мл раствора местного анестетика или нейролитического препарата.

3. **Спланхничный или чревный блок?** Спланхничный блок обладает потенциальными преимуществами, необходимо значительно **меньше** местного анестетика/нейролитика; меньше риск повреждения поддиафрагмальных структур; и значительно меньше риск дисфункции кишечника, мочевого пузыря или половой системы. Однако при этой блокаде будет заблокировано не так много путей, возможно, вносящих вклад в абдоминальную боль, как это было бы при блоке чревного сплетения.
4. **Осложнения.** Сходны с таковыми при блокаде чревного сплетения, за исключением того, что риск **пневмоторакса** выше, а риск повреждения нервов, контролирующих функцию кишечника, мочевого пузыря или половой системы, ниже. Поскольку грудной проток слева пересекает ретрокуральное пространство, возможно повреждение с исходом в хилоторакс или лимфоэдему. Гипотензия менее выражена, чем при блоке чревного сплетения.

Г. Поясничный симпатический блок

1. **Анатомия.** Симпатическую иннервацию нижних конечностей можно заблокировать в **самой нижней паре парасимпатической цепочки ганглиев**. Большая часть симпатической иннервации нижних конечностей проходит через эти **ганглии** — «**ворота**», которые лежат на переднебоковых поверхностях тел позвонков. Исследования на трупах человека дают основания полагать, что лучшим местом для блокады этих ганглиев является каудальная треть тела позвонка L2 или краниальная треть тела позвонка L3 [11]. При блокадах местным анестетиком однократная инъекция большого объема (20—25 мл) в основном будет распространяться краниально и каудально достаточно для блокирования нескольких ганглиев. При **нейролитических** блокадах, когда избыточное распространение угрожает повреждением близ лежащих структур (например, соматических нервов), разумным было бы выполнять блокаду на нескольких уровнях небольшими объемами.

2. Техника

- а. Пациента укладывают **лицом вниз** с подушкой под нижней частью живота для минимизации поясничного лордоза.
- б. Маркируют остистый отросток L2. Рисуют линию перпендикулярно позвоночнику через середину остистого отростка L2 и ставят метку «X» вдоль этой линии на 5 см латеральнее средней линии. Эта линия должна лежать над поперечным отростком L2.
- в. Асептически обрабатывают кожу и делают лимонную корочку в каждой метке X. Иглу 20 или 22 G длиной 10 см вводят под краниальным углом 45°. Медленно продвигают иглу до контакта с **поперечным отростком L2** (рис. 11.8). Обратите внимание на глубину.
- г. Иглу подтягивают настолько, чтобы можно было перенаправить ее перпендикулярно коже в краниокаудальной плоскости и слегка медиально. Иглу вводят приблизительно на 5 см более глубины, на которой произошел контакт с поперечным отростком. Игла пройдет между поперечными отростками, расположенны-

ми на передне-боковой поверхности тела позвонка. Если контакт с телом позвонка произошел ранее 5 см, иглу следует перенаправить слегка медиальнее и «идти» по телу позвонка до достижения нужной глубины (см. рис. 11.8).

- д. Тщательно проводят **аспирацию**, наблюдая за возможным появлением крови, СМЖ или мочи. Если результат аспирации отрицательный, вводят тест-дозу с добавлением адреналина, наблюдая за возможным появлением признаков внутрисосудистого, эпидурального или интратекального введения. Если результат наблюдений отрицательный, вводят 5—10 мм с каждой стороны. Нельзя вводить местный анестетик, когда игла подтянута, так как соответствующий спинальный нерв поверхностнее целевого ганглия. Блокада соматического спинномозгового нерва может затруднить диагностику симпатических блокад или лишит пациента возможности двигаться из-за моторного блока.

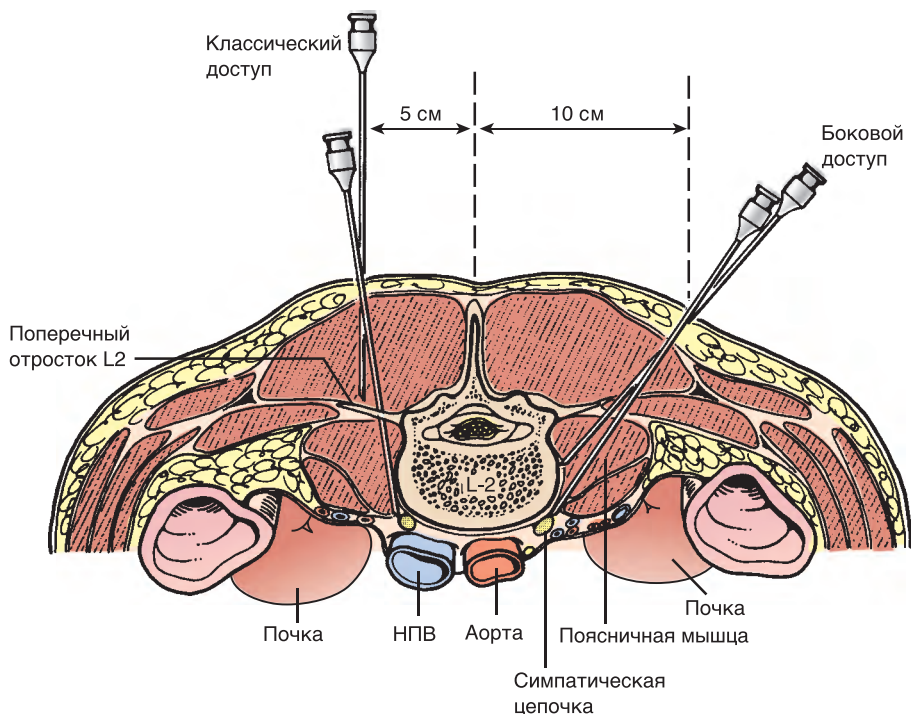


Рис. 11.8. Поясничный симпатический блок. Линия проведена через середину остистого отростка L2. Иглу вводят вдоль этой линии в точке на 5 см латеральнее средней линии и направляют под углом приблизительно 45° краниально до контакта с поперечным отростком L2. Обратите внимание, что на глубине, на которой происходит контакт с поперечным отростком, иглу слегка подтягивают и изменяют ее направление на перпендикулярное коже. Вводят на глубину, на 5 см превышающую ту, на которой был контакт с поперечным отростком L2. Кончик иглы должен лежать на передне-боковом крае тела позвонка. При латеральном доступе используют те же ориентиры, за исключением того, что иглу вводят на 10 см латеральнее средней линии и направляют медиально к средней точке тела позвонка. После контакта с телом позвонка иглу слегка подтягивают и ступенчато меняют ее направление до прокола фасции поясничной мышцы. НПВ, нижняя полая вена

3. **Признаки/симптомы блокады.** Блокада должна вызвать **вазодилатацию** и повышение **температуры кожи** через 5—10 мин. Это можно легко обнаружить, прикрепив на кожу стопы температурный датчик и наблюдая за повышением температуры на 3 °С. Для полной блокады может потребоваться до 20 мин или более. Сенсорная блокада латеральной поверхности бедра означает блокаду нервного корешка L2 и дает основания полагать, что либо анестетик оказался слишком поверхностно, либо местный анестетик распространился от симпатических ганглиев на нервный корешок L2. Отсутствие изменений температуры кожи свидетельствует о первом.
4. **Альтернативные доступы**
 - а. **«Боковой» доступ.** К ганглиям можно также подойти, используя более латеральную точку введения иглы. От точки в 10 см латеральнее средней линии остистого отростка L2, вводят иглу 20 G длиной 15 см, направляя медиально к телу позвонка. После контакта с телом позвонка подтягивают и перенаправляют иглу кпереди так, чтобы «пройти» боковую поверхность тела позвонка и достичь его переднебокового края (см. рис. 11.8). После отрицательных результатов аспирации и тест-дозы с адреналином дробно вводят 5—10 мл местного анестетика.
 - б. **Доступ Брайс-Смита** [12]. Серые коммуникантные ветви, которые несут преганглионарные симпатические нервы, отделяются от спинномозговых нервов в месте их выхода из спинального канала и образуют ретикулярную сеть, опутывая боковую поверхность тела позвонка и достигая паравертебрального ганглия. Для блокады ганглия в это точке, иглу вводят на **5 см латеральнее средней линии остистого отростка L2** под углом приблизительно **70°**, до ее контакта с телом позвонка. При нахождении кончика иглы у тела позвонка в иглу вводят 15—20 мл раствора местного анестетика. Местный анестетик пойдет кпереди, достигнет паравертебрального ганглия и может пойти назад и достичь соматического корешка L2. В связи с этим такой доступ не подходит для диагностических и нейролитических блокад.
5. **Осложнения**
 - а. **Гематома/кровотечение.**
 - б. **Субарахноидальное/эпидуральное введение.** Иглы, введенные недостаточно глубоко, могут попасть в межпозвонковое отверстие.
 - в. **Повреждение спинномозговых нервов.** Возможны повреждения при контакте с иглой и химическое, так как спинномозговые нервы лежат рядом с ходом блокирующих игл (см. рис. 11.8). Результатом может быть боль, дизестезия и моторные нарушения в зоне иннервации данного спинномозгового нерва. Это повреждение наиболее вероятно при больших объемах нейролитических растворов.
 - г. **Повреждение спинного мозга.** Иглы, введенные недостаточно глубоко, могут попасть в межпозвонковое отверстие и проколоть спинной мозг.
 - д. **Повреждение почки.** Игла, введенная под слишком крутым углом или слишком далеко от средней линии, может проколоть почку.

Д. Блокада верхнего подчревного сплетения. Блокада верхнего подчревного сплетения применяется главным образом для лечения болей, исходящих из таза, особенно раковых. Впервые описан Plancarte с соавторами для этих целей [13].

1. Анатомия. Верхнее подчревное сплетение лежит в забрюшинном пространстве кпереди от каудальной трети L5 и краниальной трети S1 сразу дистальнее бифуркации общих подвздошных сосудов (рис. 11.9)

2. Техника

- а.** Пациента укладывают лицом вниз с подушкой под нижней частью живота для минимизации поясничного лордоза.
- б.** Идентифицируют промежуток **L4–5** и рисуют линию через ее центр. С обеих сторон наносят метки вдоль этой линии приблизительно в **6 см от средней линии** (рис. 11.9).
- в.** Асептически обрабатывают кожу и делают «лимонную корочку» в каждой метке. Иглу 20 или 22 G длиной 15 см вводят в «лимонную корочку» под углом 30° каудально и 45° медиально. При контакте иглы с остистым отростком L5 ее перенаправляют немного более каудально и снова вводят до контакта с телом L5.

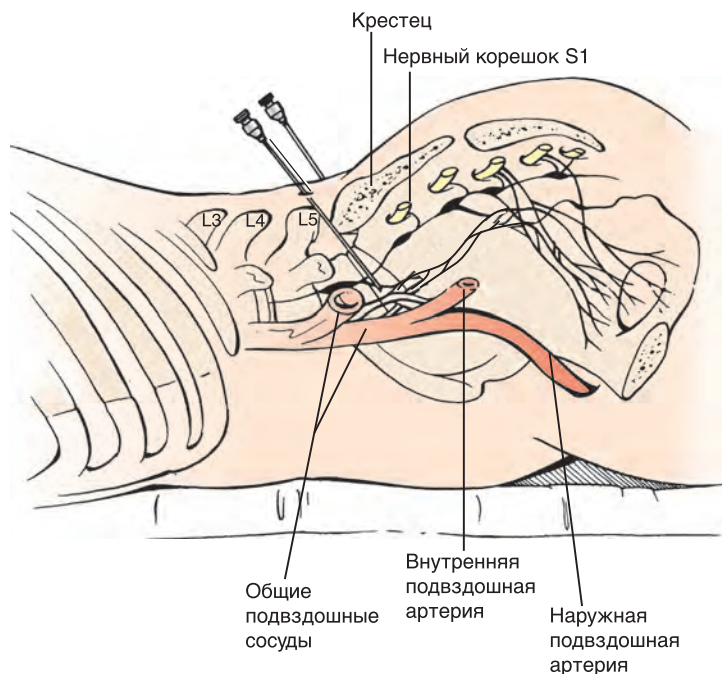


Рис. 11.9. Верхняя подчревная блокада. В положении пациента на животе, иглы длиной 15–20 см вводят справа и слева приблизительно на 6 см от средней линии у середины промежутка L 4–5. Иглы продвигают под углом 45° медиально и 30° краниально до контакта с телом позвонка L5. Иглы слегка подтягивают и изменяют направление для того, чтобы «обойти» латеральный край тела позвонка. Иглы продвигают приблизительно на 1 см за передний край тела позвонка L5 до ощущения отчетливого «хлопка» при проколе передней поясничной фасции. Иглы оказываются в забрюшинном пространстве на уровне сочленения L5–S1

- г. Иглу подтягивают настолько, чтобы можно было перенаправить ее немного менее медиально, и «ведут» по латеральному краю тела позвонка. Осторожно продвигают иглу приблизительно на 1 см за тело позвонка; в этой точке можно ощутить отчетливый «хлопок» в момент, когда игла прокалывает фасцию на передней поверхности поясничной мышцы, которая должна лежать в забрюшинном пространстве участка соединения L5 с S1.
 - д. После тщательной **аспирации** и негативного результата тест-дозы с добавлением адреналина дробно вводят 6—8 мл местного анестетика в обе иглы.
- 3. Альтернативные доступы.** Описаны передний [14] и чрездисковый задний [15] доступы.
- 4. Осложнения**
- а. Гематома/кровотечение.** Возможно повреждение подвздошных и других сосудов.
 - б. Субарахноидальное/эпидуральное введение.** Иглы, введенные недостаточно глубоко, могут попасть в межпозвонковое отверстие.
 - в. Повреждение спинномозговых нервов.** Возможны повреждения при контакте с иглой и химическое, так как спинальные нервы L5 лежат рядом с ходом блокирующих игл. Результатом может быть болезненная дизестезия и моторные нарушения в зоне иннервации L5.
 - г.** Поскольку блокада выполняется ниже уровня окончания спинного мозга, прокол спинного мозга иглой не опасен; тем не менее, возможно интратекальное введение и нейролитические препараты могут повредить спинной мозг.
 - д.** До настоящего времени в больших сериях опубликованных данных нет сообщений о дисфункции кишечника, мочевого пузыря или половой системы.

Литература

1. Pieri S, Agresti P, Ialongo P, *et al.* Lumbar sympathectomy under CT guidance: therapeutic option in critical limb ischaemia. *Radiol Med (Torino)* 2005;109(4):430—437.
2. Holiday FA, Barendregt WB, Slappendel R, *et al.* Lumbar sympathectomy in critical limb ischaemia: surgical, chemical or not at all? *Cardiovasc Surg* 1999;7(2):200—202.
3. Lipov E, Lipov S, Stark JT. Stellate ganglion blockade provides relief from menopausal hot flashes: a case report series. *J Womens Health (Larchmt)* 2005;14(8):737—741.
4. Kozody R, Ready LB, Barsa JE, *et al.* Dose requirement of local anaesthetic to produce grand mal seizure during stellate ganglion block. *Can Anaesth Soc J* 1982;29(5):489—491.
5. Egawa H, Okuda Y, Kitajima T, *et al.* Assessment of QT interval and QT dispersion following stellate ganglion block using computerized measurements. *Reg Anesth Pain Med* 2001;26(6):539—544.
6. Ward EM, Rorie DK, Nauss LA, *et al.* The celiac ganglia in man: normal anatomic variations. *Anesth Analg* 1979;58(6):461—465.
7. Singler RC. An improved technique for alcohol neurolysis of the celiac plexus. *Anesthesiology* 1982;56(2):137—141.
8. Romanelli DF, Beckmann CF, Heiss FW. Celiac plexus block: efficacy and safety of the anterior approach. *AJR Am J Roentgenol* 1993;160(3):497—500.

9. Michaels AJ, Draganov PV. Endoscopic ultrasonography guided celiac plexus neurolysis and celiac plexus block in the management of pain due to pancreatic cancer and chronic pancreatitis. *World J Gastroenterol* 2007;13(26):3575—3580.
10. Tran QN, Urayama S, Meyers FJ. Endoscopic ultrasound-guided celiac plexus neurolysis for pancreatic cancer pain: a single-institution experience and review of the literature. *J Support Oncol* 2006;4(9):460—462, 464; discussion 463—4.
11. Umeda S, Arai T, Hatano Y, *et al.* Cadaver anatomic analysis of the best site for chemical lumbar sympathectomy. *Anesth Analg* 1987;66(7):643—646.
12. Bryce-Smith R. Injection of the lumbar sympathetic chain. *Anaesthesia* 1951;6(3):150—153.
13. Plancarte R, Amescua C, Patt RB, *et al.* Superior hypogastric plexus block for pelvic cancer pain. *Anesthesiology* 1990;73(2):236—239.
14. Kanazi GE, Perkins FM, Thakur R, *et al.* New technique for superior hypogastric plexus block. *Reg Anesth Pain Med* 1999;24(5):473—476.
15. Gamal G, Helaly M, Labib YM. Superior hypogastric block: transdiscal versus classic posterior approach in pelvic cancer pain. *Clin J Pain* 2006;22(6):544—547.

Глава 12

Блокады плечевого сплетения

Сюзан Б. Макдональд

Строение плечевого сплетения делает его удобным для регионарных блокад нервов. Есть несколько анатомических локализаций, позволяющих обеспечить хирургическую анестезию или послеоперационную анестезию всей верхней конечности, от плеча до кисти с минимальным участием пациента. Описано множество доступов; в этой главе представлены несколько наиболее типичных и полезных.

I. Анатомия

Плечевое сплетение состоит из корешков, стволов, пучков, хорд и терминальных нервов (рис. 12.1).

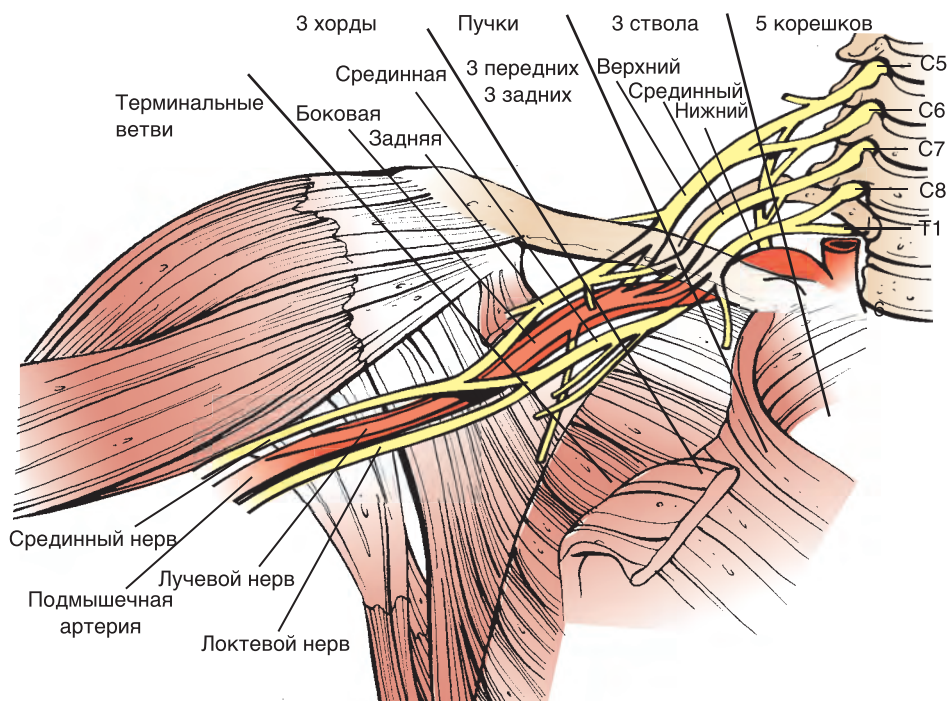


Рис. 12.1. Обзор плечевого сплетения: плечевое сплетение образуют вентральные корешки от пятого шейного до первого грудного спинномозговых нервов. Верхняя и нижняя пары корешков сливаются и образуют три ствола, которые соединяются с подмышечной артерией там, где она пересекает первое ребро. Стволы затем делятся и перестраиваются в три пучка, а затем разделяются на четыре терминальные нерва предплечья, которые окружают подмышечную артерию — лучевой, срединный, локтевой и мышечно-кожный

- А. Корешки.** Корешки вентральных нервов от С5 до Т1 переплетаются, формируя тесный пучок, известный как *плечевое сплетение*. При выходе на шею все корешки выходят из позвоночника через впадину между передними и задними бугорками поперечных отростков тела позвонка. Корешки проходят в длинном узком компартменте между задней фасцией передней лестничной (ПЛ) мышцы и передней фасцией средней лестничной (СЛ) мышцы. **На этом уровне выполняют межлестничную блокаду.** Анестезия корешков вызывает паттерн, следующий дерматомальному распределению, обычно от С4 до С7.
- Б. Стволы.** Продвигаясь дистально, корешки С5 и С6 типично образуют верхний ствол, корешки от С8 до Т1 образуют нижний ствол, а С7 становится средним стволом. **Стволы** компактно расположены вертикальным образом между ПЛ и СЛ мышцами в нижней части межлестничного пространства. Стволы проходят над верхним ребром позади места прикрепления ПЛ, где они уже могут делиться на передний и задний **пучки**. Подключичная артерия (ПА) выходит из грудной клетки и тоже пересекает первое ребро сразу позади мест прикрепления ПЛ, лежащего сразу кпереди от нервного пучка. **На этом уровне выполняют надключичную блокаду.**
- В. Пучки.** Каждый ствол делится на передний и задний пучки. УЗИ демонстрирует шесть пучков, все еще компактно организованных и обычно расположенных выше и сзади от ПА, поскольку артерия проходит над первым ребром. Сплетение тесно окружает артерию на этом уровне, прежде чем отойти от нее и двигаться собственным ходом дистальнее подмышечной впадины.
- Г. Три пучка** выходят из пучков на уровне клювовидного отростка. Они названы по их положению относительно подмышечной артерии. На уровне пучков выполняют подключичную блокаду.
- 1. Боковой пучок.** Посылает большую ветвь, которая комбинируется с ветвью от срединного нерва (СН) прежде, чем продолжится в виде **мышечнокожного нерва (МКН)**.
 - 2. Срединный пучок.** Посылает большую ветвь, которая комбинируется с ветвью от латеральной хорды и формирует **СН** прежде, чем продолжится в виде **локтевого нерва**. Сенсорные ветви от срединного плечевого кожного нерва и ветви срединного переднеплечевого кожного нерва начинают ветвиться рано.
 - 3. Задний пучок.** Подмышечный нерв начинает ветвиться рано; далее продолжается в виде **лучевого нерва (ЛучН)**.
- Д. Терминальные нервы.** Подмышечный блок выполняют на уровне терминальных нервов, где очень значительна анатомическая вариабельность [1].
- 1.** Три основных терминальных нерва остаются в тесном соседстве с подмышечной артерией. Обычно срединный расположен над сосудом, остальные впереди и позади, но эта локализация весьма вариабельна.
 - 2.** На этом уровне сенсорные ветви к предплечью уже отошли от сосудисто-нервного пучка и идут в **ключично-плечевой мышце (мышечно-кожный)** или в **подкожных тканях (срединный плечевой кожный, срединный передне-плечевой кожный)**.
- Е.** Хотя знание этих ветвлений полезно, доступ для анестезии плечевого сплетения **основан на воспроизводимых анатомических ориентирах шеи** — позвоночных **бугорках**, первом **ребре**, **клювовидном отростке** и **подмышечной артерии**.

Ж. Каждая точка инъекции вызывает свой, уникальный паттерн распространения анестезии [2].

- 1. Межлестничная анестезия** наиболее надежно и основательно охватывает верхние корешки (C5–7) и включает сенсорную анестезию шейного сплетения (C2–4). Иногда анестезия оказывается неэффективной в зоне дерматома C8–T1 (локтевая поверхность предплечья) (рис. 12.2). Эта методика, таким образом, **лучше всего подходит для операций на плече и верхней части предплечья**.
- 2. Надключичную блокаду** выполняют в зоне, где стволы и пучки наиболее тесно расположены в фасциальном футляре, еще до начала ветвления, и таким образом, эта методика наиболее надежно вызывает сенсорную анестезию всего предплечья и кисти. Она ненадежно обеспечивает анестезию шейного сплетения (плечо).
- 3. У точки выполнения подключичной блокады** пучки отделяются друг от друга (формируя боковой, срединный и задний пучок) подмышечной артерией ниже фасциальной плоскости перимизия малой грудной мышцы. МКН может отходить от латерального пучка выше уровня малой грудной мышцы. Рассеивающаяся организация пучков делает полную анестезию более трудной, по сравнению с надключичной блокадой.

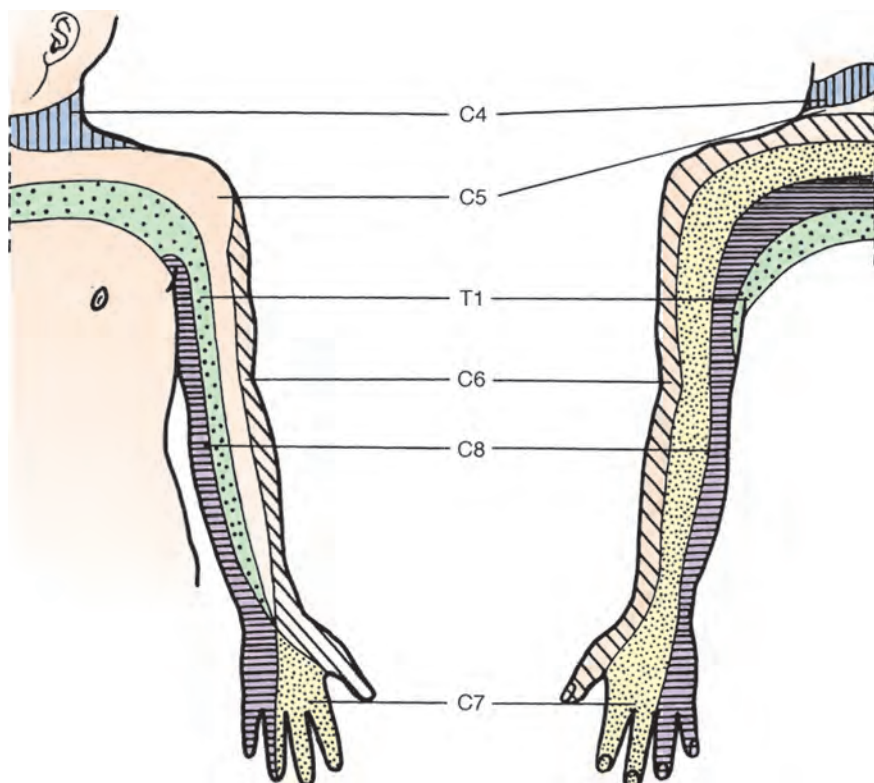


Рис. 12.2. Дерматомальное распределение нервных корешков верхней конечности. Межлестничные блокады на уровне корешков будут анестезировать плечевое сплетение в соответствии с дерматомальным распределением

4. **Подмышечная блокада** надежна для анестезии трех нервов кисти (лучевого, срединного, локтевого) (рис. 12.3). МКН и срединный передне-плечевой кожный нерв и их сенсорное распределение на предплечье могут пересекаться, так как эти нервы покидают периваскулярный пучок высоко в подмышечной впадине.
3. **Концепция «футляра»**
1. Проксимальная **фасциальная оболочка** образуется из латерального расширения задней фасции ПЛ и передней фасции СЛ мышц и распространяется от поперечных отростков на переменное расстояние в верхней части предплечья.
 2. Винни популяризировал использование этого «футляра», делающего возможными **методики с одной инъекцией** для плечевого сплетения на всех уровнях в футляре, и продемонстрировал широкое распространение раствора после одной инъекции [3].

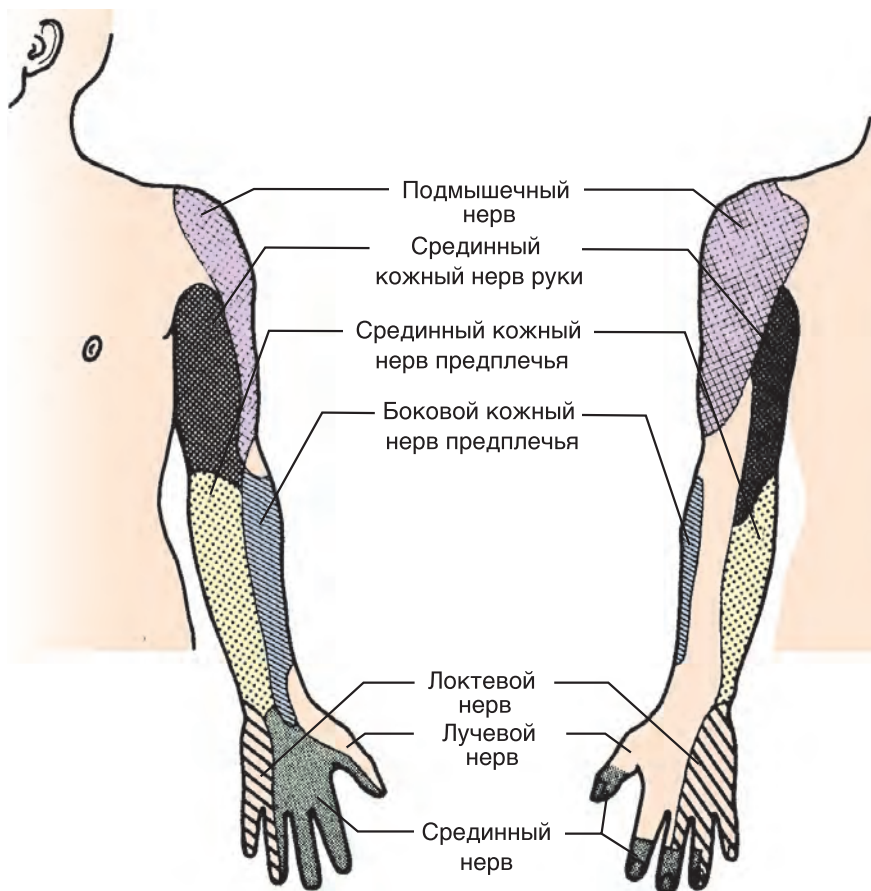


Рис. 12.3. Сенсорные дерматомы терминальных нервов верхней конечности. Чувствительность обеспечивают терминальные нервы, как показано на рисунке. Такой паттерн отличается от классического дерматомального распределения нервных корешков (рис. 12.2) и встречается, когда плечевое сплетение заблокировано более дистально, как при подмышечном блоке

II. Препараты

- А. Местные анестетики (МА)** выбирают, исходя из главным образом **длительности** анестезии.
1. **Лидокаин** 1%-й или 1,5%-й обеспечит анестезию в течение 3—4 ч.
 2. **Мепивакаин** 1,5%-й обеспечит анестезию в течение 4—5 ч.
 3. **Бупивакаин, левобупивакаин** или **ропивакаин** (0,5%-й) обеспечат анестезию в течение 12—14 ч.
 4. **При анестезии плечевого сплетения нет необходимости в более высоких концентрациях**, и при их применении появляется риск превышения максимально рекомендованных доз.
- Б. Объем** вводимого раствора остается предметом дискуссий. 25 мл раствора, введенные точно в место нейростимуляции или парестезии, обеспечат анестезию у большинства пациентов.
1. **Верхним пределом считается 50 мл**, так как это количество содержит максимальную дозу в миллиграммах большинства используемых МА.
 2. Чаще всего применяют 30—40 мл.
 3. Хотя более высокие объемы немного ускоряют развитие блокады и увеличивают распространение и некоторые высказываются в пользу такого подхода [2], исследования продемонстрировали адекватное распространение объема 40 мл во всех зонах инъекций. Поскольку многие методики требуют дополнительно 5 или 10 мл вспомогательного раствора местного анестетика для межреберно-плечевых ветвей или для периферической блокады локтевого нерва, ограничение вводимого в сосудисто-нервный пучок объема до 40 мл выглядит достаточным.
- В. Методики с постоянным катетером** используют разведенные растворы длительно действующих МА-амидов, таких как 0,2%-й ропивакаин или 0,125%-й бупивакаин со скоростью 6—8 мл в ч.
- Г. Добавки**
1. **Адреналин**
 - a. В разведении 1:400 000 адреналин помогает выявить внутрисосудистое введение и не удлиняет действие (может даже немного снизить).
 - b. В разведении 1:200 000 адреналин:
 - (1) удлиняет действие блокады, особенно с лидокаином и мепивакаином;
 - (2) может снизить пиковые уровни анестетиков в крови;
 - (3) может снизить риск повреждения нерва у пациентов, имеющих нейропатию или при интраневральной инъекции.
 2. **Клонидин**
 - a. Может удлинять анестезию дозозависимым образом.
 - b. Побочные эффекты минимальны, если доза не превышает 150 мкг.
 - v. При добавлении к мепивакаину может обеспечить дополнительные 4 ч анестезии [7].
 3. **Натрия бикарбонат**
 - a. Подстегивает развитие блока, повышая pH раствора ближе к pH МА (больше молекул в неионизированной форме проникают через оболочку и мембраны нерва).

- б. Такое ускорение развития блокады более очевидно при добавлении к коммерчески приготовленным МА с адреналином, поскольку эти растворы поставляются на рынок с более низким рН.
- г. В беспримесных МА (со свежедобавленным адреналином или без него) не всегда вызывает значительное ускорение развития блокады, и может снизить ее длительность.
- д. Если добавлено слишком много натрия бикарбоната, возможна преципитация раствора, особенно ропивакаина и бупивакаина.
- е. К лидокаину или мепивакаину, 1 мл 8,4%-й натрия бикарбоната добавляют на каждые **10 мл МА**.

III. Техника

А. Межлестничная блокада

Этот доступ идеален для операций на верхней части предплечья и плече (акромиопластика и т. д.). Хотя сопутствующая анестезия шейного сплетения (С2—4) может быть полезной, **возможно «локтевое» выпадение (С8—Т1)**, в связи с чем такая блокада потребует дополнения в подмышечной впадине или выше локтя — если используется для операции на кисти. Ультразвуковое наведение для этой блокады эффективно, хотя традиционные методики с периферическим нейростимулятором или парестезией работают тоже хорошо.

1. Ультразвуковое наведение при межлестничной блокаде. С использованием ультразвука визуализация иглы в режиме реального времени представляет собой более эффективный и действенный метод подведения иглы близко к плечевому сплетению в межлестничном пространстве. Кроме того, УЗИ позволяет в режиме реального времени наблюдать за распространением МА вокруг плечевого сплетения и может более целесообразно перенаправить кончик иглы, если это нужно.

- а. **Пациент лежит на спине**, с головой, слегка отклоненной в сторону, противоположную операции. Небольшое свернутое полотенце подкладывают под голову, а ипсилатеральную руку удерживают вытянутой вдоль тела к ногам.
- б. Идентифицируют и маркируют **поверхностные анатомические ориентиры** — **перстневидный хрящ**, латеральный край **грудинно-ключично-сосцевидной (ГКС) мышцы** и **межлестничное углубление**. Последнее можно найти, попросив пациента слегка приподнять голову в положение «принюхивания». Два пальца прикладывают вдоль натянутого латерального края СКМ и ротируют назад, попадая на ПЛ мышцу. Лестничные мышцы лежат кзади, от ГКС, и их труднее ощутить у более тучных пациентов. Углубление между лестничными мышцами можно пальпировать, осторожно ротируя пальцы еще более кзади (рис. 12.4).
- в. После стерильной **обработки кожи** и **обкладывания** готовят УЗ-датчик. Наносят гель, а затем на датчик надевают стерильный чехол. Небольшое количество стерильного УЗ-геля наносят либо на датчик, либо на кожу. **Датчик** устанавливают перпендикулярно межлестничному углублению для получения **поперечного (по короткой**

оси) вида нервов (рис. 12.5). Датчиком водят взад и вперед, до идентификации нервов и близлежащих кровеносных сосудов. Если анатомия неопределенна, легче начать с визуализации подключичной области, где первое ребро и артерия становятся легко различимыми ориентирами, при этом плечевое сплетение обычно расположено выше и сзади пульсирующей и гипозоногенной ПА. Другой альтернативой может быть поиск более краниально в области костных выступов поперечных отростков — нервные корешки выходят между ними. Проследовав по нервам, визуализированным в этой зоне, можно прийти на средний шейный уровень, ротируя и продвигая датчик, сохраняя нерв поперечного вида в центре поля.

- г. **Доступ вне плоскости.** Иглу вводят через «лимонную корочку» у верхнего ребра датчика и продвигают, ориентируясь на **изображение в режиме реального времени**, во **внеплоскостном направлении** в межлестничное углубление. Теперь ожидаемое направление иглы каудальное, но риск пневмоторакса можно минимизировать, только отслеживая кончик иглы на всем ее пути.
- д. Когда игла оказывается около нерва, инъекция 1—2 мл должна подтвердить распространение анестетика вокруг нервов. Положение иглы уточняют и выполняют дробное введение до тех пор, пока нервный пучок не окажется полностью окруженным МА.

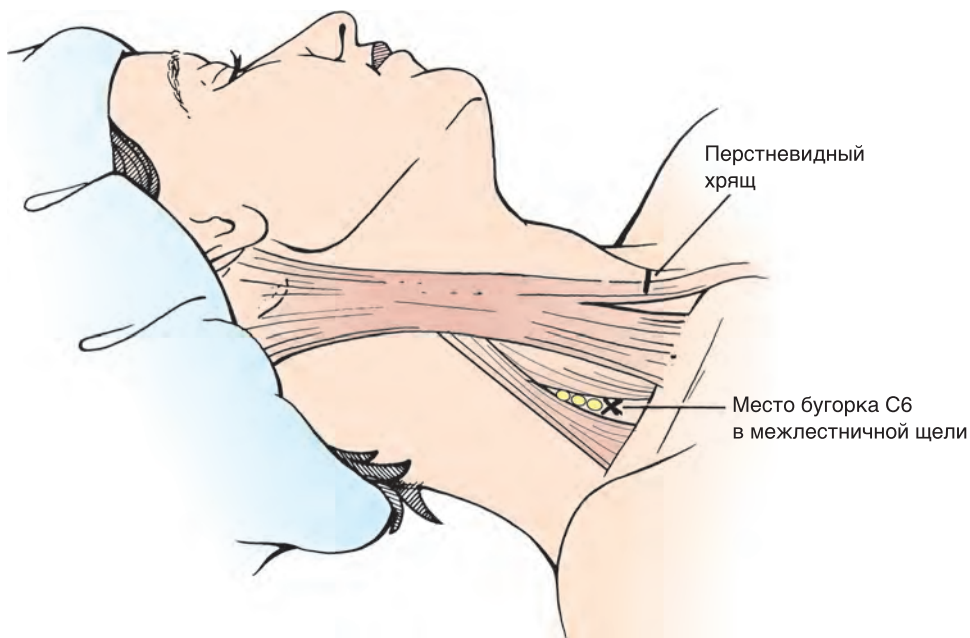


Рис. 12.4. Поверхностные ориентиры для межлестничной блокады плечевого сплетения. Идентифицировав грудино-ключично-сосцевидную мышцу, находят переднюю лестничную мышцу, смещая кончики пальцев над латеральным краем большей мышцы до момента легкого напряжения. Углубление между передней и средней лестничными мышцами обычно можно найти легко, по бугорку шестого шейного позвонка, который лежит на уровне перстневидного хряща

- е. Можно использовать **иглы для стимуляции** нерва, и стимуляция может быть подтверждающей, но не обязательно.
- ж. Если требуется введение **в плоскости**, доступ от задней стороны (через СЛ) может быть более желателен (для снижения вероятности повреждения диафрагмального нерва). Если запланирован этот доступ, полотенце или одеяло нужно положить под ипсилатеральное плечо, с тем чтобы ротировать пациента вперед и дать больше пространства для введения иглы (см. рис. 12.5). В качестве альтернативы, пациента можно повернуть в положение на боку, если достаточное количество подушек обеспечивает нужную устойчивость этого положения.
- з. Иглу 20—22 G длиной 50 мм с присоединенной системой удлинительных трубок продвигают, дробно вводя по 0,5—1,0 мл МА для анестезии хода иглы и оптимальной визуализации кончика иглы. Иглу следует визуализировать через мышцу, поднимающую лопатку, и далее через задний край СЛ мышцы (рис. 12.6). По мере того как игла продвигается и отдавливает переднюю фасцию СЛ, появляется ощущение сопротивления, создаваемое этой фасцией. После того как игла прокалывает переднюю фасцию СЛ, кончик иглы оказывается в межлестничном пространстве, расположенном на задней стороне нервных корешков. В этой точке дробно вводят 1—3 мл МА и наблюдают за распространением МА вокруг элементов плечевого сплетения в режиме реального времени. После первой инъекции 3—5 мл МА вводят дробно, наблюдая за расширением межлестничного пространства и более полным распространением МА вокруг нужных компонентов плечевого сплетения.

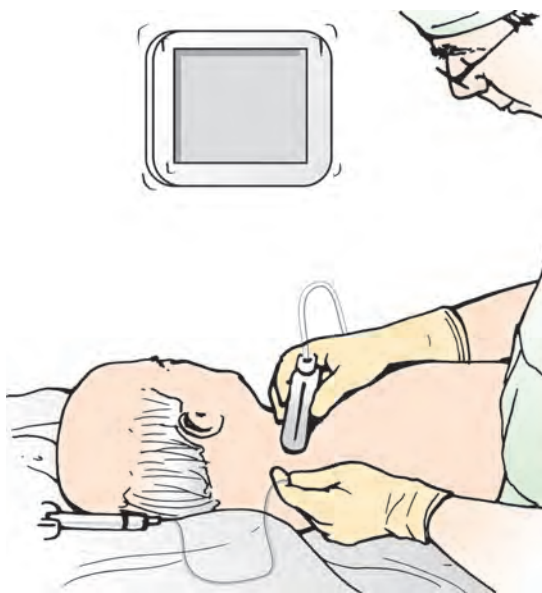


Рис. 12.5. Положение пациента при межлестничной блокаде под УЗИ наведением. Пациент лежит на спине, но слегка повернут вперед при помощи свернутого одеяла или подушки, подложенных под плечо. При выявлении оптимального уровня положения датчика для визуализации нерва по заднему краю датчика делают «лимонную корочку»

2. **Постоянная межлестничная блокада** позволяет длительно осуществлять послеоперационную анальгезию после таких операций, как тотальное протезирование плечевого сустава или восстановление ротирующей манжеты. Описано несколько методик [9—11]. Авторы используют доступ в плоскости датчика через СЛ, что позволяет постоянно, в режиме реального времени, направлять кончик иглы, пересекающей заднюю поверхность и переднюю фасциальную плоскость СЛ мышцы, расположенные прямо сзади от корешков плечевого сплетения.

- а. **Положение.** Пациента укладывают на спину, под ипсилатеральное плечо можно подложить небольшое полотенце или валик для подъема плеча и шеи от кровати для более удобного обзора задней поверхности шеи, как при доступе в-плоскости с одной инъекцией.
- б. Выполняют **предварительный** УЗ-обзор, установив датчик сразу выше ключицы (в надключичной ямке), сначала во фронтальной плоскости к пациенту. Затем, манипулируя УЗ-датчиком (покачивая им взад и вперед) в косо фронтальной плоскости, получают по короткой оси обзор ПА, лежащей на поверхности 1 ребра. Удерживая плечевое сплетение в центре экрана, УЗ-датчик медленно продвигают вверх, вдоль межлестничного пространства до тех пор, пока плечевое сплетение не начинает выглядеть как гипоэхогенные корешки, прослоенные между ПЛ и СЛ мышцами. В этой точке датчик обычно находится в косо-осевой плоскости к шее пациента. Более тонкие манипуляции с датчиком (ротация и изменение угла наклона) выполняют до тех пор, пока вид не станет оптимальным. В этой точке следует оставить отпечаток финального положения датчика на коже, чтобы минимизировать повторное сканирование после выполнения стерильной обработки кожи и обкладывания.

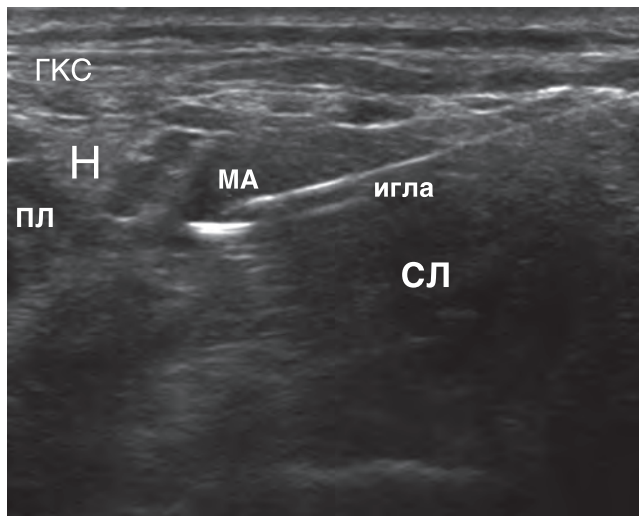


Рис. 12.6. Межлестничная блокада под ультразвуковым наведением. Нервы идентифицируются как гипоэхогенные кружочки (Н), лежащие между телами передней (ПЛ) и средней (СЛ) лестничных мышц, ниже грудина-ключично-сосцевидной (ГКС). Иглу вводят сзади через тело СЛ и вводят раствор местного анестетика (МА) для окружения корешков/стволов на этом уровне

- в. После **стерильной обработки кожи** и обкладывания датчик вновь устанавливают на сделанный перед этим отпечаток и снова получают обзор плечевого сплетения. В этой точке делают небольшую «лимонную корочку» МА в 1 см латеральнее датчика (обычно над мышцей, поднимающей лопатку или задней лестничной). Иглу 22 G длиной 38 мм с присоединенным 3 мл шприцем продвигают через кожу в СЛ мышцу в задне-переднем направлении к плечевому сплетению, наблюдают за всей иглой в режиме реального времени. Это позволяет выполнить анестезию более глубоких тканей, а равно и наблюдать за правильностью траектории иглы, направляющейся к плечевому сплетению.
- г. **Иглу Туохи 17 G** (со срезом, ориентированным латерально) вводят по тому же самому ходу с **УЗ-наведением (наблюдая в режиме реального времени)**. При этом подходе иглу проводят через СЛ мышцу и избегают более поверхностных слоев шейных фасций, часто затрудняющих продвижение тупой иглы Туохи. Когда кончик иглы заведен в межлестничное углубление, 5–10 мл МА вводят в «открытое» пространство, что позволит легче ввести катетер (рис. 12.7). **Распространение МА визуализируют** при помощи УЗ-датчика. Подготовка к блокаде включает введение катетера в иглу до уровня открытия среза и присоединение шприца с МА к катетеру; такая предблокадная подготовка может быть полезна анестезиологам, не имеющих дополнительных помощников.

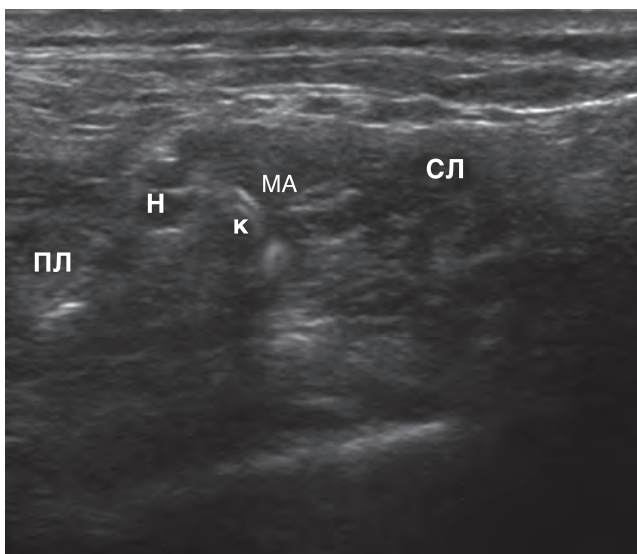


Рис. 12.7. Установка под ультразвуковым наведением постоянного катетера для межлестничной блокады. Доступ такой же, как и при методике с одной инъекцией (рис. 12.6), но используется более крупная игла Туохи с установленным катетером. Когда инъекция небольшого количества местного анестетика (МА) указывает на положение кончика иглы в межлестничной щели между передней лестничной (ПЛ) и средней лестничной (СЛ) около нерва (Н), катетер (К) продвигают на 1–2 см за кончик иглы

- д. После введения первого болюса МА, **катетер вводят приблизительно на 1—3 см и положение его кончика подтверждают при помощи УЗИ** при введении дополнительных 5 мл раствора МА, чтобы убедиться, что вводимый раствор остается в межлестничном пространстве.
 - е. При этом доступе фиксация катетера к коже не требует туннелирования у большинства пациентов. Одной прозрачной клеящейся повязки обычно достаточно (Тагадерм). При операциях на плече катетер можно прибинтовать к задней поверхности шеи во избежание контакта с операционным полем.
3. **Доступ к парестезией или периферическим нейростимулятором**
- а. **Пациент лежит** на спине, как для доступа под УЗ-наведением с однократной инъекцией.
 - б. Идентифицируют и маркируют **поверхностные анатомические ориентиры**, как было описано выше, но более точная локализация нервов критически важна. Кроме лестничного углубления в основании этого углубления на уровне пересечения наружной яремной вены с задним краем ГКС следует идентифицировать бугорок поперечного отростка тела шестого позвонка (бугорок Шассиньяка). Практически у всех пациентов бугорок можно идентифицировать прямо, и он является более надежным анатомическим ориентиром для идентификации положения нервов. Если делать это осторожно, неудобств пациент не почувствует. Положение бугорка также следует промаркировать Х (рис. 12.4).
 - в. После асептической обработки кожи и обкладывания делают «лимонную корочку» в межлестничном углублении на уровне «Х». **Иглу 22 G** длиной 38 мм вводят **каудально и кзади**, под углом к бугорку. Для этого нужно, чтобы игла была перпендикулярна коже во всех плоскостях. Наклон **каудально не менее 50°** снизит потенциальный риск попадания в спинальный канал [12]. Павильон иглы удерживают между большим и указательным пальцами доминирующей кисти, основание которой плотно лежит на ключице или шее (рис. 12.8). Эта фиксация иглы снижает вероятность случайного ее движения в момент, когда периферический нейростимулятор вызывает моторный ответ или встретится парестезия.
 - г. Иглу продвигают до получения реакции на нейростимуляцию или парестезии или до контакта с костью. Если бугорок достигнут до идентификации нерва, иглу подтягивают почти до кожи и изменяют ее направление. Нерв ищут, проходя шагами по 1 мм вдоль линии, перпендикулярной предполагаемому ходу нерва (т. е. спереди назад); **кончик иглы никогда не должен быть направлен краниально или медиально**. Это сделало бы вероятным попадание в межпозвонковое отверстие с возможной пункцией позвоночной артерии или собственно твердой мозговой оболочки. **Более каудальное направление повышает потенциальный риск пневмоторакса** (рис. 12.9).
 - д. При получении стимуляции или парестезии в руке (обычно большой палец или предплечье) выполняют осторожную аспирацию, затем вводят «тест-дозу» 1 мл. Если судорог или дискомфорта на тест-дозу нет, 30—40 мл раствора анестетика вводят дробно. Иглу удерживают в нужном положении доминирующей рукой,



Рис. 12.8. Положение рук при межлестничной блокаде. Иглу вводят в кожу над межлестничным углублением на уровне перстневидного хряща (или бугорка шестого позвонка — если пальпируется). Затем ее направляют каудально и кзади в межлестничное углубление, при этом одна рука лежит на ключице, постоянно контролируя глубину введения

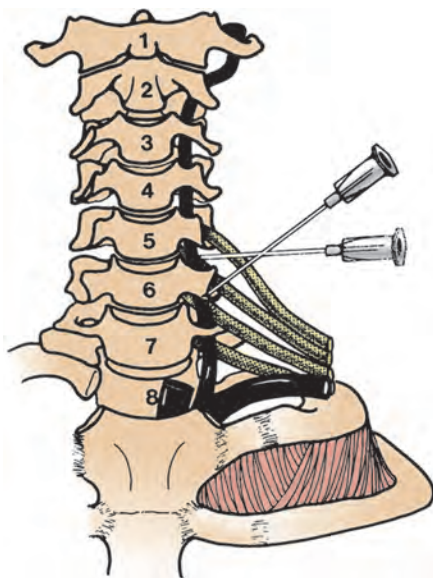


Рис. 12.9. Направление иглы при межлестничной блокаде. Следует сохранять направление 45° краниально; более каудальное направление создаст риск контакта с плеврой, хотя медиальное введение позволит кончику пройти в межпозвоночное отверстие с исходом в эпидуральное, спинальное или внутриартериальное введение местного анестетика. Обратите внимание на взаимоотношение позвоночной артерии и нервных корешков с поперечными отростками

в это время отсоединя и присоединяя вновь наполняемый 10-мл шприц. В качестве альтернативы можно использовать один шприц на 50 мл или присоединить к игле дополнительный 20-мл шприц с раствором МА через трехходовый краник с короткой удлинительной системой для внутривенных инфузий. **Аспирацию выполняют после введения каждые 3—5 мл и пристально наблюдают за пациентом в поисках признаков внутрисосудистого введения.**

е. Иногда возможно развитие **синдрома Горнера**, а равно и **паралича ипсилатерального диафрагмального нерва** (который развивается у 100% пациентов при этой блокаде) [13], так как раствор распространяется кпереди от лестничных мышц или краниально в межлестничное углубление к шейным корешкам (см. Раздел IV).

Б. Надключичная блокада. Этот доступ основан на предсказуемой анатомии трех основных стволов сплетения там, где они пересекают **первое ребро** между местами прикрепления ПЛ и СЛ мышц сразу позади ПА. Такое пересечение нервов с ребром происходит позади средней точки ключицы и лежит относительно поверхностно (рис. 12.10). Эта блокада обеспечивает лучшую анестезию руки после одной инъекции, но некоторые избегают ее из-за опасности пневмоторакса. УЗ-наведение упрощает ее выполнение и может снизить этот риск.

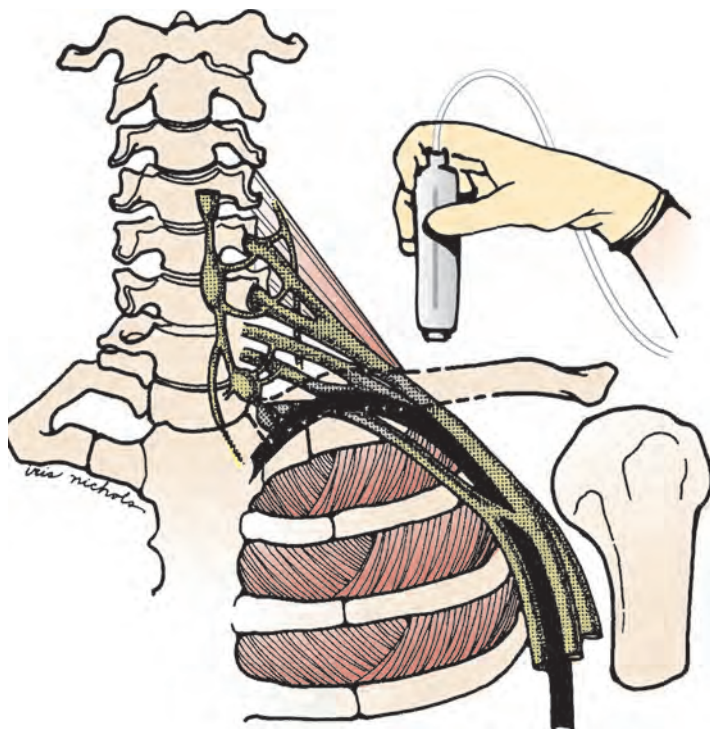


Рис. 12.10. Прикладная анатомия надключичной блокады. Стволы/пучки пересекают ребро сразу сзади от подключичной артерии, и их можно легко визуализировать ультразвуковым датчиком, установленным сразу над ключицей

1. **УЗ-наведение при надключичной блокаде** вновь пробудило интерес к этому доступу в связи с возможностью прямо визуализировать плевру и, таким образом, избежать контакта с ней [14, 15] (рис. 12.11). Теоретически это должно значительно снизить риск пневмоторакса (учитывая, что ход иглы визуализируется в режиме реального времени), поскольку можно не только визуализировать плечевое сплетение и ПА, но и прямо визуализировать в режиме реального времени первое ребро и подлежащую плевру.

- а. Пациент **лежит на спине**, ипсилатеральная рука вытянута вдоль тела, как бы в попытке дотянуться до колена, что улучшает пальпацию ключицы и лестничных мышц.
- б. Датчик устанавливают прямо **позади средней точки ключицы** в косой фронтальной плоскости и под углом для получения **вида по короткой оси ПА**, лежащей на первом ребре (рис. 12.10). В этой точке плечевое сплетение определяется выше и сзади от пульсирующей ПА. Плечевое сплетение на этом уровне часто выглядит как виноградные гроздья и может быть представлено как стволами, так и пучками плечевого сплетения.
- в. После стерильной обработки и обкладывания поля и датчика, и выполнения «лимонной корочки» иглу вводят **доступом в плоскости датчика** под углом 45° , тщательно визуализируя ход иглы в режиме реального времени (рис. 12.11). Задний доступ обычно позволяет игле проще пройти к заднему и переднему краям артерии, где могут

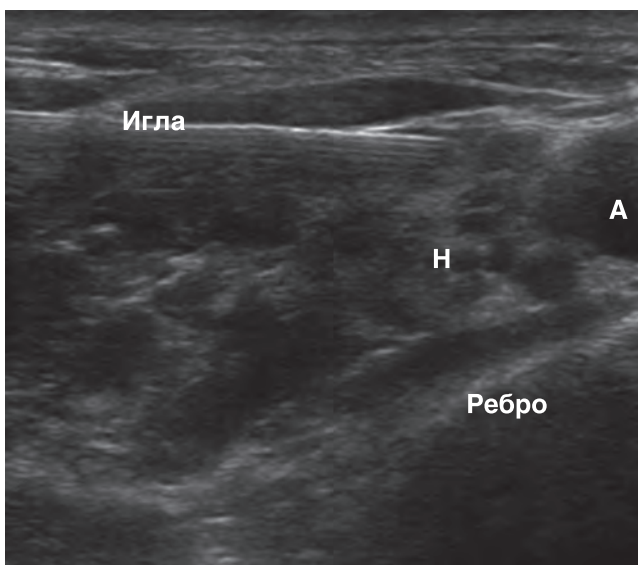


Рис. 12.11. Ультразвуковое (УЗ) наведение при надключичной блокаде. Если установить УЗ-датчик позади ключицы и параллельно первому ребру, первое ребро видно как гиперэхогенная линия (Ребро) лежащая под пульсирующей гипоэхогенной артерией (А). Нервы, просматриваемые как три (если еще в составе стволов) или шесть (если уже в пучках) гипоэхогенных структур (Н) позади и выше артерии. Иглу продвигают под УЗ-визуализацией, постоянно избегая попадания в артерию или легкое, и анестетик вводят вокруг нервов, идеально — в нижней части пучка для того, чтобы «приподнять» нервы от ребра

лежать нервы. Распространение МА вокруг нервов подтверждает правильное введение. Было показано, что инъекция МА у нижней части плечевого сплетения, где оно встречается с первым ребром, обеспечивает наиболее однородную анестезию с быстрым развитием действия. В качестве альтернативы кончик иглы можно пере-направить вокруг плечевого сплетения после дробного введения 5—10 мл МА в намеренной попытке обеспечить более однородное и полное распространение МА вокруг плечевого сплетения.

г. И в этом случае **нейростимулятор** можно использовать как дополнение при локализации, но необходимости в этом нет.

2. Доступ с парестезией или нейростимулятором

а. Пациент лежит на спине в том же положении.

б. Идентифицируют ключицу и лестничные мышцы и маркируют знаком «X» на коже сразу сзади **средней точки ключицы** или в межлестничном углублении на этом уровне — если оно пальпируется. Межлестничные мышцы идентифицируют у пациента с поднятой головой в положении «принюхивания». Пальцы, установленные по напряженной СКМ, затем легко переместятся кзади на ПА. У худых пациентов **ПА или даже первое ребро можно идентифицировать** на основании углубления между ПЛ и СЛ мышцами.

в. После асептической обработки кожи «лимонную корочку» делают над отметкой X, и иглу 22 G длиной 38 мм вводят в каудальном направлении. Шприц удерживают так, чтобы ось постоянно была параллельна голове и **направление иглы оставалось каудальным и не стало прямо медиальным** к верхушке легкого. Кистью, лежащей на ключице, удерживают павильон иглы между большим и указательными пальцами для исключения отклонения иглы в случае движения пациента (рис. 12.12).

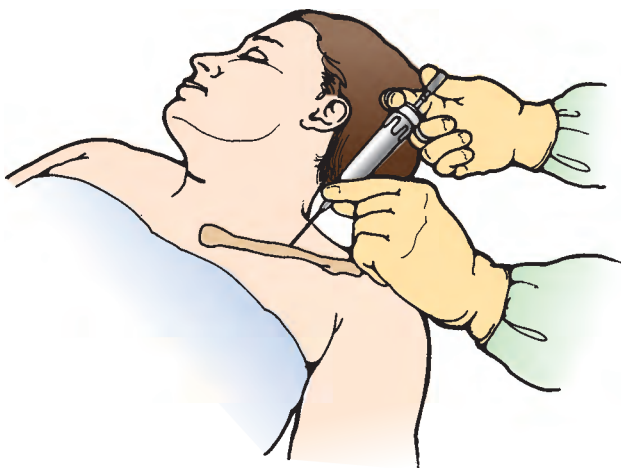


Рис. 12.12. Положение рук при надключичной блокаде. Иглу направляют каудально позади средней точки ключицы в межлестничное углубление. И здесь глубину введения контролирует рука, лежащая на ключице. Шприц следует удерживать в сагиттальной плоскости параллельно голове пациента для предупреждения срединного смещения, повышающего вероятность пневмоторакса

- г. Иглу вводят на полную глубину. Если контакта с первым ребром не получено, иглу перенаправляют шагами по 4 мм латерально, для локализации ребра (паттерн «безопасного» поиска). Если ребро не лежит латеральнее метки «Х», осторожно выполняют поиск шагами по 2 мм медиальнее метки. У некоторых пациентов, грузных или с «бычьей шеей», для поиска ребра может потребоваться игла длиной 50 мм. **При появлении острой боли в грудной клетке, сопровождаемой кашлем, от методики следует отказаться**, и выполнить рентгенографию грудной клетки для исключения пневмоторакса.
- д. **После получения контакта с ребром**, если локализации нерва не произошло, иглу подтягивают почти до кожи и **перенаправляют на 1–2 мм кзади** и вновь вводят до осторожного контакта с ребром. Энергичные повторные контакты с надкостницей болезненны и беспокоят пациента, а также приводят к зазубриванию иглы. Направление иглы следует менять, подтягивая ее почти до кожи; частичное подтягивание может привести только к подталкиванию поверхностного нервного пучка впереди продвигаемой иглы (рис. 12.13).

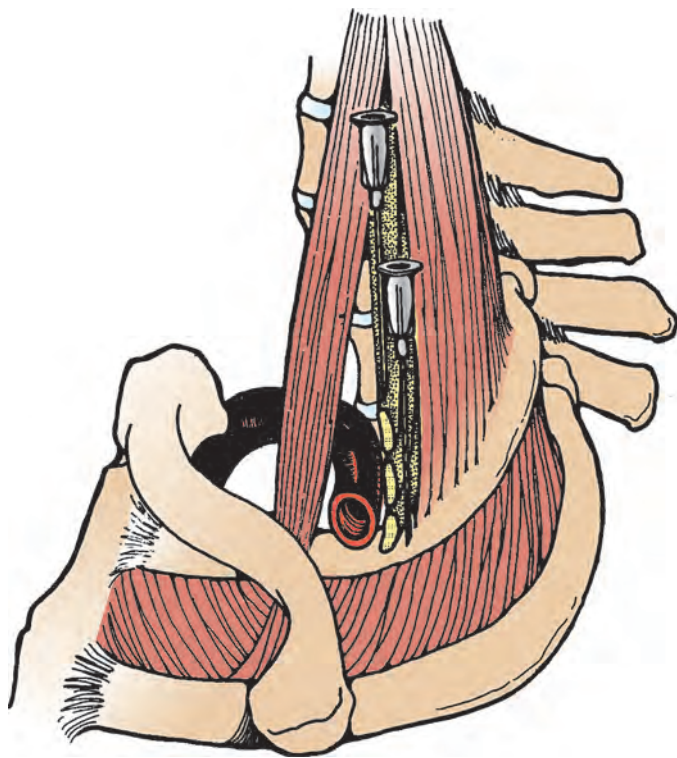


Рис. 12.13. Направление иглы при надключичной блокаде, вид сбоку. Иглу направляют вниз, к первому ребру, где можно ожидать контакта с тремя стволами плечевого сплетения в точке, где они пересекают ребро. Ребро в этой точке лежит вдоль передне-задней плоскости тела. Если произошел контакт с ребром без идентификации нерва, иглу следует извлечь почти полностью до кожи, прежде чем изменить направление, так как короткие шаги вдоль кости могут просто «толкать» нервы впереди иглы

- е. В этой зоне ребро следует в передне-заднем направлении. Путь поиска лежит прямо кзади, то есть в сагиттальной плоскости параллельно продольной оси тела. Он также лежит перпендикулярно ходу нервного пучка в этой точке. **Медиальное направление иглы может служить только идентификации легкого.** Иглу «ведут» кзади, пока она не «провалится» за задний край ребра; в этой точке направление меняют на обратное и «ведут» кпереди, пока она не пройдет передний угол ребра или ПА.
 - ж. **Стимуляцию или парестезию** можно вызвать в любое время. **Ощущения в спине или грудной стенке воспринимать не следует;** успешность анестезии выше, если получен моторный ответ или парестезия на кисти или предплечье. Пациента необходимо заблаговременно просить сообщить о парестезии вербально — но не движением. Иглу останавливают немедленно после сообщения пациента или моторной реакции и медленно вводят МА. Если пациент жалуется на спастические боли, иглу подтягивают на 1 мм и инъекцию повторяют. **Аспирацию** повторяют после каждых **дробно введенных 3—5 мл** во избежание внутрисосудистого введения.
 - з. **Всего вводят 30—40 мл** вблизи места получения первой реакции. Перегородка, ограничивающая диффузию в подмышечной фасции на этом уровне, присутствует редко, и раствор надежно распространяется к основным ветвям сплетения.
 - е. Если в первые 10 мин реакции не получено, анатомические ориентиры проверяют еще раз и делают повторную попытку. **Нервы обычно лежат кзади от места первого контакта с ребром, если встретились трудности.** Если парестезию получить не удалось, «стенку» из МА можно создать серией из четырех—пяти инъекций по 6—7 мл каждая по мере подтягивания иглы от ребра ступеньками по 3 мм при продвижении позади артерии. Успех при этом менее вероятен, и следует подумать об альтернативных вариантах — межлестничной, подмышечной или внутривенной блокадах.
 - и. Если во время операции планируется использование турникета, может потребоваться подкожная инфильтрация через подмышечную впадину для анестезии кожи внутренней поверхности верхней части руки, иннервируемой **межреберно-плечевыми ветвями.** Для этого может потребоваться 5—10 мл раствора анестетика, введенного под кожу вдоль подмышечной кожной складки.
3. **«Отвесный» доступ** — один из альтернативных доступов для надключичной блокады, который был создан в попытке снизить риск контакта с легким. Отвесный доступ основан на анатомической информации о том, что **нервы всегда лежат впереди легких** [16].
- а. Положение пациента и подготовка такие же, как при традиционных доступах.
 - б. Пациенту, лежащему на спине, иглу вводят в кожу сразу выше ключицы в точке латерального прикрепления ГКС мышцы, но она **направляется вниз, к полу (кзади), следуя линии земного притяжения, которой последовал бы отвес** (рис. 12.14).

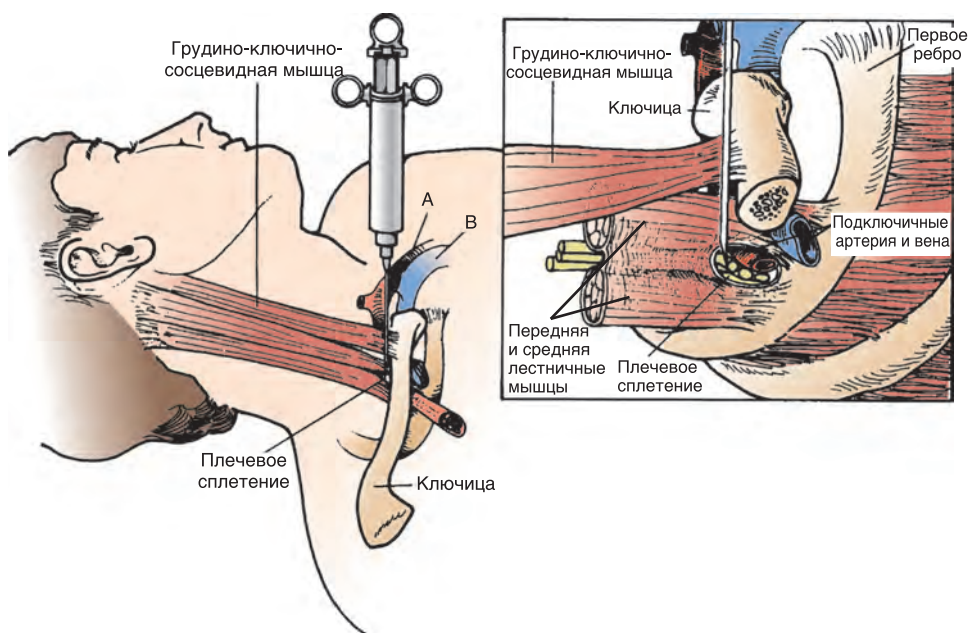


Рис. 12.14. «Отвесный» доступ при надключичной блокаде. Иглу вводят у середины ключицы в положении прямо кзади. Если нерв не найден при первом введении, иглу ротируют каудально очень небольшими шагами и находят сосудисто-нервный пучок до контакта с легким

в. Если игла затем перенаправлена небольшими ступеньками на 15° дугообразно каудально, она войдет в контакт с нервами и вызовет парестезию или моторную реакцию. Рентгенологические исследования дают основания полагать, что нервы всегда будут в контакте раньше, чем ребро или легкое. Критически важно, чтобы шаги были мелкими.

В. При **подключичной блокаде** доступ к сосудисто-нервному пучку осуществляется из-под ключицы, но все еще в точке, где основные пучки близко прилежат друг к другу. Описано множество вариантов такого доступа, и это отражает факт того, что в данной зоне нервы лежат значительно глубже от кожи и не так надежно связаны с отчетливыми анатомическими ориентирами. В оригинальном описании, сделанном Радж, использован бугорок С6 и плечевой пульс для создания линии, идентифицирующей среднюю точку ключицы, в которую вводят иглу и направляют под углом 45° латерально. При использовании этого медиально расположенного ориентира сохраняется риск пневмоторакса. На основании рентгенографической визуализации, может быть предпочтительным **модифицированный доступ** с более латеральной точкой введения и $45\text{--}60^\circ$ -градусным углом наклона иглы [17], особенно для методик с постоянным катетером (см. Раздел III. В. 3.). При более простом доступе в качестве анатомического ориентира используется клювовидный отросток.

1. Для **УЗ-наведения** в настоящее время какого-либо одного лучшего доступа нет. Доступ основан на визуализации и получении **по короткой оси вида** анэхогенной пульсирующей **артерии**, а равно и на понимании

важности фасциальных плоскостей грудных мышц (особенно малой грудной) [18].

- а. Пациент лежит на спине повернув голову и глядя в сторону, противоположную блокаде. 5-см линейный матричный высокочастотный (7–10 МГц) датчик устанавливают ниже ключицы и сразу медиальнее клювовидного отростка в парасагиттальной плоскости для получения по короткой оси вида подмышечной артерии.
- б. Это блокада более глубокая, чем межлестничная или надключичная. Таким образом, параметры аппарата должны быть настроены для получения большей глубины проникновения (обычно 3–6 см) и, следовательно, частоту возможно потребуется уменьшить до 7–10 МГц для получения оптимальных изображений подключичного сосудисто-нервного пучка (рис. 12.15).
- в. Датчик должен быть настроен так, чтобы обеспечить визуализацию в режиме реального времени пульсирующей **подмышечной артерии**, расположенной глубже фасциальной плоскости малой грудной мышцы. В противоположность межлестничному доступу, где нервы часто выглядят поперечным сечением гипоэхогенных структур, пучки часто выглядят как **гиперэхогенные** структуры. **Латеральный**

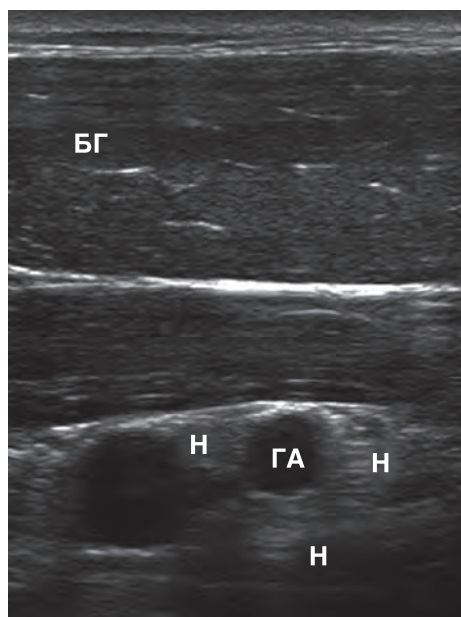


Рис. 12.15. Ультразвуковое наведение при подключичной блокаде. Датчик установлен ниже ключицы и сориентирован перпендикулярно предполагаемому пути подмышечной артерии и сопровождающих ее нервов. На УЗ-картине видно, как игла проходит через толщу большой грудной мышцы (БГ) и позади пульсирующей гипоэхогенной артерии (ГА). Нервы (Н) присутствуют как латеральный и срединный пучок (в их соответствующем расположении относительно артерии), тогда как задний пучок лежит позади артерии и ее часто путают с эхо-тенью самой артерии. Инъекция местного анестетика должна вызвать паттерн, который окружает задний пучок и выглядит подталкивающим артерию и два другие пучка вперед

пучок часто выглядит расположенным выше (краниальнее) подмышечной артерии, задний расположен сзади от артерии, и если виден **медиальный пучок**, то он ниже артерии и нередко между артерией и подмышечной веной (рис. 12.15).

- г. После обработки кожи и обкладывания длинную ось датчика располагают вдоль сразу медиальнее клювовидного отростка в парасагитальной плоскости. Сразу выше верхнего края датчика делают «лимонную корочку», и иглу длиной 10 см вводят для **доступа в плоскости**. Иглу вводят приблизительно **под углом 45° к коже** и продвигают в **заднекаудальном направлении**. Траекторию иглы корректируют на основании наблюдения в режиме реального времени за ее кончиком. По результатам исследований с магнитнорезонансной томографией (МРТ) на добровольцах и блокад с нейростимулятором под УЗ-наведением, идеальной целью кончика иглы (и кончика катетера при постоянных методиках) считается пространство позади **подмышечной артерии**, рядом с задним пучком, что соответствует положению на 6 и 8 ч. Установка кончика иглы в это положение улучшает распределение МА на все три пучка вокруг подмышечной артерии (см. рис. 12.15).
 - д. Важна визуализация распространения раствора МА. **Если распространение происходит поверхностно (кпереди) от сосудисто-нервного пучка, вероятность успеха блокады не высока** (см. рис. 12.15) [19, 20].
2. При методике *клювовидного доступа* используется более латеральная точка с вертикальным введением иглы [21] (рис. 12.16).
- а. Пациент лежит на спине с рукой в любом удобном положении, включая положение откинутой в сторону. Идентифицируют клювовидный отросток и маркируют кожу. «Х» наносят на 2 см каудальнее и на 2 см медиальнее боковой поверхности маркированного клювовидного отростка.
 - б. В этой точке делают «лимонную корочку», и иглу длиной 5 см вводят **перпендикулярно коже** (под углом 90°). **Средняя глубина залегания пучка 4,2 см** (диапазон 2,25—7,75 см) [21]. У более грузных или мускулистых пациентов может потребоваться игла длиной 8—10 см.
 - в. Нервы можно идентифицировать либо при помощи **нейростимулятора**, либо **парестезии** в кисти. При локализации сплетения игла всегда должна быть направлена вдоль краниально-каудального пути. Более медиальное направление иглы может повысить риск пункции плевры и, соответственно, пневмоторакса.
 - г. При использовании периферического нейростимулятора прямая стимуляция грудной мышцы, возникающая при прохождении иглы через мышцу, может создавать дискомфорт для пациента. Снижение выхода на нейростимулятор в этот период может быть полезным.
 - д. **Идентификация лучевого нерва по судорожной реакции запястья или по разгибанию пальца обеспечивает высшую частоту успеха** [22].
 - е. **Реакции мышечнокожного (подергивание бицепса) и подмышечного нерва (подергивание дельтовидной мышцы) не надежны**, так как данные нервы могут ветвиться в этой точке вне пучков и лежать за пределами сосудисто-нервного пучка. **Мышечнокожный нерв** может потребовать **отдельной инъекции**.

- ж. После идентификации подергивания дробно вводят 30—40 мл МА. Начало действия блокады развивается медленнее, чем других блокад плечевого сплетения.
- з. Для установки постоянного катетера этот доступ менее удобен, так как нужен поворот на 90° при его выходе из просвета иглы.
3. **Длительная подключичная блокада под УЗ-наведением.** УЗ-наведение значительно упрощает установку подключичного катетера.
- а. Доступ такой же, как и при методике с одной инъекцией, описанной выше.
- б. Для длительной подключичной блокады под УЗ-наведением используют иглу Туохи 17—18 G, позволяющую провести перинеуральный катетер 19—20 G. Преимущество использования игл Туохи большого диаметра в том, что оно улучшает визуализацию на большей глубине, обычно нужной для подхода к хордам.
- в. После установки кончика иглы **сзади от подмышечной артерии**, 15—20 мл МА дробно вводят через иглу Туохи, что расширяет пространство сзади от артерии и упрощает прохождение катетера через кончик иглы.

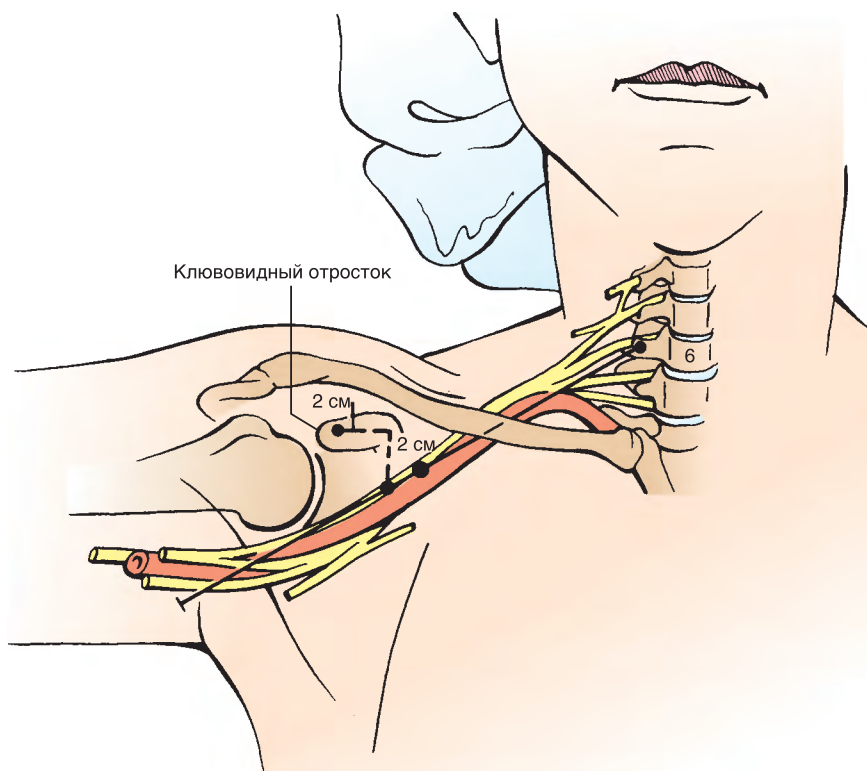


Рис. 12.16. Подключичный доступ. Оригинальное описание этой методики использует среднюю точку линии, соединяющей бугорок С6 и подмышечную артерию, для обозначения точки введения иглы под углом в 45° латерально. Латеральный доступ на 2 см медиальнее и ниже клювовидного отростка позволяет подойти более перпендикулярно, что может снизить опасность пневмоторакса

г. Катетер вводят не более чем на 2—3 см за кончик иглы, имея целью расположить его так, чтобы распространение МА ко всем трем пучкам было одинаковым. Положение кончика катетера можно прямо визуализировать, осторожно манипулируя датчиком или наблюдая за распределением введенного МА относительно артерии.

Г. Подмышечная блокада. Этот доступ обеспечивает анестезию трех терминальных нервов кисти и, таким образом, **подходит для большинства операций собственно на кисти**. С дополнением его можно использовать для обеспечения сенсорной анестезии предплечья. Часто это блокада выбора для отделения амбулаторной хирургии в связи с низкой частотой серьезных осложнений. **В связи со значительным расстоянием между нервами обычно требуется несколько инъекций.** Три основных нерва остаются в сосудисто-нервном пучке. **Срединный** в основном расположен выше артерии, **лучевой** позади и **локтевой** ниже, но это распределение варьибельно [1]. В этом месте уже часто присутствуют перегородки, которые разделяют эти нервы, в связи с чем методика с одной инъекцией становится ненадежной [23]. Три других нерва уже покинули пучок выше этого уровня. **МК нерв** теперь лежит в теле клювоплечевой мышцы, а **медиальный плечевой кожный** и **медиальный предплечевой кожный** нервы лежат в подкожных тканях ниже артерии.

1. Пациент **лежит на спине** с рукой, отведенной под углом 90° и согнутой в локте, с кистью, удобно уложенной на полотенце или подушку (рис. 12.17). Отведение под углом более 90° может скрыть подмышечную пульсацию, а также ограничить краниальное распространение раствора анестетика из-за давления в периваскулярном компартменте, усиливаемом ротацией головки плечевой кости.



Рис. 12.17. Положение при подмышечной блокаде. Рука поднята (отведена) под углом 90° в плече, с локтем, согнутым под углом 90° , и предплечьем, слегка приподнятым подушкой. Большее отведение конечности может скрыть точку пульсации, которая является критически важным ориентиром, обычно легко идентифицируемым при осторожной пальпации

2. Идентифицируют **артерию** и маркируют как можно выше в подмышечной впадине, обычно сразу латеральнее края большой грудной (БГ) мышцы.
3. После асептической обработки и обкладывания артерию идентифицируют еще раз и осторожно фиксируют между двумя пальцами равной длины на не доминирующей руке анестезиолога. Обычно используют указательный и средний пальцы, но иногда — средний и четвертый (рис. 12.18).
4. Над артерией делают «лимонную корочку» и вводят иглу длиной 20 мм, соединенную с 10-мл шприцем с тремя кольцами.
5. На этом этапе есть несколько вариантов действий.
 - а. УЗ-наведение также полезно для локализации. Использование УЗ может повысить успешность блокады по сравнению с методиками с нейростимулятором [24—26]. Нервы вокруг артерии визуализируются легко, и эхо-сигнал МК нерва ярко светится в клювоплечевой мышце или фасции (рис. 12.19). Иглу следует визуализировать при подходе к каждому нерву **сосудисто-нервного** пучка по **короткой оси**, и можно видеть распространение раствора МА вокруг каждого нерва. УЗ имеет дополнительное преимущество, позволяя выявлять вариабельность анатомии, которая в этой зоне не редкость [1]; особенно изменчива локализация МК нерва: он может быть в клювоплечевой мышце или в фасциальной плоскости за пределами мышц.
 - б. Если УЗ-наведение не используется, самая простая методика — **периваскулярная инфильтрация** противоположных сторон артерии [23]. Иглу продвигают как можно ближе к одной стороне артерии, постоянно аспирируя. Если в шприце крови нет на глубине, ощущаемой, как сразу выше сосуда, иглу медленно подтягивают, вве-

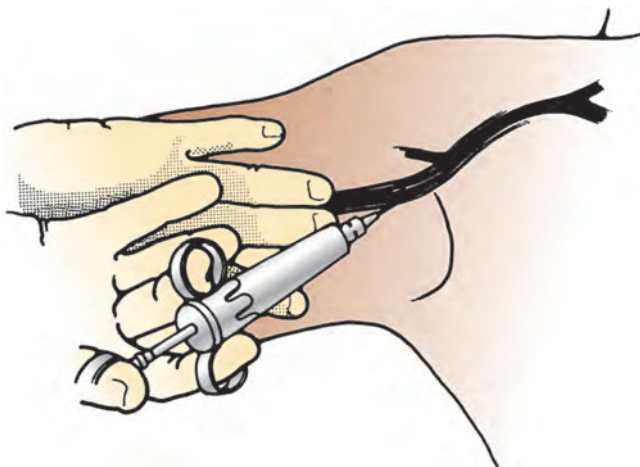


Рис. 12.18. Положение рук при подмышечной блокаде. Два пальца одинаковой длины устанавливают с обеих сторон артерии, иглу в это время вводят вдоль ее длинной оси под углом к центру. Пальпирующие пальцы служат не только для идентификации сосуда, но могут также прижать окоლოსосудистую оболочку и способствовать центральному распространению местного анестетика

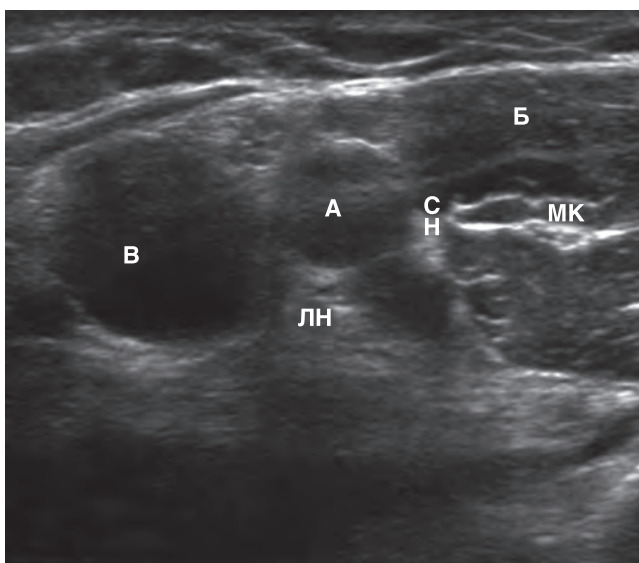


Рис. 12.19. Ультразвуковое наведение при подмышечной блокаде. Подмышечная артерия (А) легко идентифицируется как пульсирующее гипоэхогенная структура, лежащая под двуглавой мышцей (Б) и выше гиперэхогенной тени головки плечевой кости. Ее можно отличить от вен (В), которые легко сдавливаются. Срединный (СН), лучевой (ЛН) и локтевой нервы окружают артерию по разному. Мышечно-кожный нерв (МК) лежит на 1—3 см в стороне от сосудисто-нервного пучка, чаще виден в плоскости фасции между мышцей на этом уровне, чем в теле ключично-плечевой мышцы

для 3—4 мл анестетика. Затем иглу перенаправляют немного далее от сосуда и процесс повторяют дважды, в конечном итоге выполняя три инъекции МА (всего 10 мл) вдоль трех параллельных линий по бокам сосуда, покрывая область от сразу сзади до сразу впереди от артерии (рис. 12.20). Шприц наполняют снова и процесс повторяют на противоположной стороне сосуда. После этих первых инъекций дополнительную анестезию других нервов обеспечивают другими инъекциями (см. Раздел III. Г. 6.). Через 5 мин выполняют оценку дистальных нервов и дополнительные инъекции в области недостаточно анестезированных нервов. На любом этапе, если происходит идентификация собственно артерии или парестезия, следует перейти к альтернативным методикам, описанным ниже (см. рис. 12.20).

- в. Трансартериальный доступ** тоже прост и надежен. Иглу преднамеренно вводят в сосуд, постоянно аспирируя. Продвижение прекращают сразу, как только кровь прекращает поступать в шприц. В этой точке иглу фиксируют, и 10 мл вводят позади артерии, периодически аспирируя для того, чтобы убедиться, что игла не мигрировала обратно в сосуд. Затем шприц наполняют вновь и извлекают через сосуд с **постоянной аспирацией**, указывающей на момент выхода иглы из артерии. В этой точке вводят еще 10 мл анестетика с последующими дополнительными инъекциями к нерву (см. Раздел III. Г. 6.).

г. Периферический **нейростимулятор** можно использовать в подмышечной впадине для идентификации трех нервов вокруг артерии. Стимуляцию можно использовать на традиционно высоком подмышечном уровне, но она так же эффективна дистально, на границе верхней и средней третей плеча (доступ «на середине плеча»), где все три основных нерва можно блокировать отдельными инъекциями (см. рис. 12.21) [27].

- (1) Для этого доступа руку отводят на угол 80° , идентифицируют артерию либо высоко в подмышечной впадине, либо на границе верхней и средней третей плеча.
- (2) Во-первых, идентифицируют СН введением иглы стимулятора за плечевой артерией на верхней стороне в направлении подмышечной впадины. Стимуляция СН в этой зоне вызывает сгибание запястья или пальцев, или пронацию предплечья.

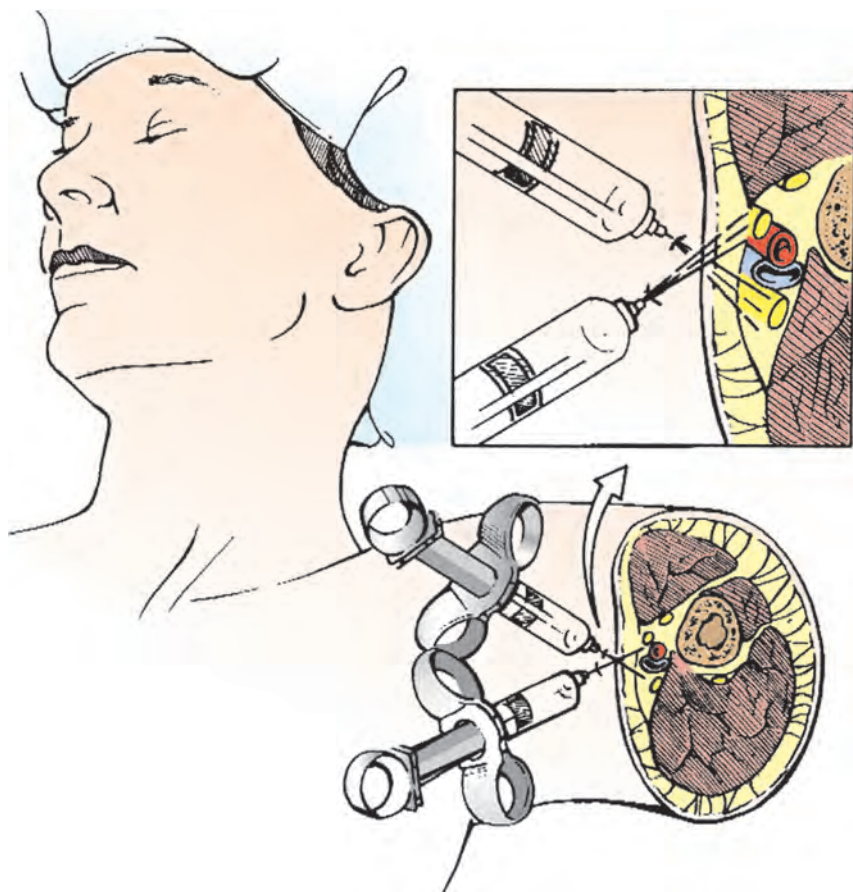


Рис. 12.20. Периваскулярная инфильтрация при подмышечной блокаде. Иглу вводят рядом с артерией с постоянной аспирацией и затем вводят множество небольших доз веерообразно, подтягивая иглу от сосуда

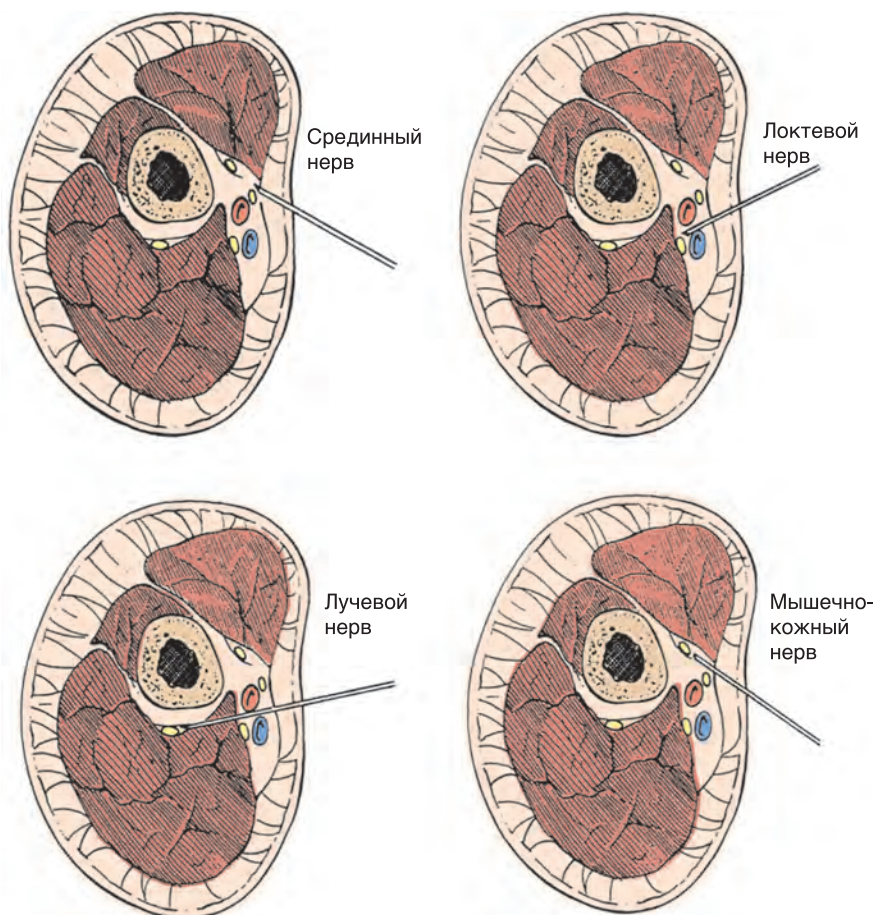


Рис. 12.21. Доступ в середине плеча при подмышечной блокаде. В этой точке нервы разделены в большей степени, чем в самой подмышечной впадине, но их все еще довольно просто идентифицировать при помощи нейростимулятора

- (3) Далее можно идентифицировать **локтевой** нерв, перенаправив иглу из той же точки введения назад и вниз от артерии. Стимуляция нерва вызывает локтевое сгибание запястья или двух последних пальцев или приведение большого пальца.
- (4) В верхней части подмышечной впадины **лучевой** нерв обычно стимулируют вблизи локтевого. Изолированное сокращение трицепса вследствие прямой стимуляции может вводить в заблуждение; в связи с этим нерв лучше идентифицировать по разгибанию запястья или пальцев.
- (5) В верхней части подмышечной впадины **раздельные инъекции** к лучевому или локтевому нервам **могут не потребоваться** после обнаружения одного из этих нервов, поскольку в основном они лежат рядом и одна инъекция обычно блокирует обоих.

- (6) Если блокада выполняется на более дистальном уровне, **лучевой нерв** находят, перенаправляют иглу перпендикулярно к коже и глубже к артерии до уровня нижней стороны собственно головки плечевой кости для стимуляции лучевого нерва.
- (7) И наконец, иглу перенаправляют выше артерии к телу **плечеклювовидной мышцы**, где сгибанием в локте идентифицируют **МК** нерв.
- д. Пятый доступ — **традиционная методика парестезии**. Парестезии ищут с обеих сторон сосуда; следует напомнить, что нервы МК и СН лежат выше (рассматриваем руку в анатомическом положении) артерии в этом положении, а локтевой и лучевой нервы лежат ниже (рис. 12.22). Парестезии следует искать сначала там, где они наиболее вероятно проявятся в зоне хирургического поля. Успешность повышается при находке по **крайней мере одной парестезии на каждой стороне артерии**, хотя трудно вызвать вторую парестезию более чем через 5 мин после первой инъекции в область другого нерва. В зону каждой парестезии вводят 10—20 мл раствора.

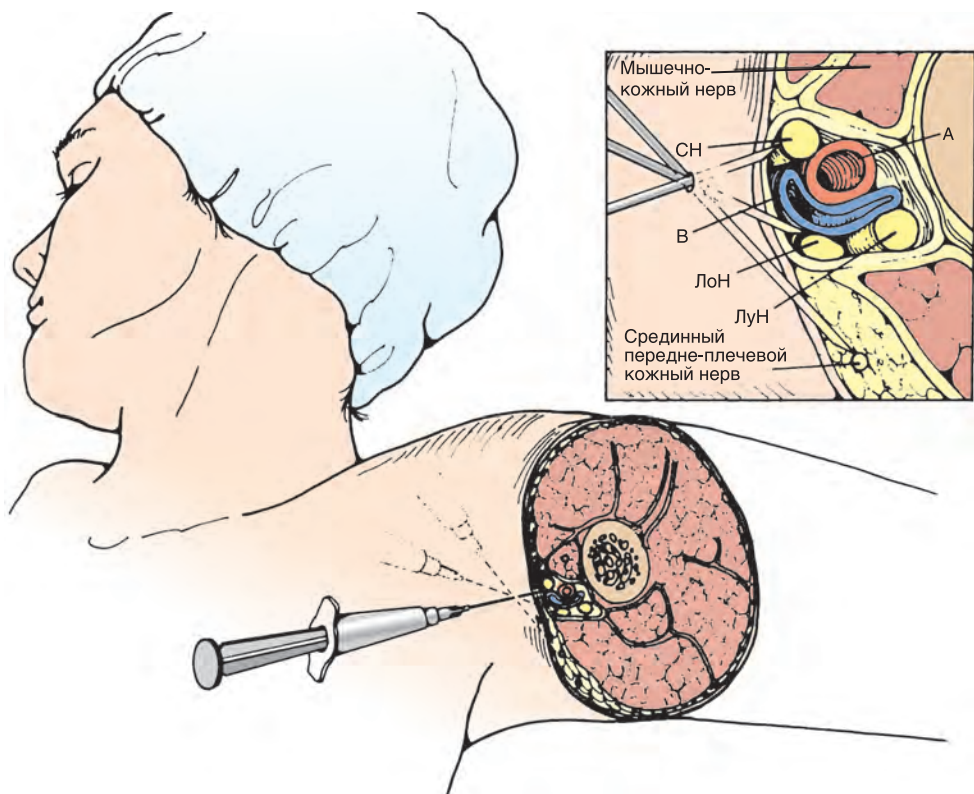


Рис. 12.22. Положение иглы при методике парестезии подмышечной инъекции. Срединный (СН) и мышечно-кожный нерв лежат на верхней стороне артерии (А) и вены (В). Последняя в этой точке обычно лежит в теле клювоплечевой мышцы. Локтевой нерв (ЛоН) лежит внизу и лучевой нерв (ЛуН) ниже и позади артерии. У различных пациентов эти соотношения могут варьировать. Срединный передне-плечевой кожный нерв обычно расположен в подкожной клетчатке сразу ниже сосудисто-нервного пучка и анестезируется «лимонной корочкой» вдоль этой зоны, вдоль межреберноплечевых волокон

6. При всех этих подмышечных доступах, **может потребоваться дополнительная анестезия МК нерва**, срединного плечевого кожного нерва, срединного передне-плечевого кожного нерва и межреберноплечевых ветвей.
- а. **МК нерв** блокируют веерообразной инъекцией в тело клювоплечевой мышцы сразу выше артерии. Эту мышцу можно взять большим и указательным пальцами одной руки на латеральной границе грудных мышц и другой рукой ввести 5 мл раствора (рис. 12.23). Инъекция часто вызывает тупую боль, которая может быть похожа на парестезию, но истинная локализация нерва получается редко, если не используется УЗ или нейростимулятор. Для анестезии МК нерва были рекомендованы инъекции более высоких объемов в фасциальный футляр (40 мл), но этот нерв пропускают в 25% случаев даже при больших объемах.
- б. **Срединный передне-плечевой кожный нерв** и его соседа, срединный плечевой кожный нерв, блокируют, инфильтрируя подкожные ткани параллельно подмышечной складке кожи сразу ниже уров-

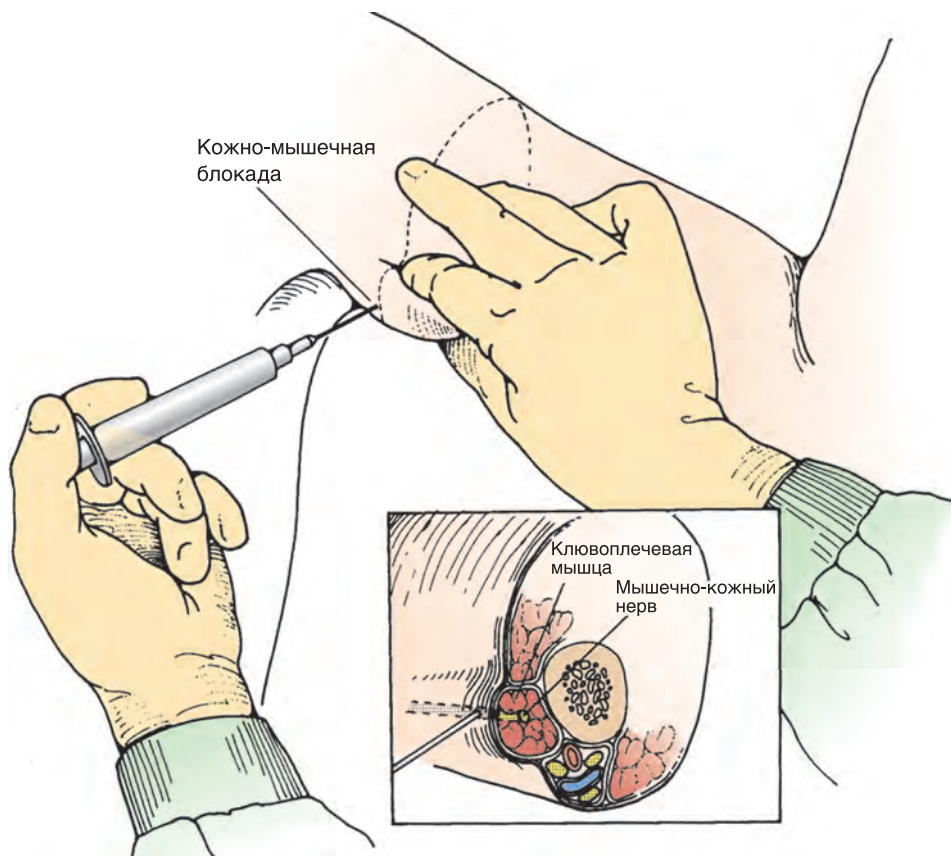


Рис. 12.23. Мышечно-кожный нерв (МК). МК нерв лежит в теле клювоплечевой мышцы. Эту мышцу можно взять между большим и указательным пальцами одной руки и блокировать нерв инъекцией 5 мл местного анестетика в тело мышцы

ня сосудисто-нервного пучка 5 мл раствора. Блокада этих нервов обычно не нужна, если операцию выполняют на кисти, но они обеспечивают **сенсорную иннервацию локтевой стороны предплечья**. Использование турникета на верхней части предплечья может сделать необходимой блокаду этих нервов, а также **межреберноплечевых нервных волокон**, которая достигается той же инъекцией.

7. **Постоянная подмышечная инфузия** описана для использования у пациентов с ожидаемо длительными операциями (такими как реплантация пальца с микрохирургической техникой) или необходимостью длительной послеоперационной анальгезии или симпатэктомии. **В связи с высокой частотой неудач**, связанных с пропуском МК нерва, и техническими трудностями прочной фиксации катетера в этой зоне, **эта методика была в основном вытеснена постоянной подключичной блокадой**.
- а. Оригинальную установку катетера можно выполнить, полагаясь на «хлопок» при проходе катетера через фасциальную плоскость футляра, хотя это может быть трудно у грузных пациентов.
 - б. Эффективной выглядит простая установка катетера в углублении между бицепсом и трицепсом вдоль фасциального футляра.
 - в. **Получение парестезии, использование нейростимулятора или УЗ могут помочь подтвердить положение катетера**. Попытки точно локализовать фасциальный футляр, без УЗ-наведения, могут привести к пункции артерии и вызвать гематому, которая будет мешать распространению раствора МА.
 - г. Использование коротких (38—50 мм) катетеров иногда снижает вероятность центрального распространения местного анестетика и повышает частоту пропуска МК нерва. **Катетер длиной 75 мм с гибким проводником проводником можно ввести выше в подмышечную впадину и продвинуть проксимально, повышая вероятность анестезировать все четыре нерва предплечья**. При соответствующей стерильной повязке на месте входа катетера катетер может оставаться на месте в течение нескольких дней.

IV. Осложнения

- А. **Неудачные блокады нервов** встречаются в 3—30% случаев при этих методиках [28, 29] и обычно включают только один или два терминальных нерва. Это можно сгладить повторением блокады (если парестезия ненадежна и лимиты токсичности МА приняты во внимание), периферической инъекцией к нерву (см. гл. 17) или локальной инфильтрацией в исполнении хирурга. Для адекватной коррекции критически важна своевременная идентификация.

1. **Наиболее типичными находками бывают отсутствие анестезии при межлестничном доступе или остаточная чувствительность МК или срединного передне-плечевого кожного нервов при подмышечной блокаде**. Анестезию следует оценивать каждые 5 мин после завершения инъекции. Скорость развития действия любых препаратов, включая бупивакаин, находится в пределах 5 мин [2], и отсутствие какой-нибудь анестезии

в зоне иннервации критического нерва в этом временном интервале должно стать поводом для поиска альтернативного плана. Иногда простое ожидание в течение еще 5 мин позволит диффузии раствора анестетика достичь достаточной степени, но альтернативные планы все же следует обсудить с пациентом и хирургом еще до разреза.

2. Если неадекватность анестезии выявилась во время разреза (особенно на предплечье), инфильтрация раны МА в исполнении хирурга, наркотики внутривенно в исполнении анестезиолога могут обеспечить необходимую дополнительную анестезию. Общую анестезию всегда следует рассматривать как потенциальную необходимость у всех пациентов при регионарных блокадах.
 3. **Тестирование блокады можно выполнить быстро и эффективно по методике «толкни-тяни-щипни-щипни».** Пациента просят разогнуть (**толкнуть**) предплечье против сопротивления (трицепс, лучевой нерв), а затем согнуть руку (**тянуть**), дотянув большой палец до носа (бицепс, МК нерв). Сенсорная анестезия кисти на **щипок** области тенара (МК) и гипотенара (локтевой нерв) подтверждают блокаду двух других нервов. Всю эту последовательность можно выполнить менее чем за минуту, и глубокая утрата лучевой мышцей тонуса часто даст пациенту уверенность, что блок работает. Полные 20 мин необходимы для основательной анестезии руки, но, к счастью, хирургическая обработка и обкладывание часто обеспечивают нужный временной интервал.
 4. **Ощелачивание МА или выполнение блокады в предоперационной зоне может еще более уменьшить время развития блока** и улучшить глубину анестезии к моменту разреза; наиболее частая причина «неудачной» анестезии — преждевременный хирургический разрез.
- Б. Внутрисосудистая инъекция.** Внутрисосудистая инъекция — потенциально наиболее серьезное осложнение.
1. Это актуальное осложнение для надключичной, подключичной и подмышечной методик в связи с их близостью к кровеносным сосудам, но **особенно касается межлестничной методики** в связи с тесной близостью **позвоночной артерии** к шейным нервным корешкам, и частота осложнения при этой методике наиболее высока.
 2. **Частая аспирация, дробное введение и пристальное наблюдение за пациентом принципиально важны.** Реанимационное оборудование и внутривенный доступ обязательны.

В. Пневмоторакс

1. Пневмоторакс в опытных руках случается редко, в одном из исследований надключичных блокад сообщается о его возникновении менее чем в 1% случаев [6], но этот риск методике присущ. Возможна пункция плевры при межлестничном доступе, если игла направлена слишком далеко вниз. Случается так же редко, но есть сообщения об этом осложнении при подключичном блоке, особенно если он был выполнен из более медиального доступа.
2. Хотя пневмоторакс не угрожает жизни, он болезненно переносится пациентом и представляет серьезные неудобства, в частности если амбулаторного пациента приходится госпитализировать. Пневмоторакс часто небольшой и может разрешиться самостоятельно, и даже симптомы могут появиться не сразу. Любой пациент с жалобами на боль

в грудной клетке или с затруднениями дыхания должен быть обследован, включая проведение рентгенографии грудной клетки. При наличии симптоматики показано дренирование плевральной полости.

Г. Нейропатия. Преходящая нейропатия встречается редко, в нескольких сериях сообщается о возникновении в 2% случаев или менее (см. гл. 3), **стойкая дисфункция встречается крайне редко.**

1. Частота, по-видимому, выше, если парестезию ищут острыми (с длинным срезом) иглами или если контакт с нервами был неоднократным [30]. Особое внимание необходимо обратить на то, чтобы избежать прикалывания нервных корешков и стволов к костям во время межлестничной и надключичной блокад.
2. Как всегда, **при появлении спастической боли или сопротивления введению любой инъекции следует немедленно прекратить.**
3. При выявлении послеоперационного неврологического дефицита **неврологическое обследование следует провести как можно скорее.** Точная локализация поражения поможет идентифицировать, была ли инъекция анестетика сама по себе связана с дефицитом. Межлестничные инъекции повреждают корешки и дерматомы, и их эффекты можно отличить от повреждения периферических нервов. Электромиографическое исследование также поможет определить, не было ли этого повреждения уже до анестезии.
4. **Большинство периферических повреждений разрешаются спонтанно в течение 1—6 месяцев.** Сочувствие, пристальное внимание к последующим событиям и своевременное начало физиотерапии помогут облегчить нетрудоспособность и неудовлетворенность пациента, хотя длительное течение восстановления расстраивает как пациента, так и врача.
5. Уникальным осложнением межлестничного доступа является перманентный паралич **диафрагмального** нерва, который, к счастью, встречается редко. Механизм не ясен, но может включать прямое повреждение иглой, если доступ к сплетению выполняется спереди через ПА.

Д. Сосудистые повреждения

1. Формирование **гематомы** возможно во время надключичной или подмышечной блокад в случае пункции артерии. Последствия этого обычно невелики, но такое осложнение может удержать от выполнения этих блокад у пациентов с повышенной кровоточивостью.
2. Описаны временный **вазоспазм** артерии и окклюзия пульса после пункции, равно как и окклюзия подмышечной вены. Эти происшествия встречаются редко, но и здесь чем меньше разрушение тканей — тем лучше.

Е. Незапланированное распространение анестетика — наиболее типично при межлестничном доступе

1. Наиболее серьезной проблемой представляется инъекция раствора анестетика **в эпидуральное или субарахноидальное пространство**, с развитием высокого эпидурального или тотального спинального блока. Хотя наиболее типичными являются двусторонние блокады шейного и плечевого сплетения, тотальный спинальный блок возможен и требует быстрого распознавания и лечения, включая поддержку дыхания и кровообращения.

2. Чаще распространение раствора анестетика захватывает **диафрагмальный нерв**, либо в месте его отхождения от шейных корешков, либо вдоль его хода по передней поверхности ПЛ мышцы. Надежная моторная блокада ипсилатеральной половины диафрагмы нередко происходит во время межлестничной блокады [31]. Паралич половины диафрагмы не представляет проблемы для здоровых пациентов, но пациенты с заболеваниями органов дыхания могут переносить его хуже. Симпатическая цепочка лежит рядом с местом инъекции и односторонний **синдром Горнера** не является чем-то необычным. **Бронхоспазм**, вызванный симпатической блокадой, также возможен как следствие распространения межлестничной анестезии.
3. Распространение анестезии на эти структуры после надключичной анестезии менее типично, после подключичной и подмышечной инъекции оно наименее вероятно.

Литература

1. Retzl G, Kapral S, Greher M, *et al.* Ultrasonographic findings of the axillary part of the brachial plexus. *Anesth Analg* 2001;92:1271—1275.
2. Lanz E, Theiss D, Jankovic D. **The extent of blockade following various techniques of brachial plexus block.** *Anesth Analg* 1983;62:55.
3. Winnie AP, Collins VJ. The subclavian perivascular technique of brachial plexus anesthesia. *Anesthesiology* 1964;25:353.
4. Thompson GE, Rorie DK. Functional anatomy of the brachial plexus sheaths. *Anesthesiology* 1983; 59:117.
5. Partridge BL, Katz J, Benirschke K. Functional anatomy of the brachial plexus sheath: implications for anesthesia. *Anesthesiology* 1987;66:743.
6. Neal JM, Hebl JR, Gerancher JC, *et al.* **Brachial plexus anesthesia: essentials of our current understanding.** *Reg Anesth Pain Med* 2002;27 [4]:402—428.
7. Singelyn F, Gouverneur J, Robert A. A minimum dose of clonidine added to mepivacaine prolongs the duration of anesthesia and analgesia after axillary brachial plexus block. *Anesth Analg* 1996;83:1046.
8. Chan VW. Applying ultrasound imaging to interscalene brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med* 2003; 28:340—343.
9. Pippa P, Cominelli E, Marinelli C, *et al.* Brachial plexus block using the posterior approach. *Eur J Anaesthesiol* 1990;7:411—420.
10. Boezaart AP, de Beer JF, du Toit C, *et al.* A new technique of continuous interscalene nerve block. *Can J Anaesth* 1999;46:275—281.
11. Borgeat A, Dullenkopf A, Ekatothramis G, *et al.* Evaluation of the lateral modified approach for continuous interscalene block after shoulder surgery. *Anesthesiology* 2003;99(2):436—442.
12. Sardesai AM, Patel R, Denny NM, *et al.* Interscalene brachial plexus block: can the risk of entering the spinal canal be reduced? A study of needle angles in volunteers undergoing magnetic resonance imaging. *Anesthesiology* 2006;105:9—13.
13. Urmev WF, Talts KH, Sharrock NE. One hundred percent incidence of hemidiaphragmatic paresis associated with interscalene brachial plexus anesthesia as diagnosed by ultrasonography. *Anesth Analg* 1991;72(4): 498—503.
14. Kapral S, Krafft P, Eibenberger K, *et al.* Ultrasound-guided supraclavicular approach for regional anesthesia of the brachial plexus. *Anesth Analg* 1994;78(3):507—513.

15. Williams SR, Chouinard P, Arcand G, *et al.* Ultrasound guidance speeds execution and improves the quality of supraclavicular block. *Anesth Analg* 2003;97(5):1518—1523.
16. Brown DL, Cahill DR, Bridenbaugh LD. Supraclavicular nerve block: anatomic analysis of a method to prevent pneumothorax. *Anesth Analg* 1993;76:530.
17. Klaastad O, Lilleas FG, Rotnes JS, *et al.* A magnetic resonance imaging study of modifications to the infraclavicular brachial plexus block. *Anesth Analg* 2000;91:929.
18. Klaastad O, Smith HJ, Smedby O, *et al.* A novel infraclavicular brachial plexus block: the lateral and sagittal technique, developed by magnetic resonance imaging studies. *Anesth Analg* 2004;98(1):252—256.
19. Porter JM, McCartney CJ, Chan VW. Needle placement and injection posterior to the axillary artery may predict successful infraclavicular brachial plexus block: a report of three cases. *Can J Anaesth* 2005;52(1):69—73.
20. Dingemans E, Williams SR, Arcand G, *et al.* Neurostimulation in ultrasound-guided infraclavicular block: a prospective randomized trial. *Anesth Analg* 2007;104:1275—1280.
21. **Wilson JL, Brown DL, Wong GY, *et al.* Infraclavicular brachial plexus block: parasagittal anatomy important to the coracoid technique. *Anesth Analg* 1998;87:870.**
22. Bloc S, Gamier T, Komly B, *et al.* Single-stimulation, low-volume infraclavicular plexus block: influence of the evoked distal motor response on success rate. *Reg Anesth Pain Med* 2006;31(5):433—437.
23. Thompson GE. Blocking the brachial plexus. *Anaesth Intensive Care* 1987;15:119.
24. **Chan VW, Perlas A, McCartney CJ, *et al.* Ultrasound guidance improves success rate of axillary brachial plexus block. *Can J Anaesth* 2007;54(3):176—182.**
25. Casati A, Danelli G, Baciarello M, *et al.* A prospective, randomized comparison between ultrasound and nerve stimulation guidance for multiple injection axillary brachial plexus block. *Anesthesiology* 2007;106(5): 992—996.
26. Sites BD, Beach ML, Spence BC, *et al.* Ultrasound guidance improves the success rate of a perivascular axillary plexus block. *Acta Anaesthesiol Scand* 2006;50(6):678—684.
27. Bouaziz H, Narchi P, Mercier FJ, *et al.* Comparison between conventional axillary block and a new approach at the midhumeral level. *Anesth Analg* 1997;84:1058.
28. **Goldberg ME, Gregg C, Larijani GE, *et al.* A comparison of three methods of axillary approach to brachial plexus blockade for upper extremity surgery. *Anesthesiology* 1987;66:814.**
29. Selander D. Axillary plexus block: paresthetic or perivascular. *Anesthesiology* 1987;66:726.
30. **Selander D, Edshage S, Wolff T. Paresthesiae or no paresthesiae? Nerve lesions after axillary blocks. *Acta Anaesthesiol Scand* 1979;23:27.**
31. Urmev WF, Gloeggler PJ. Pulmonary function changes during interscalene brachial plexus block: effects of decreasing local anesthetic injection volume. *Reg Anesth* 1993;18:244.

Глава 13

Внутривенная регионарная анестезия

Сюзан Б. Макдональд

Внутривенная регионарная анестезия конечностей — одна из самых простых и старых среди доступных методик, но все же требует понимания анатомии, фармакологии и физиологии для обеспечения безопасной и эффективной блокады.

I. Анатомия

- A. **Венозные сплетения конечностей.** Периферические нервы рук и ног получают питание от мелких кровеносных сосудов. Расширение венозных сосудов этих нервов раствором местного анестетика вызывает диффузию раствора в нервы и анестезию до тех пор, пока концентрация анестетика в венозной системе остается высокой. Обычно это достигается блокированием венозного оттока с помощью наложения проксимального турникета, что вызывает расширение венозной системы с разведением раствора местного анестетика, вводимого через ранее установленный венозный катетер. **Анестетик действует на малые нервы и нервные окончания** и, в меньшей степени, на основные нервные стволы.
- B. Вариант этой методики венозной инъекции местного анестетика описал Август Бир. Его оригинальная методика требовала хирургического вскрытия вен. Практическое применение дождалось изобретения внутривенных игл и пневматических турникетов, но методику все еще обычно называют *блок Бира*.

II. Показания

- A. Основные преимущества внутривенной регионарной анестезии — ее простота и надежность. Это **наиболее простая и надежная** блокада руки для простых, коротких операций, и она, таким образом, хороша для начинающих врачей и для амбулаторной хирургии.
- B. **Ситуации, подходящие для внутривенной регионарной анестезии**
 - 1. Внутривенная регионарная анестезия подходит для многих операций на **дистальных отделах конечностей, когда возможно безопасное наложение проксимального окклюзирующего турникета.**
 - a. **Блокада используется главным образом на руке.** Хотя турникет на предплечье применяли для снижения общей дозы местного анестетика, турникет на верхней части руки остается стандартом.

- б. На ноге требуются более высокие объемы препарата и адекватной окклюзии сосуда добиться трудно из-за массивных мышц и более вариабельных контуров бедра. Есть также опасение относительно внутрикостных каналов, делающих возможной утечку большего объема раствора местного анестетика в системную циркуляцию и относительно потенциально большей частоты системных реакций на анестетики, когда нога заблокирована по этой методике. Хотя есть мнения в пользу турникета на голень для снижения общей дозы местного анестетика и его успешно применяли, эта методика не так популярна, как применение на верхней конечности.
 3. Хотя анестезия надкостницы получается не такой основательной, как при других методиках, ее можно использовать для бурсэктомии или репозиции простых переломов.
 4. Преимуществом является также быстрое восстановление функции кисти.
- В. Ситуации, где эта методика подходит в меньшей степени**
1. Тяжелые ишемические сосудистые заболевания являются противопоказанием для наложения турникета.
 2. Некоторые хирурги не удовлетворены количеством жидкости, попадающей в хирургическое поле (особенно при выполнении микроскопических операций), и требуют сохранять его бескровным.
 3. Сомнения относительно длительности анестезии и турникетного времени ограничивают длительность операций только короткими процедурами, длящимися приблизительно 20—60 мин.
 4. Эта методика не подходит, когда преимущества регионарной блокады нужны в том числе и для послеоперационной аналгезии.

III. Препараты

А. Местные анестетики

1. **Лидокаин** применяют чаще всего. Применения разведенного раствора вполне достаточно, и именно он требуется, если нужно избежать максимальной дозы, но ввести большой объем, необходимый для растяжения вен. Обычный **общий объем** для руки — **50 мл 0,5%-го лидокаина**, тогда как для растяжения венозных каналов ноги, при использовании манжеты, нужно 100 мл (500 мг). У менее крупных пациентов можно использовать лидокаин 0,5%-й 3 мг/кг как ориентир для общей дозы.
2. **Мепивакаин** (5 мг/мл) так же эффективен [1].
3. **Бупивакаин** (0,25%-й в схожих объемах) для этого блока использовали, но попадание препарата в системную циркуляцию вызывает **серьезные опасения по поводу его кардиотоксичности**.
4. **Ропивакаин** 0,2%-й является эффективной альтернативой с более высоким диапазоном безопасности по влиянию на сердце и может давать некоторую остаточную аналгезию после снятия турникета [2].
5. Аминоэфир **2-хлоропрокаин** выводится еще быстрее. В одном из исследований его использование ассоциировалось с развитием **флебита**, но щелачивание раствора минимизирует побочные эффекты и аналгетический эффект схож с таковым при применении лидокаина.

Б. Добавки к местным анестетикам. В ряде исследований были рассмотрены преимущества добавления различных препаратов к местным анестетикам с целью улучшить анальгезию как во время операции, так и в послеоперационном периоде. Исследования показали, что статистическая значимость улучшений имеет спорное *клиническое* значение, пожалуй за исключением нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВП). Опасности, такие как случайная подмена препарата или нежелательные побочные эффекты, следует сопоставить с незначительностью преимуществ.

- 1. Опиоиды (мепердин, фентанил).** В целом, как класс препаратов, опиоиды не дают большого дополнительного преимущества и могут повысить вероятность послеоперационной тошноты и рвоты.
- 2. Нестероидные противовоспалительные препараты.** При добавлении к местному анестетику НПВП могут обеспечить более длительную анальгезию, чем при парентеральном введении, предположительно по периферическому механизму действия [4]. Двадцати миллиграммов кеторолака, добавленных к лидокаину при операциях на верхней конечности, достаточно для снижения количества анальгетиков, которые могли бы остро потребоваться в палате пробуждения.
- 3. Мышечные релаксанты.** Недеполяризующие препараты могут улучшить расслабление мышц, что может быть полезно при репозиции переломов, но они могут также вызвать длительную релаксацию мышц в конечности [6, 7].
- 4. α_2 -Агонисты**
 - а. Клонидин** в дозе 1 мкг/кг пролонгирует анестезию после блокады лидокаином [8], тогда как более высокие дозы будут уменьшать турникетную боль ценой некоторых системных побочных эффектов [9].
 - б.** В ограниченных исследованиях было показано, что **дексмедетомидин**, будучи добавлен к лидокаину, улучшает качество анальгезии во время операции с минимальными побочными эффектами [10].
- 5. Неостигмин** дополнительных преимуществ, по-видимому, не дает.
- 6. Дексаметазон.** Дексаметазон может обеспечить некоторое преимущество анальгезии, хотя здесь могут быть сомнения относительно потенциального местно раздражающего действия.

IV. Техника

А. Подготовка к блокаде

- Пациента укладывают в **положение на спине и налаживают необходимый мониторинг**. В него входят манжета для считывания показателей систолического АД как ориентира для параметров турникета и внутривенный доступ на другой конечности.
- Вводят внутривенный катетер на руке или стопе, которую планируется оперировать.** Это должен быть гибкий, маленький, 20 или 22 G пластиковый катетер, устанавливаемый дистальнее зоны операции там, где он не будет смещен бинтом Эсмарха, используемым для обескровливания конечности. **Дистальная установка**, в отличие от локтевой ямки,

ассоциируется с меньшей вероятностью утечки под манжету. Катетер свободно прибинтовывают, промывают его просвет разведенным гепарином или физраствором и закрывают колпачком или небольшим шприцем.

Б. Раздувание манжеты

1. Турникет надежно накладывают на проксимальную часть конечности, которую планируется оперировать.
 - а. Ногу или руку поднимают, что способствует оттоку венозной крови, а затем обескровливают **бинтом Эсмарха**, накладываемым от дистального конца сверху до самого турникета (рис. 13.1).
- б. Турникет раздувают до давления 100 мм рт. ст. выше систолического АД (лучше до 300 мм рт. ст.). Раздувание турникета проверяют покачивая манжету и наблюдая за осцилляциями стрелки манометра.

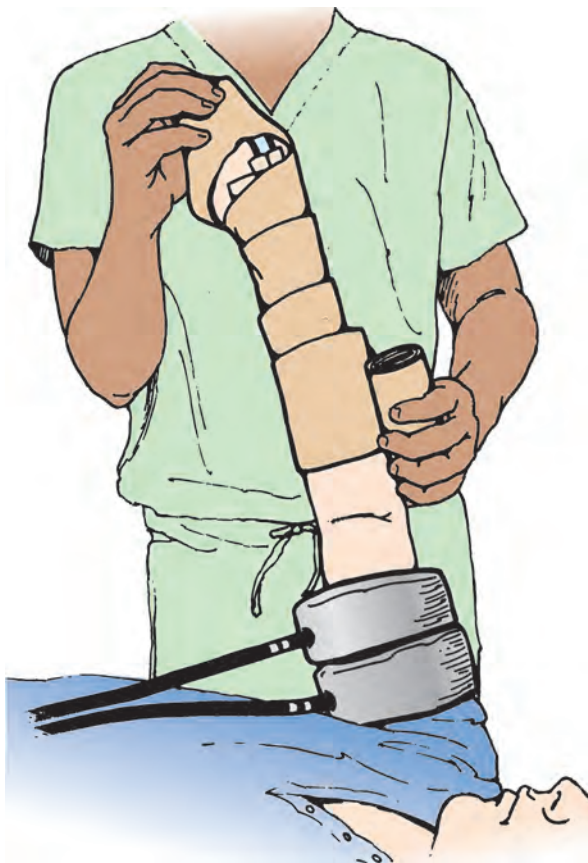


Рис. 13.1. Техника внутривенной регионарной анестезии. Небольшой внутривенный катетер устанавливают на кисти, а на верхнюю часть руки накладывают турникет. Для небольших операций можно использовать одинарный турникет, который обеспечивает более надежное сдавление венозной системы, чем двойной турникет, представленный на рисунке. Обескровливания руки достигают путем поднятия ее вверх и забинтовывания, начиная сверху, эластичным бинтом. Затем раздувают турникет и вводят местный анестетик

- в. После раздувания турникета и удаления бинта Эсмарха **адекватную окклюзию подтверждает** отсутствие пульса на лучевой или задней большеберцовой артериях.
2. Для поддержания манжеты в раздутом состоянии необходимо использовать постоянный источник газа под давлением. Все манжеты имеют некоторую утечку небольшого объема, и простое раздувание стандартной манжеты для измерения АД грушей будет сопровождаться постепенным снижением давления в манжете, что сделает возможной утечку местного анестетика с потенциально катастрофическими результатами. Эти манжеты необходимо проверять перед инъекцией и часто во время операции.
3. Для этого блока популяризировали «двойную манжету» для снижения боли от давления на неанестезированной коже под манжетой при длительных операциях (45 мин или более).
- а. **Предупреждение относительно «двойной манжеты».** Наличие двух манжет требует, чтобы они обе были уже (5—7 см), чем стандартная манжета для измерения АД (12—14 см), используемая на руке. Более узкие манжеты не так эффективно передают показываемое манометром давление на глубокие ткани и, таким образом, **давление венозной окклюзии меньше предполагаемого [13]**. Использование манжеты стандартной ширины может быть более желательным и более приемлемым, если предполагается, что операция будет длиться менее одного часа (приблизительное время развития дискомфорта).
- б. Если операция длится более 45 мин, можно использовать двойную манжету. В такой ситуации проксимальную манжету раздувают на первые 45 мин анестезии. Дистальную манжету затем раздувают над зоной тканей, онемевших после введения местного анестетика, а проксимальную манжету (лежащую на не анестезированной коже) распускают. Адекватность дистальной манжеты необходимо проверить прежде, чем будет распущена манжета проксимальная. Хотя эта методика, как утверждают, уменьшает дискомфорт пациента в зоне турникета, сложная процедура перемещения раздувания **повышает риск случайного сдувания**.
4. **Инъекция раствора местного анестетика**
- а. После обескровливания конечность возвращают в нейтральное положение и вводят местный анестетик через заранее установленный катетер. **Инъекцию выполняют медленно (90 с или более) для того, чтобы пик венозного давления не превышал давления окклюзии в манжете [13]**.
- б. Пациента предупреждают о том, что инъекция вызовет неприятное ощущение «покалывания иголками» в течение нескольких секунд. Медленная скорость введения может уменьшить этот дискомфорт.
- в. Если операция будет длиться менее часа, катетер удаляют, а на место прокола кожи накладывают давящую повязку. **Адекватная сенсорная анестезия разовьется через 5 мин**.
- г. Если со времени инъекции прошло более 45 мин, анестезия может ослабевать. Если хирургу нужно больше времени, во внутривенный катетер можно снова ввести раствор местного анестетика через 60—90 мин. Однако это может прервать операцию и нарушить

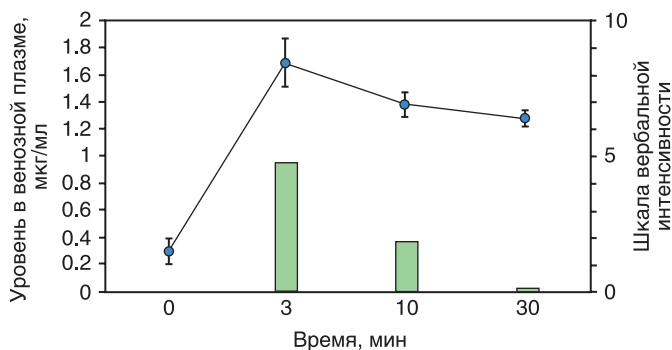


Рис. 13.2. Уровень 0,5%-го лидокаина в системной крови после внутривенной регионарной блокады. После снятия турникета, уровень местного анестетика в крови быстро растет, но так же быстро и снижается. После 72 ± 22 мин общего времени раздутия турникета, *цветные кружочки* показывают уровень после инъекции 40 мл 0,5%-го лидокаина (диапазон до 2 мкг/мл). *Закрашенные столбики* показывают цифровую шкалу вербальной интенсивности (диапазон от 0 до 10) симптомов центральной нервной системы, таких как легкая оглушенность, головокружение и звон в ушах на 3, 10 и 30 минутах после снятия турникета. (Адаптировано из: Atanassoff PG, Hartmannsgruber MWB. Central nervous system side effects are less important after iv regional anesthesia with ropivacaine 0,2% compared to lidocaine 0,5% in volunteers. *Can J Anaesth* 2002;49:169—172.)

стерильность операционного поля, в связи с чем для более длительных операций обычно лучше подходят другие регионарные методики, такие как блокада плечевого сплетения.

5. Сдувание манжеты

- а. Сдувание турникета можно выполнить через 45 мин с минимальным риском системной токсичности местного анестетика, так как препарат уже связан с тканями [14].
- б. Если прошло менее 45 мин, рекомендуется двухэтапное снятие, при котором манжету сдувают на 10 с и раздувают снова на минуту прежде, чем снять окончательно. Это способствует постепенному вымыванию анестетика. Три повторения такого цикла с манжетой замедлят достижение пикового уровня в крови, но он будет лишь незначительно ниже уровня, получаемого при однократном сдувании [15].
- в. Ни при каких обстоятельствах нельзя сдувать манжету в первые 20 мин после инъекции. Если прошло менее 20 мин, следует использовать приятную беседу для заполнения времени до тех пор, пока не пройдет временной интервал, после которого можно выполнить двухэтапное снятие. Эти меры не гарантируют отсутствия системной токсичности (рис. 13.2).

V. Осложнения

A. Системная токсичность — основной риск этой процедуры.

1. Самая большая опасность заключена в неадекватности турникета на ранних стадиях процедуры, когда внутривенный объем и концен-

трация еще велики. Необходимо предпринять все меры предосторожности для обеспечения надежности турникета и источника давления вдувания.

2. Даже при адекватном раздувании узкая манжета (5—7 см шириной), используемая в двухтурникетной системе, иногда будет допускать утечку. Использование манжеты для взрослых стандартной ширины (12—14 см) обеспечивает более надежное сдавление всей венозной системы конечности, особенно ноги.
3. Утечка более вероятна, если инъекция выполнена быстро, под высоким давлением в вену поблизости от манжеты [13].
4. Наименьшая утечка имеет место при инъекции в дистальную вену в течение более 90 с после обескровливания руки и раздувания манжеты до 300 мм рт. ст. Пристальный мониторинг за уровнем сознания показан в течение нескольких минут, даже при видимо функционирующей манжете.
5. Снятие турникета неизбежно вымывает препарат в системную циркуляцию, так как некоторое количество анестетика все еще остается в венах к концу операции. **При использовании лидокаина эти уровни субтоксичны через 45 мин, но в течение первых 20 мин после инъекции опасность высока [14].** Это является основанием для принятия решения о снятии турникета.
6. В связи с вариабельностью безопасность не гарантируется и всех пациентов, подвергнутых этой процедуре, необходимо пристально мониторировать в течение всего времени вероятной токсичности местного анестетика. Необходимо иметь наготове оборудование для реанимации, показан внутривенный доступ на другой руке.

Литература

1. Prieto-Alvarez P, Calas-Guerra A, Fuentes-Bellido J, *et al.* Comparison of mepivacaine and lidocaine for intravenous regional anaesthesia: pharmacokinetic study and clinical correlation. *Br J Anaesth* 2002;88(4):516—519.
2. Hartmannsgruber MW, Silverman DG, Halaszynski TM, *et al.* Comparison of ropivacaine 0.2% and lidocaine 0.5% for intravenous regional anesthesia in volunteers. *Anesth Analg* 1999;89:727.
3. Lavin PA, Henderson CL, Vaghadia H. Non-alkalinized and alkalinized 2-chloroprocaine vs. lidocaine for intravenous regional anesthesia during outpatient hand surgery. *Can J Anaesth* 1999;46:939.
4. Choyce A, Peng P. A systematic review of adjuncts for intravenous regional anesthesia for surgical procedures. *Can J Anaesth* 2002;49(1):32—45.
5. Steinberg RB, Reuben SS, Gardner G. The dose-response relationship of ketorolac as a component of intravenous regional anesthesia with lidocaine. *Anesth Analg* 1998;86:791—793.
6. Elhakim M, Sadek RA. Addition of atracurium to lidocaine for intravenous regional anaesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 1994;38(6):542—544.
7. Torrance JM, Lewer BM, Galletly DC. Low-dose mivacurium supplementation of prilocaine i. v. regional anaesthesia. *Br J Anaesth* 1997;78(2):222—223.
8. Reuben SS, Steinberg RB, Klatt JL, *et al.* Intravenous regional anesthesia using lidocaine and clonidine. *Anesthesiology* 1999;91:654.

9. Gentili M, Bernard JM, Bonnet F. Adding clonidine to lidocaine for intravenous regional anesthesia prevents tourniquet pain. *Anesth Analg* 1999;88:1327.
10. Memis D, Turan A, Karamanlioglu B, *et al.* Adding dexmedetomidine to lidocaine for intravenous regional anesthesia. *Anesth Analg* 2004;98(3):835—840.
11. McCartney CJ, Brill S, Rawson R, *et al.* No anesthetic or analgesic benefit of neostigmine 1 mg added to intravenous regional anesthesia with lidocaine 0.5% for hand surgery. *Reg Anesth Pain Med* 2003;28(5):414—417.
12. Bigat Z, Boztug N, Hadimioglu N, *et al.* Does dexamethasone improve the quality of intravenous regional anesthesia and analgesia? A randomized, controlled clinical study. *Anesth Analg* 2006;102(2):605—609.
13. Grice SC, Morell RC, Balestrieri FJ, *et al.* Intravenous regional anesthesia: evaluation and prevention of leakage under the tourniquet. *Anesthesiology* 1986;65:316.
14. Tucker GT, Boas RA. Pharmacokinetic aspects of intravenous regional anesthesia. *Anesthesiology* 1971;34:538.
15. Sukhani R, Garcia CJ, Munhall RJ, *et al.* Lidocaine disposition following intravenous regional anesthesia with different tourniquet deflation technics. *Anesth Analg* 1989;68:633.

Глава 14

Блокады периферических нервов верхней конечности

Сюзан Б. Макдональд

Иногда требуется анестезия отдельного нерва плеча, предплечья или пальца. Наиболее часто возникает необходимость в дополнительной блокаде одиночного терминального нерва после частично успешной блокады плечевого сплетения. Центральные блокады более эффективны, но периферические доступы возможны и иногда проще выполнимы в зоне иннервации одиночного нерва.

I. Анатомия

A. Проксимальные ветви

1. Надлопаточный нерв

- а. Надлопаточный нерв выходит из верхнего пучка, образованного пятым и шестым нервными корешками, и проходит косо латерально под трапециевидной мышцей до пересечения надостистой вырезки и перехода на заднюю часть лопатки.
- б. Сенсорная иннервация включает область плечевого сустава, но лишь небольшая зона поверхностной сенсорной анестезии образуется на плече.
- в. Моторные волокна идут до надостистой мышцы, которая помогает дельтовидной поднимать руку, и до подостистой мышцы, которая ротирует наружу плечевую кость (полезный маркер для локализации нейростимулятором).

2. **Мышечнокожный нерв.** Ветвь латерального пучка плечевого сплетения, этот нерв разветвляется до входа в подмышечную впадину (см. гл. 12).

Б. Терминальные нервы. Три терминальных нерва идут к кисти в основном в мышечном окружении, но они имеют надежные костные ориентиры у локтя и запястья, где мышцы в зонах суставов контурируются в меньшей степени.

1. У локтя

- а. Локтевой нерв лежит поверхностно в углублении медиального мыщелка плечевой кости и локтевого отростка. Парестезию настолько легко вызвать давлением, что эта зона хорошо известна как *забавная косточка* (funny bone *англ.*).
- б. Срединный нерв лежит более глубоко, но он неизменно проходит сразу медиальнее плечевой артерии выше кожной складки в локтевой ямке.
- в. Лучевой и боковой кожный нервы предплечья пересекают локтевой сустав латерально, между сухожилием бицепса и местом прикрепления плечелучевой мышцы. Первый лежит близко к собственно

плечевой кости в этом углублении, тогда как второй поверхностный и уже начинает ветвиться на терминальные волокна.

2. У запястья, ладонная поверхность

- а. Локтевой нерв пересекает лучезапястный сустав, проходя выше шиловидного отростка локтевой кости вместе с локтевой артерией.
- б. Срединный нерв лежит в середине запястья, глубоко между сухожилиями ладонных длинных мышц и лучевых сгибателей запястья (сухожилия, контурирующиеся при сгибании запястья), и их легко визуализировать при помощи УЗ.
- в. Лучевой нерв начинает ветвиться проксимальнее запястья, но его можно найти в компании с лучевой артерией и с несколькими из ее ветвей, проходящими поверхностно дорсально над суставом и через анатомическую «табакерку» на тыле кисти.

3. Нервы пальцев являются терминальными сенсорными ветвями, идущими вдоль фаланг как дорсальные и вентральные ветви по бокам каждого пальца. Их легко блокировать, но необходимо принять меры, чтобы не скомпрометировать сопровождающие их артерии.

II. Показания

- А. **Блокада надлопаточного нерва** применяется в первую очередь для анальгезии плечевого сустава в послеоперационном периоде. Процедура может ускорить выписку после операций на плече, выполненных под общей анестезией, в частности артроскопических, и может обеспечить «спасительную» анальгезию при неудаче межлестничной блокады [1, 2]. В сочетании с межлестничной блокадой блокада надлопаточного нерва может пролонгировать анальгезию, но не улучшает результат после не артроскопических операций [3].
- Б. **Методика дистальной блокады лучше всего подходит для дополнительной анестезии плечевого сплетения**, которая в основном вызывает основательную и более длительную анестезию предплечья. Иногда, во время одной из блокад оказывается пропущенным отдельный нерв. Более периферические блокады нервов могут быть желательны у пациентов с коагулопатиями, когда центральные инъекции вокруг подключичной или подмышечной артерий нежелательны. Эти периферические методики полезны при небольших локальных процедурах в зоне иннервации одного нерва, таких как ревизия или восстановление ран, удаление простых кист или ревизия рубцов.
 1. При операциях на предплечье вовлеченные нервы (мышечно-кожный и срединный переднеплечевой кожный) интенсивно разветвляются уже на уровне локтя и часто лучшей альтернативой становится локальная инфильтрация хирургического поля.
 2. При операциях на кисти дополнительная инъекция к вовлеченному большому терминальному нерву в локте или запястье может «спасти» блок.
 3. **Блокада нерва пальца** — самая простая форма анестезии при ранах пальца или дренировании подногтевых гематом, но полученная анестезия не такая полная, как при более проксимальных блокадах. В таких периферических зонах следует избегать вазоконстрикторов.

III. Препараты

Подходит любой местный анестетик короткого, среднего или длительного действия в **низкой концентрации**, такой как 1%-й лидокаин или его эквиваленты, препарат выбирают в зависимости от желаемой длительности анестезии. **Адреналин противопоказан при блокадах нервов пальца** и в основном при таких блокадах не нужен.

IV. Техника

А. Надлопаточная блокада. Эту блокаду легче всего выполнять пациенту в положении сидя, и следовательно, ее лучше выполнять до операции на плече, если ее планируется использовать для послеоперационной анальгезии после общей анестезии.

1. Пациента просят сесть и склониться вперед, опершись на подставку Мэйо или высокий стол — если планируется седация.
2. Ось лопатки идентифицируют и маркируют по всей ее длине, формируя косую линию, идущую вверх и наружу к плечу. Средняя точка оси идентифицируется нанесением второй линии, вертикально от нижнего кончика лопатки. Наружный верхний квадрант, образованный пересечением этих двух линий, затем пересекается третьей линией, отстоящей на 2,5 см от пересечения, где наносят отметку «X» (рис. 14.1).

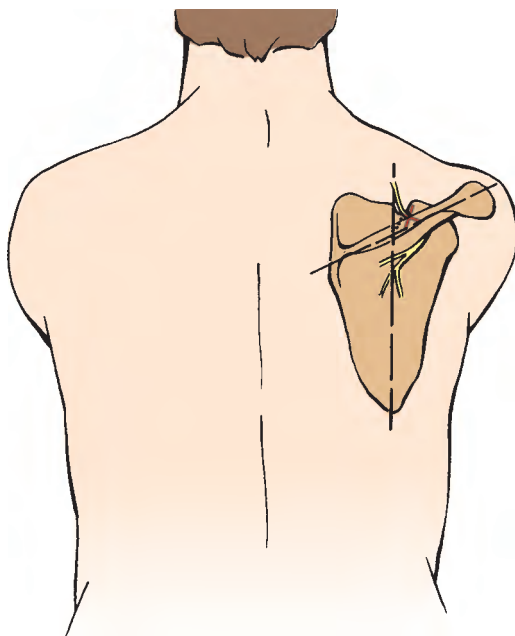


Рис. 14.1. Блокада надлопаточного нерва. Промаркирована ось лопатки и идентифицирована средняя точка, определяемая как место пересечения с линией, проходящей от верхушки лопатки. Вырезка лежит приблизительно на 2,5 см выше и латеральнее места пересечения этих линий

- Иглу длиной 10 см ставят в отметку «Х» и вводят перпендикулярно коже осторожно, до контакта с лопаткой. Затем иглу «ведут» вверх и медиально до входа в надлопаточную вырезку. После локализации вырезки, иглу продвигают еще на 1 см.
 - В этой точке можно ввести 10 мл местного анестетика с высокой вероятностью успеха. Хотя для блокады в этом нет необходимости, можно найти парестезию плечевого сустава или стимулировать нерв, вызывая ротацию плечевой кости.
- Б. Локтевая блокада.** Нужны три отдельные инъекции. Поскольку ветви чувствительных нервов уже многократно разделились и пересекают этот сустав поверхностно в виде диффузной подкожной сети, хорошую сенсорную анестезию самого предплечья получить трудно. На этом уровне **блокада основных нервов реально вызывает анестезию только кисти и незначительно отличается от блокады запястья**. В связи с этим данную методику используют редко.
- Для блокады **локтевого нерва** локоть пациента сгибают приблизительно на 30° и идентифицируют борозду медиального мыщелка плечевой кости. Избыточное сгибание может привести к выскальзыванию нерва из бороздки латерально. Иглой 25 G вводят 3—5 мл местного анестетика ниже фасции в бороздку. Можно искать парестезию или использовать УЗ, но необходимости в этом нет. **В этом узком пространстве следует избегать сдавления или интраневральной инъекции** из-за вероятности повреждения нерва. Описан блок середины предплечья под УЗ наведением, помогающий обойти риски инъекции в кубитальный туннель (рис. 14.2).
 - Для блокады **срединного нерва** локоть разгибают и рисуют линию через предплечье между двумя мыщелками плечевой кости, обычно на два поперечных пальца выше сгибательной складки. В середине этой линии идентифицируют пульсацию лучевой артерии. Иглу 25 G длиной 4 см вводят с локтевой стороны артерии и направляют внутрь, к плечевой кости. Для максимальной надежности анестезии ищут парестезию, но иногда это невозможно, если уже есть частичная анестезия.



Рис. 14.2. Блокада локтевого нерва под ультразвуковым наведением в средней части предплечья. **А:** Поверхностная анатомия. **Б:** Ультразвуковое изображение

Если парестезии не найдены, «стенку» из 5—7 мл раствора выстраивают вдоль и глубже артерии. Для более прямой визуализации можно использовать УЗ (рис. 14.3).

- Для блокады **лучевого нерва** идентифицируют сухожилие бицепса вдоль межмышечковой линии, попросив пациента согнуть руку. Затем руку разгибают, иглу вводят латеральнее сухожилия в углубление между ним и плечелучевой мышцей. Иглу продвигают слегка краниально и медиально до контакта с латеральным мышечком плечевой кости и веерообразно вводят 5—7 мл раствора, одновременно подтягивая иглу. Парестезия повысит вероятность успеха анестезии, так как **лучевой нерв локализовать труднее, чем срединный и локтевой**. Дополнительные 3—5 мл раствора, введенные подкожно в борозду, могут обеспечить анестезию латерального кожного нерва предплечья. В качестве альтернативы можно использовать ультразвук [5] (рис. 14.4).



Рис. 14.3. Блокада срединного нерва под ультразвуковым наведением в области локтя. Рука уложена в положение супинации, и датчик установлен на 2 см выше складки, где пальпируют пульс (А). Нерв виден сразу латеральнее пульсирующих сосудов (Б)

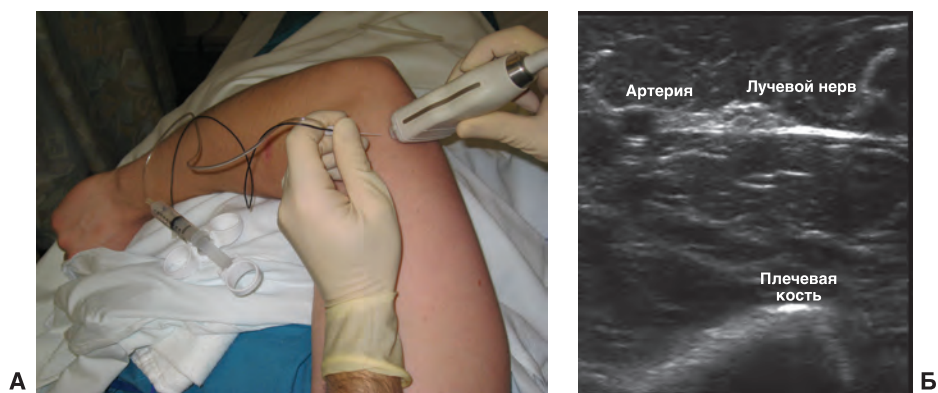


Рис. 14.4. Блокада лучевого нерва под ультразвуковым наведением в области локтя. Пациент уложен с уклоном 30° с рукой на грудной клетке. Датчик установлен на заднюю поверхность плечевой кости, приблизительно на 10 см выше латерального надмыщелка (А). Нерв лежит за артерией, и его можно проследить проксимально до точки, где он отделяется от артерии (Б). 3—5 мл местного анестетика можно ввести под ультразвуковым наведением

В. Блокада запястья. Необходимы три инъекции в три отдельные зоны ладонной поверхности сустава (рис. 14.5).

- 1. Локтевой нерв** блокируют иглой 25 G, введенной сразу на локтевой поверхности локтевой артерии в направлении между ней и локтевым сгибателем кисти к шиловидному отростку локтевой кости. Во время извлечения иглы вводят 3—5 мл раствора.
- Для **срединного нерва** идентифицируют, согнув запястье, сухожилия длинного сгибателя ладони и лучевого сгибателя кисти. Иглу вводят между ними до глубокой фасции и снова вводят 3—5 мл во время извлечения иглы. Если используется УЗ, для полного окружения нерва под прямой визуализацией можно ввести еще меньший объем (рис. 14.6).
- 3. Лучевой нерв** отдает ветви еще до подхода к запястью. В дополнение к 3 мл раствора, вводимым вдоль латерального края лучевой артерии на два поперечных пальца выше запястья, поверхностное кольцо раствора должно лежать от этой точки распространяясь дорсально через край запястья и в зону «табакерки», образуемую разгибателем сухожилия большого пальца.

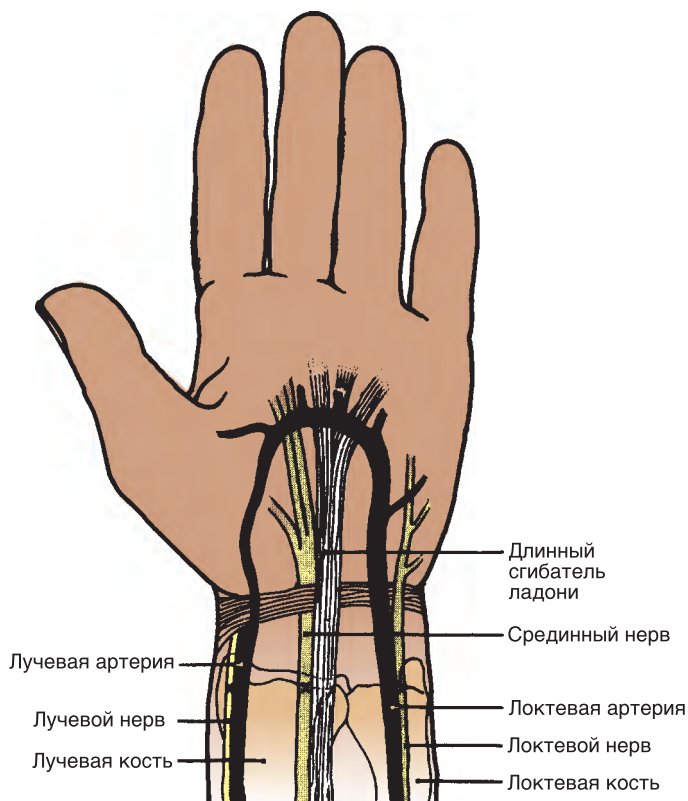


Рис. 14.5. Терминальные нервы запястья. Срединный нерв лежит сразу с лучевой стороны длинного сгибателя ладони. Локтевой и лучевой нервы лежат сразу «снаружи» от соответствующих им артерий. Лучевой нерв уже начинает ветвиться на этом уровне, и его необходимо блокировать широким подкожным введением местного анестетика



Рис. 14.6. Ультразвуковая визуализация срединного нерва у запястья

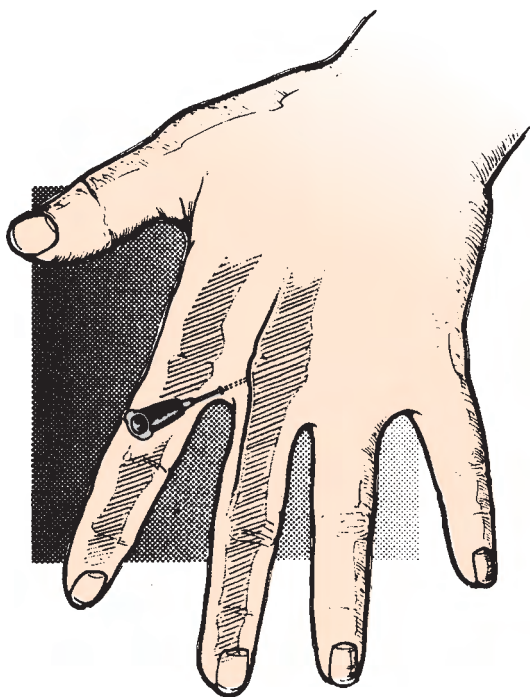


Рис. 14.7. Блокада нервов пальца. Иглу 25 G вводят в дорсальную поверхность межпальцевой перепонки под углом 45° на уровне, где меняется текстура кожи, и продвигают до осторожного контакта с костью. Иглу подтягивают на 3—4 мм и 2 мл раствора *без адреналина* вводят в свободном направлении, а третий миллилитр вводят вдоль дорсальной поверхности фаланги

Г. Блокада пальца. Терминальные ветви пальцев похожи, и их можно блокировать инъекцией с каждой стороны каждого пальца. Наиболее типичная проблема с этой формой анестезии — неподходящее время развития анестезии для возможности начать операцию. Для адекватной аналгезии может потребоваться от 10 до 15 мин.

1. Кисть пациента свободно лежит на ровной поверхности ладонью вниз. На каждом пальце ставят метку «Х» на коже промежутка между головками метакарпальных костей. Обычно это точка, где меняется текстура кожи с неровной тыльной на гладкую текстуру ладони. Иглу 25 G вводят в этой точке и направляют вниз, к головке метакарпальной кости пальца, который нужно заблокировать. 1—2 мл раствора вводят вдоль вентральной головки и 1 мл вводят вдоль дорсальной головки, чтобы заблокировать и дорсальную и вентральную ветви (рис. 14.7). **Необходимо блокировать обе стороны каждого пальца.** Для «наружных» поверхностей указательного пальца и мизинца инъекцию делают вдоль нужных краев кисти на уровне головок метакарпальных костей.
2. Для большого пальца выполняют похожие инъекции с каждой стороны головок метакарпальных костей.
3. При терминальных блокадах пальцев адреналин применять нельзя.

V. Осложнения

- А. Ишемия.** Ишемия пальца — наиболее серьезное осложнение, и его можно предупредить, отказавшись от применения вазоконстрикторов и избыточных объемов местных анестетиков.
- Б. Нейропатия.** Нейропатия при любой из этих методик более вероятна, если был поиск парестезии, **особенно в нерве, который мог быть частично анестезирован** (как в случае «спасительной» блокады) [6]. УЗ-локализация может снизить этот риск. В этом случае можно использовать более высокие концентрации растворов (см. гл. 3). Инъекция в нерв (которая может манифестировать ощущением сопротивления или болью при инъекции) повышает эту вероятность.

Литература

1. Ritchie ED, Tong D, Chung F, *et al.* Suprascapular nerve block for postoperative pain relief in arthroscopic shoulder surgery: a new modality? *Anesth Analg* 1997;84:1306—1312.
2. Singelyn FJ, Lhotel L, Fabre B. Pain relief after arthroscopic shoulder surgery: a comparison of intraarticular analgesia, suprascapular nerve block, and interscalene brachial plexus block. *Anesth Analg* 2004;99: 589—592.
3. Neal JM, McDonald SB, Larkin KL, *et al.* Suprascapular nerve block prolongs analgesia after nonarthroscopic shoulder surgery but does not improve outcome. *Anesth Analg* 2003;96:982—986.
4. Gray AT, Schaffhalter-Zoppoth I. Ultrasound guidance for ulnar nerve block in the forearm. *Reg Anesth Pain Med* 2003;28:335—339.
5. Foxall GL, Skinner D, Hardman JG, *et al.* Ultrasound anatomy of the radial nerve in the distal upper arm. *Reg Anesth Pain Med* 2007;32:217—220.
6. Neal JM, Hebl JR, Gerancher JC, *et al.* Brachial plexus anesthesia: essentials of our current understanding. *Reg Anesth Pain Med* 2002;27:402—428.

Блокады поясничного сплетения

Фрэнсис В. Салинас

I. Общий обзор

А. Поясничное сплетение исходит из передних ветвей спинномозговых нервов от T12 до S3. Анатомически поясничное и крестцовое сплетения соединены через нерв L4 там, где он разделяется чтобы соединиться с L5, формируя пояснично-крестцовый ствол (рис. 15.1). В отличие от плечевого

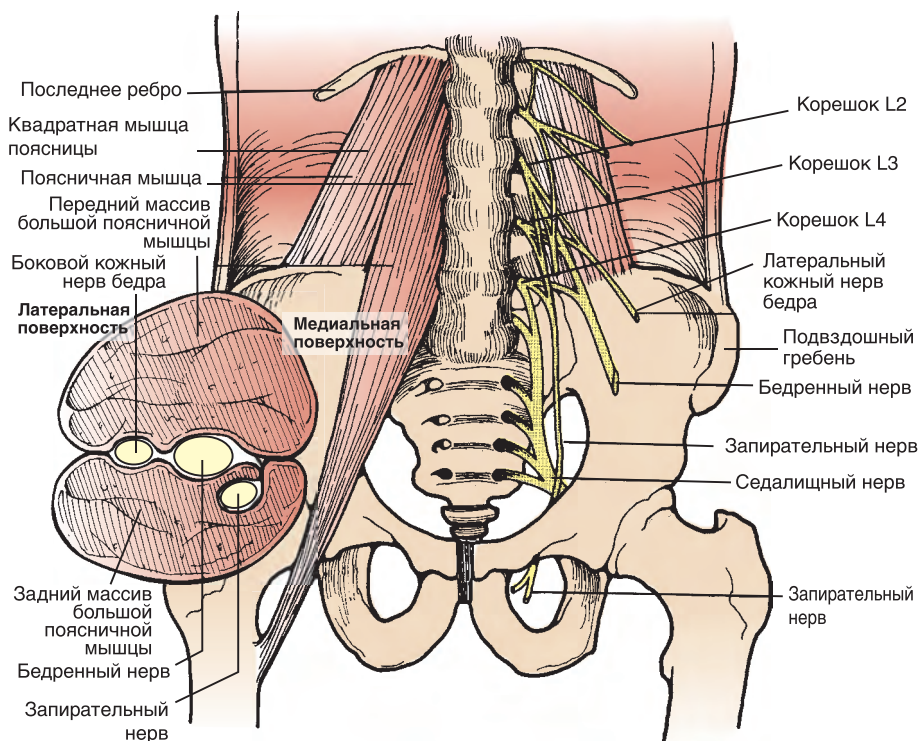


Рис. 15.1. Обзор пояснично-крестцового сплетения. Происхождение пояснично-крестцового сплетения шире, чем плечевого сплетения в области шеи. Корешки поясничного сплетения выходят из своих отверстий в фасциальной плоскости, расположенной между задней третью и передними двумя третями поясничной мышцы. Внутри поясничной мышцы корешки образуют терминальные нервы, ориентированные латерально и медиально; запирательный нерв расположен наиболее медиально, латеральный кожный нерв бедра расположен наиболее латерально, бедренный нерв между ними. Терминальные нервы с большей вероятностью блокируются инъекцией в толщину поясничных мышц. Нижние крестцовые корешки образуют седалищный нерв, для них нужна отдельная инъекция

сплетения здесь нет методик, позволяющих анестезировать пояснично-крестцовое сплетение целиком одной инъекцией. Таким образом, с точки зрения целей обеспечения анестезии и аналгезии нижней конечности, поясничное и крестцовое сплетения являются различными понятиями и их следует блокировать раздельно для обеспечения полной анестезии одной из нижних конечностей.

- Б.** С возможностью обеспечить надежную хирургическую анестезию или постоянную послеоперационную аналгезию (спинальным или эпидуральным катетером) нижней конечности при помощи одной центральной нейроаксиальной инъекции анестезиологи знакомы лучше. Тем не менее унилатеральная анестезия, обеспечиваемая блокадой поясничного и крестцового сплетений, иногда бывает показана, в то время как центральная нейроаксиальная методика противопоказана, как, например, при повышенном риске **центральной нейроаксиальной гематомы** при расширенном применении периоперационной профилактики венозной тромбоэмболии. Кроме того, было показано, что **методика катетера** к сплетению нижней конечности и периферическому нерву обеспечивает прекрасную **послеоперационную аналгезию** в дополнение к традиционной терапии, основанной на опиоидах, и сравнима с послеоперационной аналгезией при эпидуральной поясничной инфузии после больших операций на нижних конечностях.

II. Анатомия поясничного сплетения

- А.** Имеющая клиническое значение моторная и сенсорная иннервация исходит из передних ветвей от **второго поясничного до третьего крестцового спинномозговых нервных корешков**. Верхний сегмент (L2—4) формирует поясничное сплетение, которое дает начало **латеральному кожному нерву бедра, бедренному и запирательному** нервам (см. рис. 15.1). Как только корешки нервов L2—4 выходят из межпозвонкового отверстия, они оказываются окружены **большой поясничной мышцей**. Это связано с тем, что начало последней прикреплено к латеральной поверхности тел позвонков, межпозвонковых дисков и поперечных отростков поясничных позвонков [1, 2]. Межпозвонковое отверстие лежит спереди от поперечных отростков и сзади от места прикрепления мышцы к телам позвонков. Таким образом, корешки нервов прямо входят в поясничную мышцу [1—3]. В пределах поясничной мышцы передние ветви делятся на переднюю и заднюю, которые вновь соединяются, формируя индивидуальные нервы поясничного сплетения.
- Б.** **Поясничное сплетение** расположено на границе задней трети и передних двух третей поясничной мышцы. Поясничное сплетение вертикально спускается в толще поясничной мышцы, и на уровне L4—5 формируются терминальные нервы. На основе анатомических вскрытий и данных компьютерной томографии установлено, что терминальные нервы **ориентированы медиально-латерально**. Наиболее медиально расположен запирательный нерв, наиболее латерально — латеральный кожный нерв бедра (ЛКНБ), бедренный нерв (БН) расположен посередине [1, 2]. Хотя все три терминальных нерва проходят в большой поясничной мышце,

анатомическими исследованиями было продемонстрировано, что **запирательный нерв может быть отделен** от остальных мышечной складкой более чем в 50% случаев, что может привести к неполной блокаде запирательного нерва [1—3].

В. БН исходит из дорсальной части передних ветвей корешков спинальных нервов L2—4.

1. БН выходит из латерального края нижней части поясничной мышцы внутри **скелетно-мышечного фасциального футляра между поясничной и подвздошной мышцами** глубже **подвздошной фасции**. Он спускается вниз и входит в бедро глубже паховой связки. На уровне паховой связки БН лежит на 1—2 см латеральнее и кзади от бедренной артерии (БА).
2. Когда БН опускается на несколько сантиметров каудально к паховой связке, которая часто лежит на уровне паховой складки, БН, как правило, лежит прямо **латеральнее пульсации БА**. При любой локализации, БН расположен глубже окружающей фасции подвздошной мышцы, подвздошной фасции, которая является ключевым анатомическим компонентом для успешного блока БН. Подвздошная фасция окружает БН в пределах фасциального компартмента и отделяет его от бедренного фасциального футляра, который содержит БА и бедренную вену (БВ). Подвздошная фасция по ходу в медиальном направлении утолщается и становится подвздошно-гребешковой связкой, которая анатомически отделяет БН от БА и БВ находящихся в бедренном фасциальном футляре медиальнее нерва [4].
3. Спускаясь вниз в бедро, БН делится на **переднюю и заднюю части**, которые ветвятся и становятся терминальными ветвями БН. **Передняя часть** БН обеспечивает **кожную иннервацию передней и медиальной поверхностей бедра** через срединный и промежуточный кожные нервы. **Мышечные ветви передней части иннервируют портняжную и гребешковую мышцы**, отдавая, кроме того, ветви к тазобедренному суставу. Задняя часть обеспечивает иннервацию четырехглавых мышц бедра, отдает суставные ветви к коленному суставу и к передней части бедра.
4. Терминальные волокна задней ветви составляют **подкожный нерв (ПКН)**, который спускается вниз в медиальной части бедра внутри приводящего канала. В дистальной части середины бедра ПКН выходит из приводящего канала глубже портняжной мышцы (ПМ) и затем направляется далее, дистально и обеспечивает **кожную иннервацию передне-медиальной части голени и медиальной части стопы**. ПКН также обеспечивает суставную иннервацию медиальной части колена и коленного сустава.

Г. ЛКНБ исходит из задней части передних ветвей корешков спинальных нервов L2—3. Он появляется из латерального края большой поясничной мышцы на уровне нижнего края L4, идет **косо вокруг подвздошной ямки к передней верхней подвздошной ости (ПВПО) на поверхности подвздошной мышцы** внутри подвздошной фасции. Затем он спускается к бедру, проходя глубоко к подвздошной связке приблизительно на **1—2 см медиальнее ПВПО и разделяясь на переднюю и заднюю ветви**. Он может также пройти под подвздошной связкой на целых 7 см медиальнее ПВПО или прямо через ПМ. ЛКНБ снабжает кожу с широко варьирующим распределением

по латеральной и передней поверхностям бедра и доходит дистально даже до колена. Моторной иннервации не имеет [4].

Д. Запирательный нерв исходит из передней части передних ветвей корешков спинальных нервов L2–4. Это смешанный нерв, снабжающий **моторной иннервацией приводящие мышцы бедра и отдающий суставные ветви к тазобедренному и коленному суставам**. Кроме того, запирательный нерв снабжает разнообразными чувствительными волокнами кожу задне-срединной части дистального отдела бедра; эта иннервация **может отсутствовать у 50% людей** [5].

- 1. Запирательный нерв** исходит из медиального края поясничной мышцы, спускается вдоль боковой стенки таза близко к ниже-боковой стенке мочевого пузыря, пока не войдет в приводящие мышцы середины бедра, пройдя через запирательное отверстие. Вскоре после выхода из запирательного отверстия запирательный нерв делится на переднюю и заднюю части.
- 2. Передняя часть** спускается глубоко к приводящей длинной (ПД) и гребешковой и, поверхностнее, к короткой приводящей (КП) и запирательной наружной [5–7] мышцам. Он дает мышечные ветви к поверхностным приводящим мышцам (ПД, КП и тонкой) и суставные ветви к передне-срединной поверхности тазобедренного сустава. Иногда он обеспечивает кожную ветвь к задне-срединной части дистального отдела бедра.
- 3. Задняя часть** спускается глубоко к КП мышце и поверхностно от большой приводящей (БП) мышцы, сразу немного латеральнее передней части в парасагиттальной плоскости [5–7]. Задняя часть спускается с БА внутри приводящего канала и заканчивается выходя через приводящую щель в подколенную ямку. Задняя часть отдает **мышечные ветви к БП и запирательной наружной мышце**, равно как и суставную ветвь к задней поверхности коленного сустава [5].

III. Показания

- А. Блокада поясничного сплетения в фасциальном пространстве поясничной мышцы** в сочетании с блокадой седалищного нерва может обеспечить **хирургическую анестезию** всей нижней конечности, включая тазобедренный сустав. Для хирургической анестезии тазобедренного сустава эту блокаду (бедренный, латеральный бедренный кожный и запирательный нервы) необходимо сочетать с блокадой крестцового сплетения, которая блокирует не только седалищный нерв, но и нервы к квадратной мышце бедра и верхний ягодичный нерв, которые являются ветвями, покидающими крестцовое сплетение проксимальнее классического ягодичного доступа при блокаде седалищного нерва. Блокада только поясничного сплетения или БН обеспечит хирургическую анестезию для поверхностных операций на передней поверхности бедра. Наиболее типичным показанием к блокаде фасциального пространства поясничной мышцы является обеспечение **послеоперационной анальгезии после больших операций на тазобедренном суставе**. Как правило, методика с одной инъекцией обе-

спечит достаточную послеоперационную аналгезию после первичной артропластики тазобедренного сустава, но после ревизии (повторной) артропластики тазобедренного сустава может быть предпочтительнее расширенная аналгезия при помощи постоянного катетера в фасциальном пространстве.

- Б. Блокада БН** — наиболее часто выполняемая блокада нижних конечностей. Блокада БН с помощью одной инъекции обеспечит хирургическую анестезию для **поверхностных операций на передней части бедра**, а с использованием длительно действующих местных анестетиков (МА) она обеспечит **послеоперационную аналгезию после операций на бедренной кости и коленном суставе**. Наиболее типичные показания как для одноинъекционной, так и постоянной блокады БН — послеоперационная аналгезия после больших операций на колене, таких как тотальное протезирование коленного сустава или реконструкция передней крестообразной связки.
- В. Отдельно блокаду ЛКНБ** можно использовать для кожных операций на боковой поверхности бедра. Еще более типично ее применение как диагностической блокады нерва для подтверждения диагноза невралгии ЛКНБ, более известной как *meralgia paresthetica*.
- Г. Блокада запирающего нерва (БЗН)** типично применяется для **лечения спазма приводящей мышцы**, связанного с такими неврологическими расстройствами, как инсульт, рассеянный склероз или детский церебральный паралич. БЗН иногда показана для подавления **запирающего рефлекса, связанного с трансуретральной резекцией боковой стенки мочевого пузыря**. Активация запирающего рефлекса может привести к внезапному резкому приведению ипсилатерального бедра, которое не только мешает операции, но может также повысить риск перфорации стенки мочевого пузыря или разрыва сосуда резектоскопом. Кроме того, было продемонстрировано, что БЗН обеспечивает снижение потребности в опиоидах у пациентов после ТУР при добавлении к блокаде седалищного и бедренного нервов.
- Д. Блокаду подкожного нерва** можно использовать в сочетании с дистальной блокадой седалищного нерва для обеспечения полной анестезии нижней части ноги. Преимуществом этого подхода является хирургическая анестезия нижней части ноги, лодыжек и стоп без блокирования подколенного сухожилия (что происходит при более проксимальной блокаде седалищного нерва) или четырехглавой мышцы (блокаде БН).

IV. Выбор местного анестетика

Выбор МА для больших блокад поясничного сплетения (блокада фасциального пространства поясничной мышцы и бедренно-фасциальная подвздошная блокада) зависит от требований к скорости развития анестезии и длительности аналгезии при методиках с одной инъекцией. С появлением постоянных **методик с периферическим периневральным катетером**, анестезиологи получили преимущество обеспечения быстрого развития хирургической блокады введением коротко действующих МА (табл. 15.1) через иглу или катетер (первичная анестезирующая блокада). В дальнейшем, **инфузию** разведенного МА, обладающего способностью вызывать сенсорную моторную диссоциацию (чаще всего

используют 0,2%-й ропивакаин или 0,125%-й бупивакаин) (табл. 15.2), можно использовать для обеспечения оптимального баланса послеоперационной анальгезии с меньшим моторным блоком для улучшения послеоперационной реабилитации и восстановления. Если в качестве первичной анестезии выбрана методика центральной аксиальной блокады, нагрузочную дозу (10—15 мл) анальгетической инфузии 0,2%-й ропивакаина можно начать во время операции. Типичный послеоперационный режим состоит из постоянной анальгетической инфузии 4—8 мл/ч с контролируемым пациентом болюсным введением 2—3 мл каждые 20 мин — или без него.

Таблица 15.1

**Выбор местного анестетика для задней блокады поясничного сплетения
(в фасциальном пространстве поясничной мышцы)**

Местный анестетик	Развитие действия (мин)	Длительность анестезии (ч)	Длительность анальгезии (ч)
Лидокаин 2%-й с бикарбонатом натрия и адреналином 1:400	10—20	5—6	5—8
Мепивакаин 1,5%-й с бикарбонатом натрия и адреналином 1:400	10—15	3—5	3—6
Ропивакаин 0,5%-й	15—20	4—6	6—10

Таблица 15.2

Выбор местного анестетика для бедренно-фасциальной подвздошной блокады

Местный анестетик	Развитие действия (мин)	Длительность анестезии (ч)	Длительность анальгезии (ч)
Лидокаин 2%-й с бикарбонатом натрия и адреналином 1:400	10—20	2—5	3—8
Мепивакаин 1,5%-й с бикарбонатом натрия и адреналином 1:400	10—15	3—5	3—8
Ропивакаин 0,5%-й	15—30	4—8	6—12
Бупивакаин 0,5%-й	15—30	5—15	8—24

V. Методики

Ниже описаны наиболее типичные методики для анестезии поясничного сплетения и его индивидуальных ветвей. Будут обсуждены методики с периферическим нейростимулятором, сфокусированные на поверхностных анатомических ориентирах и вызванных моторных реакциях (ВМР), равно как методики с УЗ-наведением (если они доступны). Кроме того, будут описаны как методики с одной инъекцией, так и с постоянным периферическим перинеуральным катетером. Методики с парестезией для блокад нижних конечностей обычно не применяются.

А. Задняя блокада поясничного сплетения (в фасциальном пространстве поясничной мышцы). Поясничное сплетение обычно располагается (и блокируется) в толще большой поясничной мышцы в месте слияния задней трети и передних двух третей мышцы [1—3]. Поясничное сплетение, как правило, располагается в 2—3 см кпереди от поперечного отростка поясничного позвонка [8—10]. Знание этих анатомических деталей позволяет повысить успешность и снизить потенциальные риски серьезных осложнений. Поскольку этот доступ близок к центральному нейроаксиальному пространству, рекомендуется, чтобы подготовка пациента включала стандартный мониторинг (постоянная пульсоксиметрия, электрокардиограмма и периодическое неинвазивное измерение АД). Кроме того, лекарства и оборудование для поддержания проходимости дыхательных путей должны быть доступны для немедленного применения. Описана методика Capdevila с соавторами, с использованием периферического нейростимулятора [8—10].

- 1. Положение пациента.** Пациент лежит на боку оперируемым бедром вверх, с согнутыми в тазобедренных суставах ногами и небольшим наклоном вперед.
- 2. Наружные анатомические ориентиры.** Идентифицируют подвздошные гребни и остистый отросток четвертого поясничного позвонка (L4). Рисуют линию, соединяющую подвздошные гребни (межгребневая линия). Вторую линию рисуют через центр остистого отростка L4 перпендикулярно межгребневой линии. Третью линию рисуют параллельно второй (обозначающей позвончик) через заднюю верхнюю подвздошную ось (ЗВПО). Точка введения иглы расположена на межгребневой линии на границе между латеральной третью и медиальными двумя третями линии, составляющей вторую линию (обозначающую центр позвончика) и третью линию (обозначающую центр ЗВПО) (рис. 15.2).

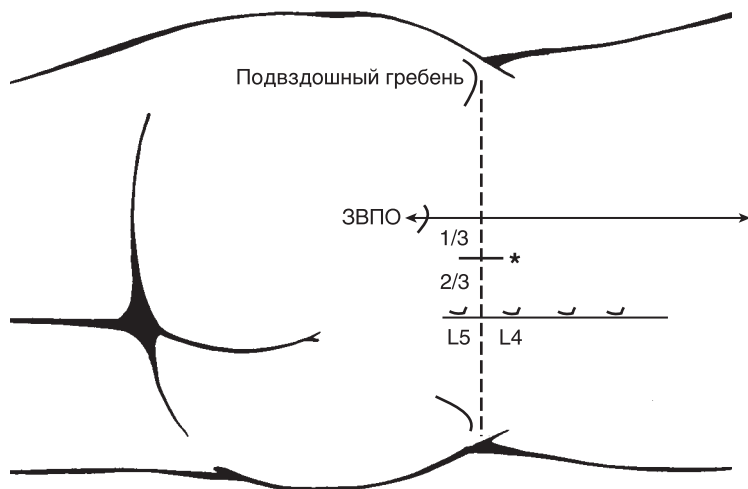


Рис. 15.2. Кожные ориентиры поясничной компартментной блокады. (Воспроизведено из: Capdevila X, Macaire P, Dadure C, *et al.* Continuous psoas compartment block for postoperative analgesia after total hip arthroplasty: new landmarks, technical guidelines, and clinical evaluation. *Anesth Analg* 2002;94:1606—1613.)

3. После асептической обработки кожи и обкладывания с последующей инфильтрацией предполагаемой точки введения иглы, **стимулирующую иглу** (обычно 20—21 G длиной 100—150 мм) медленно продвигают под прямым углом во фронтальной плоскости к телу (рис. 15.3). Стимулирующую иглу присоединяют к периферическому нейростимулятору (обычно настроенному на 1,5—2,0 мА, 2 Гц, 100 мкс) и шприцу с МА.
4. Цель — продвигать иглу до **контакта с поперечным отростком поясничного позвонка** (предположительно L4). Для попытки локализовать поперечный отросток есть следующие основания. Расстояние от кожи до поясничного сплетения обычно составляет 60—100 мм, в зависимости от пола и индекса массы тела (ИМТ). Напротив, **расстояние от поперечного отростка до поясничного сплетения варьирует в диапазоне 15—20 мм со средним значением 18 мм, независимо от пола и ИМТ.**
5. После контакта с поперечным отростком иглу подтягивают на 0,2 см и перенаправляют под поперечный отросток и продвигают до получения желаемой реакции на стимуляцию. Желаемым являются **сокращения четырехглавой мышцы бедра (СЧМ)** и положение кончика стимулирующей иглы (или катетера) полагают адекватным, если выход тока составляет 0,5—1,0 мА. Если СЧМ не получено после продвижения



Рис. 15.3. Блокада фасциального пространства поясничной мышцы. Иглу длиной 10 см вводят перпендикулярно коже до ощущения потери сопротивления (аналогично эпидуральному введению). В этой точке попадание в компартмент можно подтвердить появлением реакции на нейростимулятор. Если нужна длительная анальгезия, можно установить катетер

иглы на **20—30 мм за поперечный отросток**, иглу подтягивают и пере-направляют дробно по 15° в медиально-латеральной плоскости (перпендикулярно краниально-каудальному ходу БН внутри поясничной мышцы) до получения СЧМ.

6. После оптимизации положения кончика стимулирующей иглы выполняют аспирацию и вводят тест-дозу 3 мл для подтверждения отсутствия внутрисосудистого или центрально аксиального расположения введенного МА. Обычно вводят **25—35 мл МА** дробно, с частой аспирацией для снижения потенциально риска внутрисосудистого введения. Обычное время развития блокады составляет 15—30 мин, в зависимости от типа и общего объема введенного МА.
7. **Методику с постоянным катетером** можно использовать для проведения длительной анальгезии. Доступ точно такой же, как при методике с одной инъекцией, за исключением следующего. Для локализации поясничного сплетения обычно используется изолированная стимулирующая игла Туохи более крупного калибра (17—18 G). После локализации поясничного сплетения по методике с одной инъекцией, в иглу Туохи вводят катетер 19—20 G и продвигают не более чем на 2 см за ее кончик. Затем иглу удаляют по катетеру и фиксируют стерильным прозрачным пластырем. Проксимальный конец катетера присоединяют к автоматическому инфузионному насосу.

8. Клинически полезные замечания

- а. Контакт с **поперечным отростком** — ключевой этап для безопасности. Продвижение иглы более чем на 20—30 мм глубже поперечного отростка существенно повышает потенциальный риск ретроперитонеального введения.
- б. Необходимо добиваться правильной вызванной мышечной реакции (ВМР). Стимуляция запирающего нерва приводит к ВМР приводящих мышц, и на нее не следует обращать внимания по двум причинам: (1) запирающий нерв может быть в отдельной мышечно-фасциальной плоскости от БН и ЛКНБ [1, 2], и (2) ВМР запирающего нерва смещает кончик иглы более медиально относительно поясничной мышцы. Расстояние между наружным краем поясничной мышцы и срединной сагиттальной плоскостью составляет всего $2,7 \pm 0,6$ см [2]. Следовательно, подведение кончика иглы в середину может повысить потенциальный риск непреднамеренной центральной аксиальной анестезии. Получение крестцовых ВМР (таких как сокращения подколенного сухожилия, дорсальное или подошвенное сгибание лодыжки) указывает на то, что кончик иглы находится слишком каудально от уровня пояснично-крестцового ствола, что потенциально может стать причиной неудачного или неполного блока поясничного сплетения.

Б. Передняя блокада поясничного сплетения. БН можно блокировать разными способами. **Параваскулярный доступ** на несколько сантиметров каудальнее паховой связки с использованием методики с периферическим нейростимулятором все еще остается наиболее часто применяемой методикой. Доступ с УЗ-наведением, прямо визуализирующим параваскулярное расположение БН (обычно сразу латеральнее БА) глубже подвздошной фасции, еще более увеличил его популярность. И наконец, **доступ**

через подвздошную фасцию просто основывается на ожидании «потери сопротивления» или «двойного хлопка» в момент, когда тупая игла проходит через широкую фасцию и затем через подвздошную фасцию. Несмотря на кажущееся различие доступов этих трех методик, они имеют один общий анатомический компонент. БН всегда расположен глубже подвздошной фасции в фасциальном футляре отдельно от БА и вены (которые лежат внутри бедренного фасциального футляра, но поверхностнее подвздошной фасции).

1. Блокада БН (доступ с периферическим нейростимулятором) (рис. 15.4)

- а. **Положение пациента.** Пациент лежит на спине, оперируемая нога слегка отведена на $10\text{--}20^\circ$.
- б. **Наружные анатомические ориентиры.** Идентифицируют паховую складку (ПС), типично расположенную на $2\text{--}5$ см каудальнее паховой связки и идущую от середины тела к боковой поверхности в направлении снизу вверх и латерально. Точка введения иглы расположена вдоль ПС сразу латеральнее ($1\text{--}2$ см) пальпируемого пульса БА. На этом уровне БН всегда лежит латеральнее БА, менее глубоко и шире по сравнению с его локализацией на уровне паховой связки [11].
- в. После асептической подготовки кожи и обкладывания с последующей инфильтрацией МА кожи в предполагаемом месте введения иглы **стимулирующую иглу** 22 G длиной 50 мм присоединяют к периферическому нейростимулятору (обычно настроенному на $1,5\text{--}2,0$ мА, 2 Гц, 100 мкс) и к шприцу с МА.
- г. Палец одной руки устанавливают на пульсацию БА. Другая рука вводит иглу **сразу латеральнее пульсации БА** под углом $45\text{--}60^\circ$ к коже. Иглу медленно продвигают глубже и слегка в краниальном направлении,

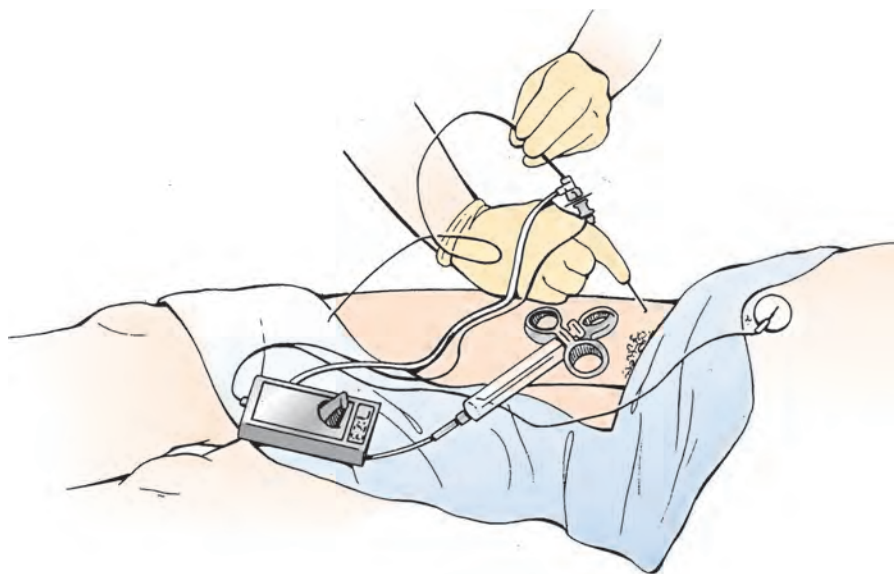


Рис. 15.4. Блокада бедренного нерва с нейростимулятором. Иглу вводят латеральнее артерии и получают парестезию или моторную реакцию. Если используется игла достаточно большого размера, можно установить постоянный катетер

наблюдая за ВМР. Часто первым наблюдаемым ВМР оказывается сокращение портняжной мышцы, которое обычно приводит к сокращению передне-срединной части бедра, но без видимых сокращений четырехглавой мышцы. **Портняжную ВМР не следует принимать во внимание**, так как она указывает на то, что игла находится недостаточно глубоко: портняжную мышцу иннервирует передняя часть БН, и она обычно расположена поверхностнее подвздошной фасции.

- д. Если получена ВМР с портняжной мышцы, предлагается постепенный и систематический подход. Первым шагом должно быть продвижение иглы немного глубже (обычно не более чем на 1—2 см) до получения СЧМ, подтверждением которых становятся видимые и пальпируемые краниальные движения надколенника («подергивания надколенника»). Если после простого продвижения иглы глубже СЧМ не получено, иглу подтягивают до возврата портняжных ВСМ. Затем иглу перенаправляют немного латеральнее, продвигают на 1—2 см до получения СЧМ. Если СЧМ не получены после нескольких латеральных изменений направления, иглу возвращают в исходную точку введения и угол, и затем перенаправляют слегка медиально до получения СЧМ.
- е. Финальное положение иглы подбирают до тех пор, пока СЧМ все еще появляются при токе на выходе между 0,2 и 0,5 мА. В этой точке выполняют аспирацию и вводят тест-дозу 3 мл для исключения внутрисосудистого введения МА. Как правило, **20—30 мл МА дробно вводят** с частыми аспирациями для снижения риска внутрисосудистого введения. Типичное время начала действия блокады БН варьирует от 10 до 30 мин, в зависимости от типа и общего объема использованного МА. Например, 20 мл лидокаина 2% с 50 мкг адреналина начнут действовать через 10—20 мин, после этого хирургическая анестезия будет длиться 2—5 ч и послеоперационная анальгезия 8—24 ч.
- ж. Если нужна послеоперационная анальгезия более 12—24 ч, показана **методика с постоянным бедренным перинеуральным катетером**. Анатомические ориентиры для этой методики такие же, как и при методике с одной инъекцией. Обычно для локализации бедренного нерва используют изолированную иглу Туохи большего калибра (17 или 18 G). После локализации БН катетер 19—20 G вводят в иглу Туохи и продвигают не более чем на 3—5 см за кончик иглы. Затем иглу по катетеру удаляют, и последний фиксируют на месте стерильным прозрачным липким пластырем. Проксимальный конец катетера затем присоединяют к автоматическому инфузионному насосу.
- з. **Клинически важные замечания.** Ключом к успеху блокады БН является установка кончика иглы (и катетера) **глубже подвздошной фасции**. Попытки продвинуть катетер на 10—20 см за кончик иглы для достижения более проксимальных порций ветвей поясничного сплетения (классический, но анатомически некорректно названный, блок «три-в-одном») предпринимать не следует. Клинические исследования показали, что кончик катетера часто будет уходить медиально или латерально от БН, в результате чего может не получиться блокада запирающего нерва [12]. Кроме того, заведение

катетера так далеко за кончик иглы теоретически может повысить риск скручивания катетера или даже его узлообразования.

2. **Блокада подвздошной фасции** («потеря сопротивления или двойной хлопок») — **самый простой доступ** для блокады БН, не требующий ни нейростимулятора, ни УЗ-аппарата. В опытных руках эта методика успешна в 80—90% случаев [13, 14].

а. Положение пациента. Пациент **лежит на спине**, паховая область оперируемой стороны обнажена.

- б. Анатомические ориентиры** включают **ПВПО и лобковый бугорок**. Рисуют линию, соединяющую ПВПО и лобковый бугорок, соответствующую кожной проекции паховой связки. Классически описываемая точка введения иглы лежит на **1 см ниже слияния латеральной трети и медиальных двух третей** паховой связки (рис. 15.5).

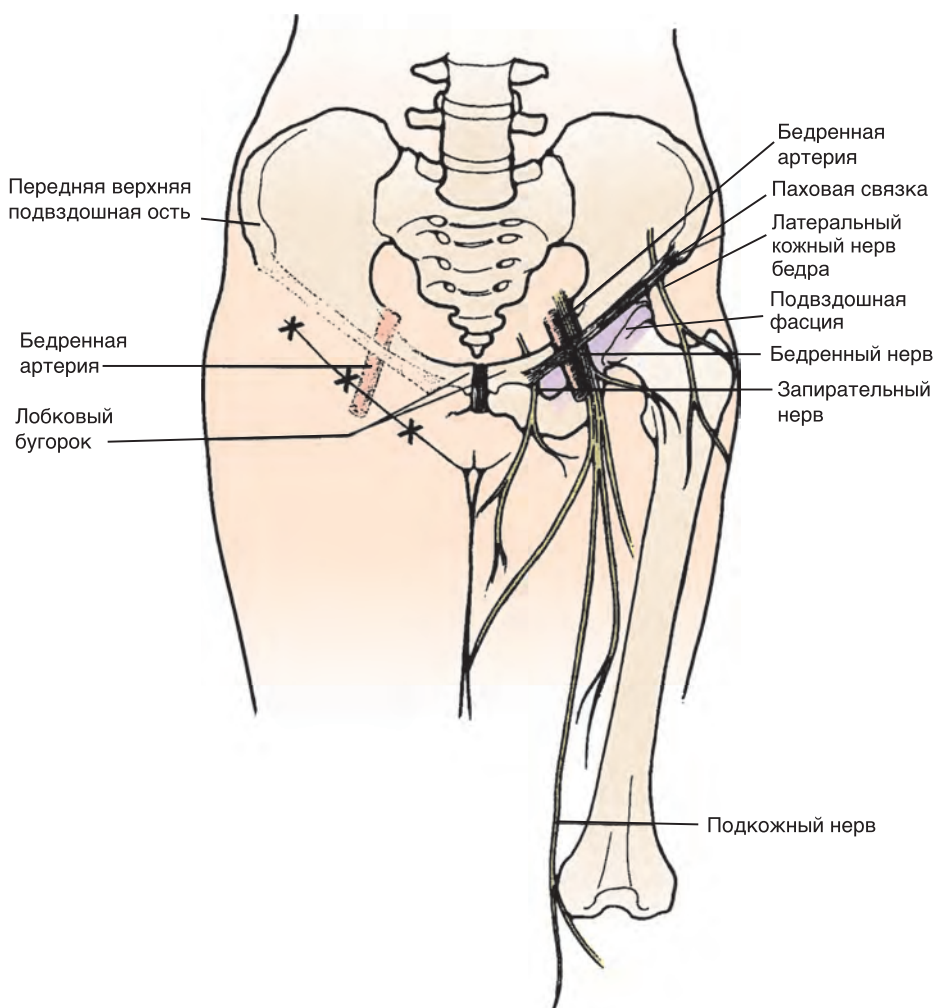


Рис. 15.5. Поверхностные ориентиры для блокады переднего поясничного сплетения ветвей к паху

- в. После асептической подготовки кожи и обкладывания с последующей инфильтрацией МА кожи в предполагаемом месте введения иглы, иглу Туохи 17—18 G присоединяют к шприцу с МА.
- г. Иглу медленно продвигают под углом 60—80° к коже до ощущения двух отчетливых потерь сопротивления (или двойного хлопка), когда игла прокалывает широкую фасцию и затем подвздошную фасцию. После прокола подвздошной фасции угол иглы уменьшают приблизительно до 30—45° и продвигают еще на несколько миллиметров. После аспирации для исключения внутрисосудистого положения кончика иглы дробно вводят 30 мл МА. Для медиального распространения внутри компартмента подвздошной фасции по направлению к БН обычно требуется больший объем, чем при использовании периферического нейростимулятора или УЗ-наведении.
- д. Если нужна методика с постоянным катетером, катетер 19—20 G вводят в иглу Туохи и продвигают на 3—5 см за ее кончик [14]. Затем иглу извлекают по катетеру и последний фиксируют на месте стерильным прозрачным липким пластырем. Проксимальный конец катетера затем присоединяют к автоматическому инфузионному насосу.
- е. **Клинически полезные замечания.** Ощутить два отчетливых хлопка может быть не просто. Ощущение «потери сопротивления» можно усилить, если срез иглы Туохи сориентировать каудально, в результате чего два фасциальных слоя будет прокалывать тупая часть кончика иглы. При выполнении методики с постоянным катетером ориентируют срез иглы Туохи медиально, прежде чем провести катетер за кончик иглы, так как это может способствовать более медиальной миграции кончика катетера (и МА), по направлению к медиально расположенному БН.
3. **Блокада бедренного нерва через подвздошную фасцию под УЗ-наведением** — одно из самых простых и наиболее успешное применение УЗ-наведения при блокадах нервов. Результаты множества исследований показали, что блокада бедренного нерва через подвздошную фасцию под УЗ-наведением улучшает сенсорную блокаду и время начала действия, а также значительно снижает минимально эффективный объем МА, по сравнению с методикой с нейростимулятором [15—17]. При УЗ-наведении контур БН может выглядеть **треугольным, круглым или овальным** (рис. 15.6). БН, как правило, расположен латеральнее либо видимой пульсации БА, либо глубокой бедренной артерии на уровне ПС. Еще более важно, что можно наблюдать в режиме реального времени кончик иглы или катетера при проколе подвздошной фасции, и, соответственно, распределение МА глубже подвздошной фасции и БН.
- а. **Положение пациента.** Пациент лежит на спине, паховая область оперируемой стороны обнажена.
- б. **Выбор датчика.** Для этой блокады обычно используют **высокочастотный линейный датчик (8—12 МГц)**. Глубина 3—4 см достаточна для визуализации БН, подвздошной фасции и БА/бедренной вены.
- в. **Установка датчика и ультразвуковая анатомия.** УЗ-датчик сначала устанавливают перпендикулярно коже и параллельно паховой складке.

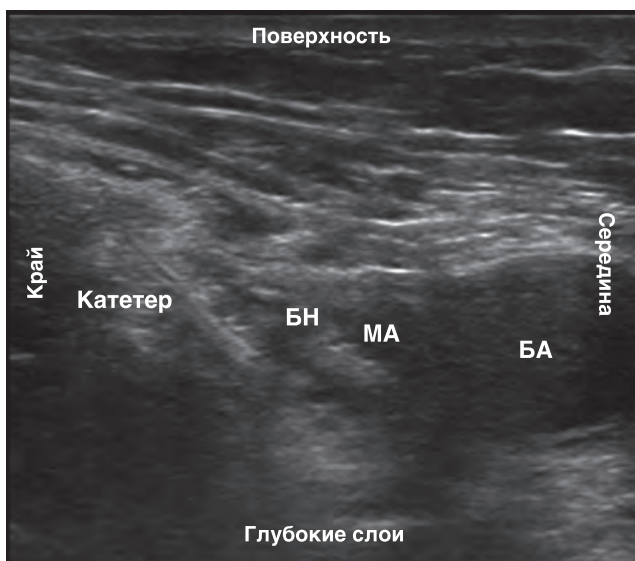


Рис. 15.6. Ультразвуковая анатомия блокады бедренного нерва. Бедренную артерию (БА) легко идентифицировать в паху как гипоехогенную пульсирующую структуру. Бедренный нерв (БН) лежит латеральнее артерии и ниже подвздошной фасции. Игла, правильно введенная сбоку, будет проходить через эту фасцию, и инъекция местного анестетика (МА) в этой плоскости выше подвздошной мышцы «приподнимет» бедренный нерв и окружит его с гипоехогенной тенью, которая будет акцентировать сам нерв

- (1) Затем положение датчика регулируют (двигая слегка краниально—каудально, медиально—латерально и краниально—каудально изменяя угол наклона) для **оптимизации вида целевых структур**.
 - (2) В этой точке наиболее распознаваемой структурой обычно является **круглая, пульсирующая, несжимаемая и гипоехогенная БА**. Медиальнее БА лежит **большая по размеру и легко сжимаемая бедренная вена**. БН выглядит гипоехогенной структурой, сразу латеральнее и немного глубже БА. Широкая и подвздошная фасции выглядят гиперэхогенными линейными структурами, идущими медиально—латерально, перпендикулярно короткой оси БН и БА (см. рис. 15.6). Широкая фасция поверхностнее подвздошной фасции, а та, в свою очередь, поверхностнее БН. По ходу подвздошной фасции медиально, она утолщается и становится подвздошно-гребешковой связкой и лежит глубже БА и бедренной вены.
- г. Методика введения иглы**
- (1) После асептической подготовки кожи и обкладывания с последующей инфильтрацией МА кожи в предполагаемом месте введения иглы, стимулирующую иглу 22 G длиной 50 мм присоединяют к шприцу с МА.
 - (2) После выведения **целевых невралгических структур в центр экрана** иглу устанавливают сразу латеральнее латерального края

УЗ-датчика и продвигают **в плоскости датчика (к УЗ-лучу)** под соответствующим углом к целевым структурам. При этой методике игла будет визуализироваться при подходе к БН из верхнебоковой части экрана и идти немного глубже и медиальнее. Хотя внеплоскостные доступы тоже использовались, доступ в плоскости предпочтителен, так как улучшает визуализацию кончика иглы, проходящего через подвздошную фасцию.

- (3) **Рекомендованной перинеуральной целью является установка иглы сразу глубже подвздошной фасции и латеральнее края БН.** В этой точке вводят МА и в режиме реального времени наблюдают за его распределением глубже подвздошной фасции и вокруг БН. Обычно от 15 до 25 мл — это все, что нужно для удовлетворительного распределения МА вокруг БН.

д. Если показана **методика с постоянным катетером**, обычно для первичного введения кончика иглы и МА глубже подвздошной фасции используется изолированная стимулирующая игла Туохи большего калибра (17—18 G). После распространения МА вокруг БН (после инъекции из кончика иглы) УЗ-датчик устанавливают сбоку, в пределах стерильного поля. **Катетер 19—20 G** вводят в иглу Туохи и продвигают **не более, чем на 3—5 см за кончик иглы.** В этой точке УЗ-датчик устанавливают над исходной зоной и дополнительные 3—5 мл МА вводят через катетер, наблюдая за распределением МА вокруг БН и глубже подвздошной фасции для того, чтобы убедиться в правильном положении кончика катетера. Затем иглу извлекают по катетеру и последний фиксируют на месте стерильным прозрачным липким пластырем. Проксимальный конец катетера затем присоединяют к автоматическому инфузионному насосу.

В. Блокада подкожного нерва (ПКН). ПКН можно блокировать на нескольких уровнях, в зависимости от анатомической области, анестезия которой необходима для хирургического вмешательства, с желательной минимизацией выраженности моторного блока. Поскольку ПКН является **терминальной ветвью задней части БН**, блокада БН, как правило, будет обеспечивать и блокаду ПКН. Значительным недостатком блокады БН является сопутствующий моторный блок четырехглавой мышцы. Блокада ПКН чаще всего показана для обеспечения кожной анестезии медиальной поверхности голени, и в сочетании с блокадой дистального седалищного нерва в подколенной ямке, она обеспечивает полную анестезию при операциях на голени, лодыжках и стопе. Традиционным подходом к блокаде ПКН была полевая блокада ниже колена введением **подкожного кольца из МА**, распространяющегося от бугристости большеберцовой кости до задне-срединной поверхности икры. Этот подход ассоциируется с высокой частотой неудач, так как ПКН на этом уровне имеет множество ветвей, что повышает вероятность неполной блокады [18]. При сравнении с нижней частью ноги ход ПКН в дистальной части бедра более постоянен. В дистальной части бедра ПКН выходит из приводящего канала предсказуемым образом, в сопровождении нисходящей коленной артерии. После выхода из приводящего канала ПКН и нисходящая коленная артерия спускаются к голени в фасциальной плоскости вместе с портняжной мышцей, прилежащей к медиальной широкой мышце бедра. ПКН

(который лежит глубже портняжной мышцы) на этом уровне можно заблокировать при помощи периферического нейростимулятора или под УЗ-наведением [18—20]. Клиническими исследованиями подтверждено, что **блокада ПКН у дистальной части бедра ассоциируется с самым высоким уровнем успешности [18]**. Поэтому будут описаны доступы с периферическим нейростимулятором и УЗ-наведением.

1. Чреспортняжный доступ с наведением при помощи нейростимулятора

- а. **Положение пациента.** Пациент лежит на спине, блокируемая нога слегка отведена и ротирована наружу.
- б. Анатомическим ориентиром является **портняжная мышца**, расположенная сразу выше медиального края надколенника. Идентификацию портняжной мышцы можно облегчить, просто попросив пациента приподнять разогнутую ногу на 5—10 см. Предполагаемая точка введения иглы на **3—4 см выше и 6—8 см кзади от верхне-медиального края надколенника**.
- в. После асептической подготовки кожи и обкладывания с последующей инфильтрацией МА кожи в предполагаемом месте введения иглы, стимулирующую иглу 22 G длиной 50 мм присоединяют к периферическому нейростимулятору (обычно настроенному на 1,5—2,0 мА, 2 Гц, 100 мкс) и шприцу с МА.
- г. Стимулирующую иглу вводят слегка каудально под углом 45° слегка кзади от фронтальной плоскости через тело портняжной мышцы. Иглу продвигают до легкого ощущения потери сопротивления в момент, когда игла проходит через заднюю границу портняжной мышцы и входит в плоскость подпортняжных тканей на глубине 3—5 см. В этой точке пациент должен сообщить о **парестезии распространяющейся вниз к медиальной лодыжке**.
- д. Окончательное положение иглы подбирают до получения парестезии при токе на выходе 0,6 мА или менее. После аспирации и введения тест-дозы 3 мл МА с отрицательным результатом вводят дополнительно 7 мл МА.

2. Блок ПКН под УЗ-наведением.

- а. **Положение пациента.** Пациент лежит на спине, блокируемая нога слегка отведена и ротирована наружу.
- б. **Выбор датчика.** Для этой блокады обычно используют **высококачественный линейный датчик (8—12 МГц)**. Глубина 3—5 см достаточна для визуализации мышечных слоев.
- в. **Установка датчика и ультразвуковая анатомия.** УЗ-датчик сначала устанавливают **перпендикулярно длинной оси оперируемой конечности вдоль медиальной поверхности бедра на 5—7 см проксимальнее верхнего края надколенника**.
 - (1) Положение датчика регулируют до визуализации типичной картины слоя подпортняжной ткани (рис. 15.7).
 - (2) Портняжная мышца расположена позади медиальной широкой мышцы бедра. Сразу глубже портняжной мышцы и поверхностнее тонкой мышцы подкожный нерв можно видеть как круглую или овальную гиперэхогенную структуру внутри подпортняжного компартмента, проложенную между этими двумя мышцами.
 - (3) Прямо прилежащая к ПКН **нисходящая коленная артерия** идентифицируется как небольшая гипоэхогенная пульсирующая

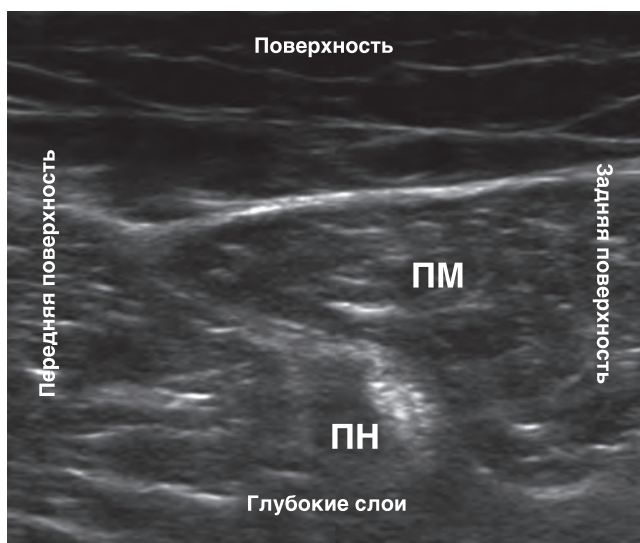


Рис. 15.7. Ультразвуковая анатомия подкожного нерва. На уровне нижней части бедра подкожный нерв (ПН) проходит сквозь приводящую фасцию и появляется как гиперэхогенный образ под телом портняжной мышцы (ПМ)

структура, что можно подтвердить при помощи цветного или пульсирующего волнового Допплера.

г. Методика введения иглы

- (1) После асептической подготовки кожи и обкладывания с последующей инфильтрацией МА кожи в предполагаемом месте введения иглы, стимулирующую иглу 22 G длиной 50 мм присоединяют к периферическому нейростимулятору (обычно настроенному на 1,5—2,0 мА, 2 Гц, 100 мкс) и шприцу с МА.
- (2) После выведения целевых невралных структур в центр экрана на иглу устанавливают рядом с передне-срединным краем УЗ-датчика и продвигают **в плоскости датчика** (к УЗ-лучу) в заднем направлении под соответствующим углом к целевым структурам.
- (3) **Оптимально** положение иглы соседствует с ПКН, когда он виден, или нисходящей коленной артерией (когда ПКН виден не идеально) в плоскости подпортняжных тканей. В этой же точке можно активировать периферический нейростимулятор, что может вызвать парестезии на медиальной поверхности голени вниз, к медиальной лодыжке.
- (4) После аспирации для исключения внутрисосудистого введения вводят **5—10 мл МА**. Выполняют оценку инъекции МА в режиме реального времени, для того чтобы убедиться в удовлетворительном периневральном распределении в субпортняжной фасциальной плоскости.

Г. Блокада запирающего нерва

1. **Традиционная методика** выполнения БЗН использовала в качестве анатомического ориентира лобковый бугорок. Первичная точка введения

иглы лежала на 2 см каудальнее и 2 см латеральнее лобкового бугорка. Стимулирующую иглу вводили перпендикулярно коже до контакта с нижним краем верхней лобковой ветви. Иглу перенаправляли далее кзади и слегка латерально (с целью обойти нижний край верхней лобковой ветви) по направлению к запирательному отверстию до получения ВМР с приводящей мышцы. Этот подход ассоциировался с некоторой степенью дискомфорта для пациента. Кроме того, запирательные сосуды и их анастомозы с наружными подвздошными сосудами расположены близко к запирательному отверстию и представляют опасность гематомы или кровотечения.

2. Был описан новый, «паховый доступ» с периферическим нейростимулятором, который ассоциируется с меньшим дискомфортом и более быстрым выполнением блокады по сравнению с традиционным [6]. Поэтому будет описан паховый доступ к БЗН. Кроме того, еще более новый подход к БЗН с **УЗ-наведением** устанавливает иглу в то же самое положение, что и паховый доступ с периферическим нейростимулятором [7]. Таким образом, оба метода дополняют друг друга и для подтверждения положения кончика иглы их можно использовать вместе.
 - а. **Положение пациента.** Пациент **лежит на спине**, блокируемая нога слегка отведена и ротирована наружу.
 - б. Пациента просят **согнуть бедро**, идентифицируют и маркируют ПС. Идентифицируют **сухожилие приводящей длинной (ПД) мышцы** как наиболее поверхностное пальпируемое сухожилие в верхней медиальной части бедра. Идентифицируют **бедренную пульсацию** при помощи пальпации (или Допплера) над паховой складкой. Предполагаемое место введения иглы лежит на середине между внутренним краем сухожилия приводящей длинной мышцы и артериальной пульсацией на бедре (рис. 15.8). На этом уровне запирательный нерв расщепляется на его переднюю (глубже ПД и гребешковой мышц, но поверхностнее приводящей короткой мышцы) и заднюю части (глубже приводящей короткой и поверхностнее приводящей большой).
 - в. После асептической подготовки кожи и обкалывания с последующей инфильтрацией МА кожи в предполагаемом месте введения иглы, стимулирующую иглу 22 G длиной 75—100 мм присоединяют к периферическому нейростимулятору (обычно настроенному на 1,5—2,0 мА, 2 Гц, 100 мкс) и шприцу с МА.
 - г. Стимулирующую иглу продвигают под углом **30° в краниальном** направлении до получения ВМР с **ПД или тонкой мышцей** при токе на выходе ниже 0,5 мА (см. рис. 15.8). Это должно привести к сокращению передней части внутреннего бедра. **Передняя часть обычно расположена на 38 ± 9 мм от кожи**. После аспирации для исключения внутрисосудистого введения вводят 5 мл МА для блокирования передней части.
 - д. Стимулирующую иглу слегка подтягивают, перенаправляют на **5° латеральнее** и продвигают (с током на выходе 1,0 мА). ВМР с большой приводящей мышцы получают при токе на выходе 0,5 мА или ниже. Это должно привести к сокращению **задней части мышц внутренней поверхности бедра** вместе с заметным приведением верхней части ноги. Задняя часть нерва обычно расположена на **45 ± 7 мм от кожи**.

После аспирации для исключения внутрисосудистого введения вводят 5 мл МА для блокирования задней части.

- е. **Клинически полезные замечания.** Сгибание и приведение бедра пациентом по просьбе анестезиолога значительно облегчают **идентификацию сухожилия ПД**. Поскольку кожные чувствительные ветви запирающего нерва отсутствуют у более 50% людей, единственным надежным методом подтверждения БЗН остается тестирование на снижение силы приведения бедра. Не следует ожидать полной моторной приводящей блокады, так как большеберцовая ветвь седалищного нерва снабжает медиальную поверхность ПМ.
3. **БЗН под УЗ-наведением (паховая)** основана на идентификации мышечных слоев окружающих как общий запирающий нерв, так и переднюю/заднюю части по мере того, как они спускаются дальше на бедро.
- а. **Положение пациента.** Пациент **лежит на спине**, блокируемая нога слегка отведена и ротирована наружу.
- б. **Выбор датчика.** Для этой блокады обычно используют **высокочастотный линейный датчик (8–12 МГц)**. Глубина **4–5 см** достаточна для визуализации запирающего нерва и окружающих мышечных и сосудистых структур.

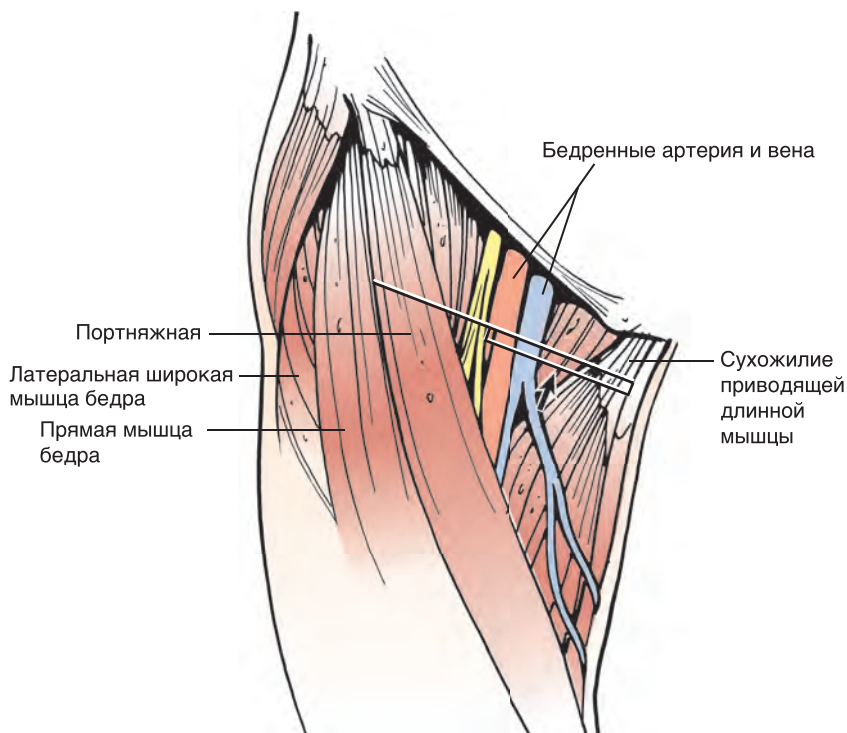


Рис. 15.8. Поверхностная анатомия запирающей блокады. Паховую складку (ПС) идентифицируют, попросив пациента слегка согнуть бедро. Вдоль этой линии находят и маркируют пульсацию бедренной артерии (БА) и сухожилие длинной приводящей мышцы. Средняя точка линии между этими двумя будет стартовой точкой для локализации запирающего нерва

- в. Установка датчика и ультразвуковая анатомия.** УЗ-датчик сначала устанавливают **перпендикулярно коже и параллельно паховой связке.**
- (1) Сначала датчик двигают **каудально на 2—4 см**, сохраняя направление параллельное паховой связке краниально и ПС каудально. В этой точке **общий запирающий нерв по короткой оси выглядит как гиперэхогенная плоская структура**, расположенная между гребешковой и приводящей длинной мышцами поверхностнее запирающего нерва и КП мышцы, расположенной глубже запирающего нерва (рис. 15.9). На этом уровне гребешковая мышца расположена латеральнее приводящей длинной и сразу медиальнее бедренной вены.
 - (2) Датчик можно сдвинуть слегка каудально над ПС, следуя ходу запирающего нерва там, где этот нерв расщепляется на его переднюю (между ПД и приводящей короткой мышцей) и заднюю части (глубже приводящей короткой и приводящей большой мышцей) запирающего нерва.
 - (3) В этой методике сочетание прижатия и краниально-каудальных наклонов датчика важно для усиления анизотропии (и ультразвуковой визуализации) нерва (ов) и миофасциальных структур.
- г. Методика введения иглы**
- (1) После асептической подготовки кожи и обкладывания с последующей инфильтрацией МА кожи в предполагаемом месте

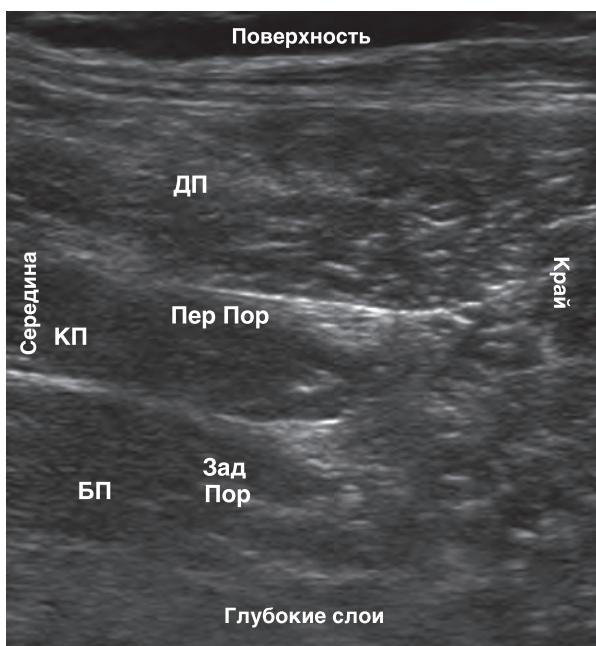


Рис. 15.9. Ультразвуковая анатомия пахового доступа для блокады запирающего нерва. Ультразвук покажет три слоя приводящей мышцы: длинная приводящая (ДП), короткая приводящая (КП) и большая приводящая (БП). Передняя порция запирающего нерва (ПерПор) лежит между ДП и КП. Задняя порция запирающего нерва (ЗадПор) лежит между КП и БП, которая является целью для анестезии/анальгезии коленного сустава

введения иглы стимулирующую иглу 22 G длиной 100 мм присоединяют к периферическому нейростимулятору (обычно настроенному на 1,5—2,0 мА, 2 Гц, 100 мкс) и шприцу с МА.

- (2) После выведения **целевых невралных структур в центр экрана** иглу устанавливают медиально рядом с медиальным краем УЗ-датчика и продвигают **в плоскости датчика** (к УЗ-лучу) под соответствующим углом к целевым структурам. Цель находится рядом с передней и задней частями.
- (3) В этой точке можно присоединить и включить периферический нейростимулятор для подтверждения того, что целевая структура — нерв. После аспирации для исключения внутрисосудистого введения вводят 5 мл МА около каждой части нерва. В режиме реального времени выполняют оценку инъекции МА чтобы убедиться в удовлетворительном периневральном распределении в соответствующих миофасциальных плоскостях.

Д. Блокада латерального кожного нерва бедра

1. **Положение пациента.** Пациент **лежит на спине**, анестезиолог стоит сбоку.
2. Основным анатомическим ориентиром ЛКНБ является **ПВПО**, которая легко пальпируется у большинства пациентов. Предполагаемое место введения иглы лежит на **2 см медиальнее и 2 см каудальнее ПВПО** (см. рис. 15.5).
3. После асептической подготовки кожи и обкладывания с последующей инфильтрацией МА кожи в предполагаемом месте введения иглы, стимулирующую иглу 22 G длиной 50 мм присоединяют к периферическому нейростимулятору (обычно настроенному на 1,5—2,0 мА, 2 Гц, 100 мкс) и шприцу с МА.
4. Иглу продвигают прямо кзади **до ощущения потери сопротивления** при прохождении иглы через широкую фасцию. Поскольку восприятие потери сопротивления варьируемо, МА следует вводить веерообразно от медиального края к латеральному как выше, так и ниже широкой фасции. В качестве альтернативы можно активировать периферический нейростимулятор и ввести иглу таким же образом до получения парестезии передне-латеральной поверхности бедра.
5. Обычно для этой блокады вводят 10 мл МА.

Литература

1. Sim IW, Webb T. Anatomy and anaesthesia of the lumbar somatic plexus. *Anaesth Intensive Care* 2004;32:178—187.
2. Farny J, Drolet P, Girard M. Anatomy of the posterior approach to the lumbar plexus block *Can J Anaesth* 1994;41:480—485.
3. Mannion S, Barret J, Kelly D, *et al.* A description of the spread of injectate after psoas compartment block using magnetic resonance imaging. *Reg Anesth Pain Med* 2005;30:567—571.
4. Grothaus MC, Holt M, Mekhali AO, *et al.* Lateral femoral cutaneous nerve: an anatomic study. *Clin Orthop Relat Res* 2005;437:164—168.
5. Bouaziz H, Jochum D, Macalou D, *et al.* An evaluation of the cutaneous distribution of the obturator nerve. *Anesth Analg* 2002;94:445—449.

6. Choquet O, Capdevila X, Bennourine K, *et al.* A new inguinal approach for the obturator nerve block: an anatomical and randomized clinical study. *Anesthesiology* 2005;103:1238—1245.
7. Soon J, Schafhalter-Zoppoth I, Gray AT. Sonographic imaging of the obturator nerve for regional block. *Reg Anesth Pain Med* 2007;32:146—151.
8. Capdevila X, Macaire P, Dadure C, *et al.* Continuous psoas compartment block for postoperative analgesia after total hip arthroplasty: new landmarks, technical guidelines, and clinical evaluation. *Anesth Analg* 2002;94:1606—1613.
9. Awad IT, Duggan EM. Posterior lumbar plexus block: anatomy, approaches, and techniques. *Reg Anesth Pain Med* 2005;30:143—149.
10. Capdevila X, Coimbra C, Choquet O. Approaches to the lumbar plexus: success, risks, and outcomes. *Reg Anesth Pain Med* 2005;30:150—162.
11. Vloka JD, Hadzic A, Drobnik L, *et al.* Anatomical landmarks for femoral nerve block: a comparison of four needle insertion sites. *Anesth Analg* 1999;89:1467—1470.
12. Capdevila X, Biboulet P, Morau D, *et al.* Continuous three-in-one block for postoperative analgesia after lower limb orthopedic surgery: where do catheters go? *Anesth Analg* 2002;94:1001—1006.
13. Capdevila X, Biboulet P, Bouregba M, *et al.* Comparison of the three-in-one and fascia iliaca compartment block in adults: a clinical and radiographic comparison. *Anesth Analg* 1998;86:1039—1044.
14. Morau D, Lopez S, Biboulet P, *et al.* Comparison of continuous 3-in-1 and fascia iliaca compartment blocks for postoperative analgesia: feasibility, catheter migration, distribution of sensory block, and analgesic efficacy. *Reg Anesth Pain Med* 2003;28:309—314.
15. Marhofer P, Schrogendorfer K, Koinig H, *et al.* Ultrasonographic guidance improves sensory block and onset time of three-in-one blocks. *Anesth Analg* 1997;85:854—857.
16. Marhofer P, Schrogendorfer K, Wallner T, *et al.* Ultrasonographic guidance reduces the amount of local anesthetic for 3-in-1 blocks. *Reg Anesth Pain Med* 1998;23:584—588.
17. Casati A, Baciarello M, Di Cianni S, *et al.* Effects of ultrasound guidance on the minimum effective anesthetic volume required to block the femoral nerve. *Br J Anaesth* 2007;98:823—827.
18. Benzon HT, Sharma S, Calimaran A. Comparison of different approaches to the saphenous nerve block. *Anesthesiology* 2005;102:633—638.
19. Lundblad M, Kapral S, Marhofer P, *et al.* Ultrasound-guided infrapatellar block in human volunteers: description of a novel technique. *Br J Anaesth* 2006;97:710—714.
20. Krombach J, Gray AT. Sonography for saphenous nerve block near the adductor canal. *Reg Anesth Pain Med* 2007;32:369—370.

Глава 16

Блокады крестцового сплетения и седалищного нерва

Фрэнсис В. Салинас

I. Введение и общий обзор

Крестцовое сплетение исходит из вентральных ветвей **пояснично-крестцового ствола**, наряду с вентральными ветвями первого, второго и, частично, третьего крестцовых нервов (см. рис. 15.1). Крестцовое сплетение формируется в полости таза по мере того, как нервные корешки сходятся от соответствующих мест своего выхода к большому седалищному отверстию. По мере слияния корешков, сплетение формирует **треугольную оболочку**, верхушка которой ориентирована к подгрушевидному отверстию, где седалищный нерв выходит (вперед) глубже нижнего края грушевидной мышцы (рис. 16.1). В пределах таза крестцовое сплетение лежит на задней стенке таза, кпереди от грушевидной мышцы и сзади от внутренней подвздошной артерии и мочеточника. Клиническое значение имеют **седалищный нерв** и **задний кожный нерв бедра (ЗКНБ)**, которые обеспечивают сенсорную и моторную иннервацию частей всей нижней конечности, включая бедренный, коленный и голеностопный суставы (рис. 16.2). Дополнительные ветви отходят от крестцового сплетения проксимальнее формирования седалищного нерва, они важны для больших операций и включают верхний и нижний ягодичные нервы и нерв к квадратной мышце бедра [1].

- А. Пояснично-крестцовый ствол (L4–5) и передние части S1–3** корешков дают начало **большеберцовому нерву (ББН)**, тогда как задние части S1–3 дают начало **общему малоберцовому нерву (ОМБН)**. Эти два различных нерва соединяются и образуют седалищный нерв. ББН и ОМБН имеют общую соединительнотканную оболочку и, в связи с этим, имеют **вид единого нервного ствола**.
- Б.** Когда седалищный нерв выходит из таза через подгрушевидное отверстие у нижнего края грушевидной мышцы, более крупный ББН находится медиальнее и слегка впереди от ОМБН. От точки, в которой крестцовое сплетение впервые входит в таз, и до того, как седалищный нерв покидает ягодичную область сразу дистальнее седалищной бугристости (СБ) и большого вертела (БВ), оно покрыто массивом большой ягодичной мышцы.
- В.** Седалищный нерв спускается по задней части бедра, **проходя среднюю точку между СБ (расположенной медиально) и БВ (расположенным латерально)**. На этом уровне седалищный нерв лежит сзади от квадратной мышцы бедра и впереди большой ягодичной (см. рис. 16.1). По мере того как седалищный нерв спускается в заднюю область бедра, он лежит позади малого вертела бедра. Внутри проксимальной задней области бедра, сразу дистальнее нижнего края большой ягодичной мышцы седалищный

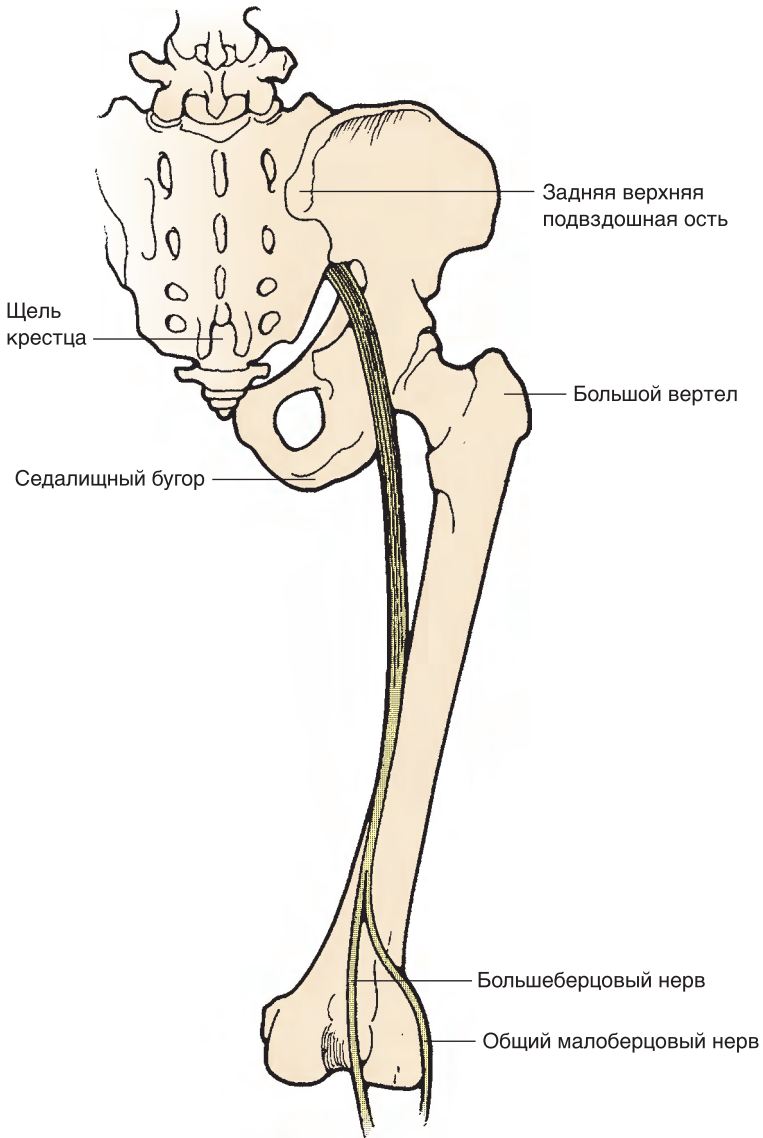


Рис. 16.1. Глубокая анатомия седалищного нерва. Этот нерв выходит из таза через седалищную вырезку и идет позади бедренной кости до бифуркации сразу выше колена на большеберцовый и общий малоберцовый нервы

нерв лежит на задней поверхности приводящей **мышцы сразу латеральнее сухожилия двуглавой мышцы бедра** [2] (рис. 16.3). При таком расположении, седалищный нерв лежит относительно поверхностно и покрыт только кожей и подкожными тканями.

Г. Спускаясь далее вниз по задней поверхности бедра к **подколенной ямке**, седалищный нерв лежит глубже двуглавой мышцы бедра. В подколенной ямке седалищный нерв лежит позади и сбоку от подколенных сосудов.

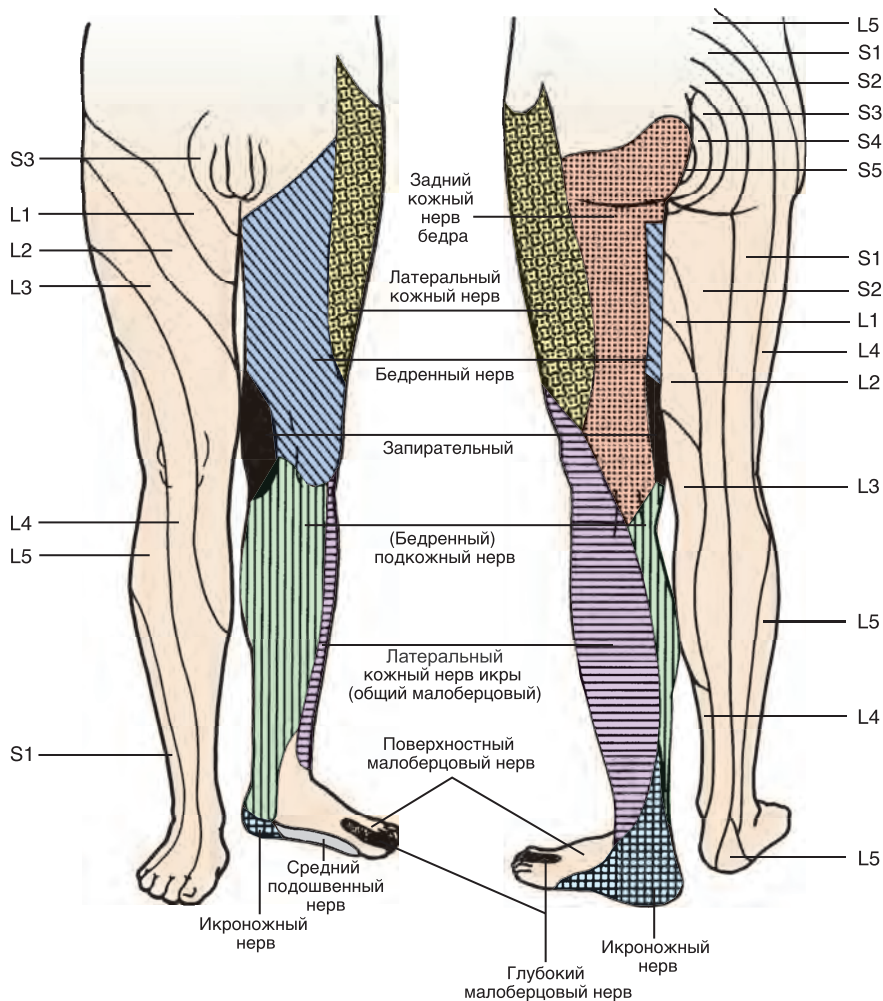


Рис. 16.2. Дерматомы и ветви периферических нервов ног

Подколенная вена лежит медиальнее седалищного нерва, тогда как подколенная артерия — впереди и медиальнее.

Д. Хотя седалищный нерв может быть разделен на два различных компонента (остающихся в общей соединительнотканной оболочке) уже в ягодичной зоне, **ББН и ОМБН классически описывают как отдельные (один от другого)** индивидуальные нервы начиная с верхней части подколенной ямки. Тем не менее оценка деления седалищного нерва весьма вариабельна, и в среднем это деление происходит на уровне **6—9 см выше подколенной ямки**, но варьирует в диапазоне от 0 до 14 см [3, 4].

Е. **ЗКНБ** является исключительно сенсорным нервом, исходящим из ventральных ветвей спинномозговых нервов от S1 до S3. Располагаясь глубже большой ягодичной мышцы, ЗКНБ расположен все же медиальнее и поверхностнее седалищного нерва. На этом уровне ЗКНБ отдает нижние

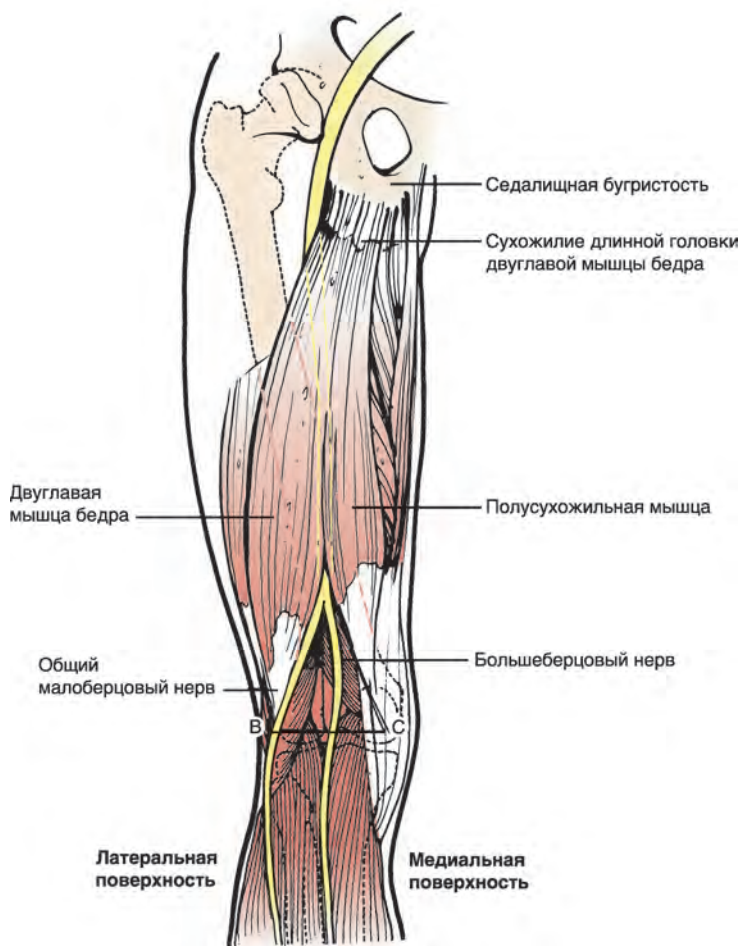


Рис. 16.3. Соотношения седалищного нерва с мышцами задней части бедра

ягодичные ветви для снабжения кожи нижней части ягодицы и задней поверхности наружных половых органов. ЗКНБ выходит из нижнего края большой ягодичной мышцы и далее идет в подкожных тканях, спускаясь затем вдоль задней поверхности бедра и голени, снабжая кожу над ними.

II. Показания

Основным показанием для блокады седалищного нерва является обеспечение **оперативной анестезии голени, лодыжки и стопы**. Для обеспечения полной анестезии голени необходимо также блокировать кожный нерв, иннервирующий кожу медиальной поверхности голени, которая не снабжается седалищным нервом. Постоянный седалищный перинеуральный катетер от уровня крестцового сплетения вниз до подколенной ямки обеспечит прекрасную послеоперационную анальгезию после таких операций на нижней

части ноги, как коррекция hallux valgus, ампутация ниже колена и открытая репозиция/внутренняя фиксация переломов лодыжек и голени. Для операций на бедренной кости и коленном суставе блокада седалищного нерва в сочетании с блокадой поясничного фасциального пространства обеспечат полную хирургическую анестезию (тотальное протезирование коленного сустава, восстановление циркулярной связки, ампутация выше колена и открытая репозиция/внутренняя фиксация переломов бедренной кости). Более проксимальные блокады седалищного нерва в ягодичной или подъягодичной зонах обычно показаны при тяжелой **боли в колене** после тотального протезирования коленного сустава, несмотря на успешную блокаду бедренного нерва. Для операций на **тазобедренном суставе**, таких как его тотальное протезирование, только парасакральный доступ в сочетании с блокадой поясничного фасциального пространства обеспечат полную хирургическую анестезию.

III. Выбор местного анестетика

Выбор местного анестетика для блокады крестцового сплетения—седалищного нерва зависит от необходимого **времени развития действия анестезии** и **длительности** анальгезии при методике с одной инъекцией, а равно и анатомической локализации места выполнения блока. Блокада седалищного нерва отличается от блокад отдельных нервов поясничного сплетения, так как анатомическая локализация блокады седалищного нерва имеет значительное влияние на общую потребность в объеме местного анестетика.

А. Проксимальные блокады седалищного нерва практически всегда имеют более короткий латентный период до полной анестезии [5] и меньшую потребность в общем объеме анестетика, чем дистальные подколенные доступы [6, 7]. Кроме того, адреналин не рекомендуется широко использовать для проксимальных блокад седалищного нерва в связи с вероятностью усиления адреналином ишемического повреждения из-за растяжения или сидения на анестезированном седалищном нерве при пролонгированной блокаде.

Б. После введения в практику **методик с постоянным периферическим периневральным катетером** анестезиологи имеют преимущество обеспечения быстрого развития хирургической блокады введением местных анестетиков короткого действия (табл. 16.1 и 16.2) через иглу или катетер (первичная анестезирующая блокада). Далее можно использовать инфузию разведенного местного анестетика, обладающего сенсорно-моторной диссоциацией (чаще всего используют ропивакаин 0,2%-й или бупивакаин 0,125%-й) для обеспечения оптимального баланса послеоперационной анальгезии с минимальным моторным блоком для облегчения послеоперационной реабилитации и восстановления. В качестве альтернативы, если для первичной анестезии выбрана центральная нейроаксиальная методика, нагрузочная доза (10—15 мл) анальгетической инфузии ропивакаина 0,2%-го может быть начата еще во время операции. Типичный послеоперационный режим состоит из анальгетической инфузии 4—8 мл/ч с болюсом по 2—3 мл каждые 20 мин, вводимым пациентом — или без него.

Таблица 16.1

Выбор местного анестетика для блокады крестцового сплетения — проксимальной части седалищного нерва

Местный анестетик	Развитие действия (мин)	Длительность анестезии (ч)	Длительность анальгезии (ч)
Лидокаин 2%-й с HCO_3	10—20	5—6	5—8
Мепивакаин 1,5%-й с HCO_3	10—15	4—5	5—6
Ропивакаин 0,5%-й	15—30	6—12	6—24
Бупивакаин 0,5%-й	15—30	8—16	10—36

Таблица 16.2

Выбор местного анестетика для блокады дистальной подколенной части седалищного нерва

Местный анестетик	Развитие действия (мин)	Длительность анестезии (ч)	Длительность анальгезии (ч)
Лидокаин 2%-й с бикарбонатом и адреналином 1:400	10—20	2—5	3—8
Мепивакаин 1,5%-й с бикарбонатом и адреналином 1:400	10—15	3—5	3—8
Ропивакаин 0,5%-й	15—30	4—8	6—12
Ропивакаин 0,75%-й	10—15	5—10	6—24
Бупивакаин 0,5%-й	15—30	5—15	6—30

IV. Техника

Крестцовое сплетение—седалищный нерв — **самый длинный нерв организма**, и его можно заблокировать у крестцового сплетения, на ягодичном, подъягодичном и подколенном уровнях. Хотя наиболее часто применяемыми методиками являются задние доступы к седалищному нерву, седалищный нерв также можно блокировать передним доступом в проксимальной части бедра, а равно и боковым доступом на уровне от средней трети бедра до сразу выше подколенной ямки. Выбор методики диктуют необходимая хирургическая анестезия и послеоперационная анальгезия, равно как и способность пациента принять соответствующее положение. Хотя задние доступы применяют чаще других, факторы пациента (тяжелое ожирение, болезненные переломы и наличие гипса/фиксирующих устройств) могут мешать укладке пациента в положение на боку или лицом вниз. Таким образом, передний и боковой доступы остаются альтернативными методиками в случаях, когда пациент не может принять необходимое для них положение. Как и при блокадах поясничного сплетения, для этих доступов применимы как методика с одной инъекцией, так и с постоянным катетером. Кроме того, будут описаны традиционный доступ с периферическим нейростимулятором (ПНС) и доступ с ультразвуковым наведением (УЗН). Методики поиска парестезии при блокадах крестцово-седалищного нерва не рекомендуются.

А. Блокада нерва парасакральным доступом (БНПС). Парасакральные блокады крестцового сплетения выполняются достаточно проксимально для надежного обеспечения анестезии **седалищного нерва и ЗКНБ**, а равно верхнего и нижнего ягодичных нервов, нерва квадратной мышцы бедра и срамного нерва [8, 9], содержащихся между задней грушевидной мышцей и передней тазовой фасцией. Таким образом их можно описать как истинный блокады крестцового сплетения. В отличие от немного более дистальных ягодичных доступов **БНПС** (в сочетании с блокадой поясничного фасциального пространства) может обеспечить истинную одностороннюю анестезию для операций в области тазобедренного сустава [10, 11]. Важны только два анатомических ориентира: задняя верхняя подвздошная ось (ЗВПО) и СБ (рис. 16.4). Таким образом, это блокада, которую относительно просто изучить, и выполнять с высоким уровнем успешности [12]. Относительные недостатки этой блокады включают близость структур кпереди от крестцового сплетения (подвздошные сосуды, мочеточники и мочевого пузыря) и сопутствующую слабость подколенного сухожилия и приводящих мышц. В связи с этим для операций на нижней части ноги более дистальный доступ в подколенной ямке может быть предпочтительным.

1. Положение пациента. Пациента укладывают в положение **на боку с небольшим наклоном вперед**, блокируемой стороной вверх. Нижняя ко-

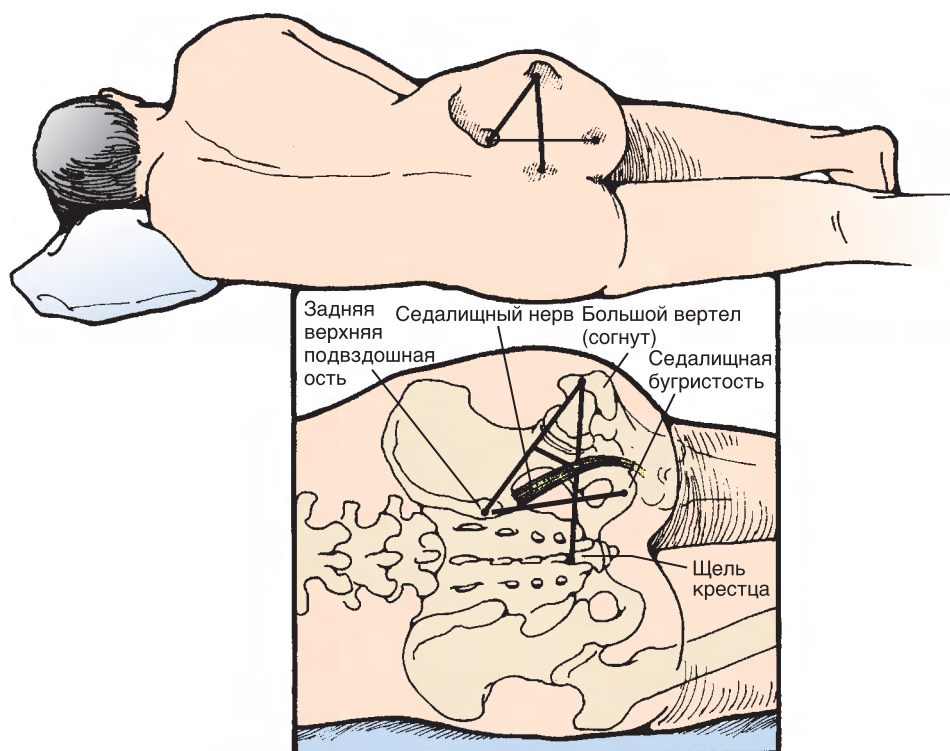


Рис. 16.4. Ориентиры для задней седалищной блокады бедра

нечность должна быть выпрямлена, а оперируемая слегка согнута в тазобедренном и коленном суставах.

2. **Наружными анатомическими ориентирами служат ЗВПО и СБ.** Рисуют линию, соединяющую ЗВПО и СБ, соответствующую крестцовобугристой связке. Предполагаемое место введения иглы лежит на этой линии на 6 см каудальнее ЗВПО, что позволяет подойти к крестцовому сплетению в месте прохождения его через большое седалищное отверстие.
3. После асептической подготовки кожи и обкладывания с последующей инфильтрацией МА кожи в предполагаемом месте введения иглы, стимулирующую иглу 22 G длиной 100 мм присоединяют к ПНС (обычно настроенному на 1,5—2,0 мА, 2 Гц, 100 мкс) и шприцу с местным анестетиком.
4. Стимулирующую иглу вводят **перпендикулярно коже в парасагиттальной плоскости** и продвигают до получения вызванной моторной реакции (ВМР) крестцового сплетения при токе на выходе между 0,2 и 0,5 мА. Приемлемая ВМР включает не только **подошвенное сгибание (ПГ)** или **тыльное сгибание (ТГ)** стопы или пальцев стопы, но также и сокращение **подколенного сухожилия** (двуглавая мышца бедра, полумембранозная и полусухожильная мышцы) в качестве приемлемой исходной точки.
5. При продвижении иглы возможен контакт с верхним краем большой **седалищной вырезки**, который служит мерой дальнейшего продвижения иглы. В этом случае иглу вводят слегка каудально вдоль той же линии. Иглу продвигают в том же первичном направлении до получения ВМР. Иглу не следует вводить более чем на 2,5 см глубже контакта с костью [8].
6. После окончательной установки иглы и введения первой тест-дозы 3 мл для исключения внутрисосудистого положения ее кончика вводят 20 мл местного анестетика дробно, с частыми аспирациями для снижения риска внутрисосудистой инъекции. Типичное время развития сенсорной и моторной анестезии составляет 10—20 мин, в зависимости от общей массы введенного местного анестетика и получения ВМР. Клинические исследования продемонстрировали, что ВМР ББН (подошвенное сгибание стопы или лодыжки, а равно и сокращение медиальной части подколенных мышц [полумембранозной и полусухожильной]) прогнозируют высокую вероятность успешной анестезии [13]
7. **Методику с постоянным катетером** можно использовать для расширения длительности анальгезии. Первое место введения иглы и доступ такие же, как и при методике с одной инъекцией. Обычно для локализации крестцового сплетения используют изолированную стимулирующую иглу Туохи большего калибра (17—18 G). После локализации крестцового сплетения и введения местного анестетика угол наклона иглы изменяют несколько каудально, для облегчения прохождения катетера. Катетер 19—20 G вводят в иглу Туохи и проводят не более чем на 2 см за кончик иглы. Затем иглу извлекают по катетеру и последний фиксируют стерильным прозрачным липким пластырем. Затем проксимальный конец катетера присоединяют к автоматическому инфузионному насосу.

8. **Клинически ватные замечания.** Если ВМР не получена при глубине иглы 10 см, направление следует изменить каудально на 5—10° вдоль той же самой линии. Контакт с костью предпочтителен, так как служит дополнительным шагом безопасности в решении об адекватной глубине введения иглы.
- Б. Блокада седалищного нерва, задний чрезъягодичный доступ.** Это классическая методика блокады седалищного нерва, которую первым описал Лабат и позднее слегка модифицировал Винни. Этот доступ имеет те же показания, что и методики с одной инъекцией и постоянным катетером, за исключением того, что он не всегда блокирует ветви крестцового сплетения (нерв к квадратной мышце бедра, верхнему и нижнему ягодичным нервам), что нужно для операций в области тазобедренного сустава.
1. **Положение пациента.** Пациента укладывают в положение **на боку с наибольшим наклоном вперед**, блокируемой стороной вверх. Нижняя конечность должна быть выпрямлена, а оперируемая слегка согнута в тазобедренном и коленном суставах.
 2. **Наружные анатомические ориентиры.** Три пальпируемые ориентира включают ЗВПО, самую верхнюю часть БВ и крестцовую щель. Рисуют линию между ЗВПО и БВ. Вторую линию рисуют от крестцовой щели до БВ. В средней точке линии между ЗВПО и БВ рисуют перпендикулярную линию до пересечения с линией между крестцовой щелью и БВ (см. рис. 16.4). Эта третья линия известна как *линия Лабата* и обычно пересекается с линией между крестцовой щелью и БВ на расстоянии 4—5 см и соответствует точке предполагаемого введения иглы. Предполагаемая точка введения иглы соответствует латеральному краю седалищной вырезки.
 3. После асептической подготовки кожи и обкладывания с последующей инфильтрацией МА кожи в предполагаемом месте введения иглы стимулирующую иглу (обычно 20—21 G длиной 100—150 мм) медленно продвигают под прямым углом к сферической поверхности кожи ягодичи. Стимулирующую иглу присоединяют к ПНС (обычно настроенному на 1,5—2,0 мА, 2 Гц, 100 мкс) и шприцу с местным анестетиком.
 4. Кожа и подлежащие мышечные/жировые ткани ягодичи очень подвижны, и расстояние от кожи до нерва может быть различным, особенно у пациентов с ожирением. Таким образом, пальцы пальпирующей руки должны быть плотно прижаты к месту введения иглы с тем, чтобы уменьшить расстояние от кожи до нерва, а кожу следует сжать между указательным и средним пальцами для большей точности продвижения иглы.
 5. После введения стимулирующей иглы первыми наблюдаемыми ВМР могут быть сокращения **ягодичной мышцы**, указывающие, что игла введена еще недостаточно глубоко. Иглу продвигают до получения ВМР с **подколенных мышц, или подошвенного/тыльного сгибания лодыжки или стопы**. Окончательное положение иглы считается адекватным при получении ВМР от 0,2 до 0,5 мА.
 6. Если при первом введении иглы нерв локализовать не удалось, для изменения ее направления рекомендуется системный подход. Если получен контакт с костью, эту глубину следует отметить, так как скорее всего, это латеральный край седалищной вырезки и седалищный нерв

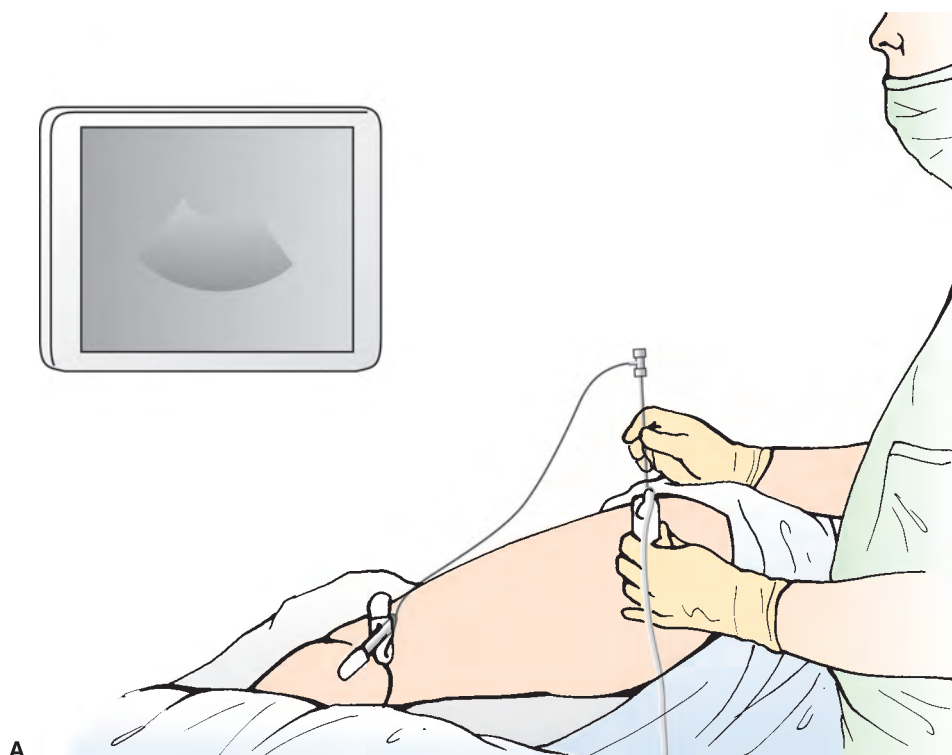
будет находиться немного глубже и более медиально. В связи с этим иглу следует подтянуть почти до кожи и перенаправить ее под слегка медиальным углом и продвигать до получения нужной ВМР. Если этот шаг к успеху не привел, следует мысленно представить ход седалищного нерва при выходе его от медиального края к центру седалищной вырезки и затем изгиб вниз по ходу между БВ и СБ. В этой точке иглу перенаправляют системным образом ступеньками по 5—10° краниально или каудально вдоль линии Лабата.

7. После окончательной установки иглы и введения первой тест-дозы 3 мл для исключения внутрисосудистого положения ее кончика вводят 25—35 мл местного анестетика дробно, с частыми аспирациями для снижения риска внутрисосудистой инъекции. Типичное время развития сенсорной и моторной анестезии составляет 25—35 мин, в зависимости от общей массы введенного местного анестетика и получения ВМР. Поиск ВМР с обеих ветвей (ББМ и ОМБН) седалищного нерва и разделение общего объема анестетика поровну между двумя нервами улучшают как время развития действия, так и успешность полной блокады седалищного нерва.

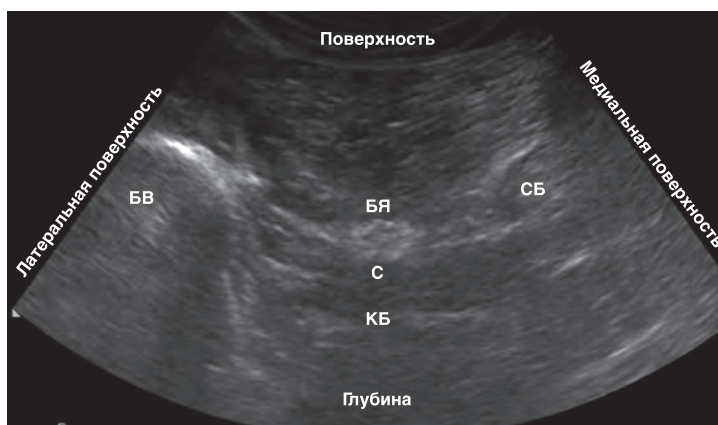
8. **Методику с постоянным катетером** можно использовать для расширения длительности анальгезии. Первое место введения иглы и доступ такие же, как и при методике с одной инъекцией. Обычно для локализации седалищного нерва используют изолированную стимулирующую иглу Туохи большего калибра (17—18 G). После локализации седалищного нерва и введения местного анестетика угол наклона иглы изменяют несколько каудально, в направлении БВ и СБ, для облегчения прохождения катетера по ходу седалищного нерва. Катетер 19—20 G вводят в иглу Туохи и проводят не более чем на 2 см за кончик иглы. Затем иглу извлекают по катетеру и последний фиксируют стерильным прозрачным липким пластырем. Затем проксимальный конец катетера присоединяют к автоматическому инфузионному насосу.

В. **Блокада седалищного нерва, задний подъягодичный доступ под УЗН.** Хотя блокада седалищного нерва под УЗН на ягодичном уровне возможна, она трудна технически, в связи с достижением нужной глубины седалищного нерва на уровне седалищной ости, особенно у тучных пациентов. Немного более каудальный доступ на уровне, где седалищный нерв идет между БВ и СБ, дает некоторые преимущества [15]. Во-первых, седалищный нерв, вероятно будет идти более поверхностно и ниже наиболее объемной части большой ягодичной мышцы. Во-вторых, седалищный нерв, как правило, расположен посередине между высокоэхогенной (и, таким образом, видимой) СБ медиально и БВ латерально. Седалищный нерв визуализируется как гиперэхогенная, овальная или губообразная структура. Седалищный нерв расположен внутри подъягодичного пространства в виде сэндвича между фасциальной плоскостью большой ягодичной мышцы и нижележащей квадратной мышцей бедра (рис. 16.5).

1. **Положение пациента.** Пациента укладывают в положение на боку с небольшим наклоном вперед, блокируемой стороной вверх. Нижняя конечность должна быть выпрямлена, а оперируемая слегка согнута в тазобедренном и коленном суставах.



А



Б

Рис. 16.5. Ультразвуковая визуализация седалищного нерва (С) в подъягодичной области. Пациент лежит в положении на боку с согнутыми бедрами и коленями. Ультразвуковой датчик с изогнутой поверхностью устанавливают на уровне нижнего края большой ягодичной (БЯ) мышцы в середине проксимальной части бедра (А). Изображение (Б) демонстрирует большой вертел (БВ) латерально, седалищную бугристость (СБ) медиально, седалищный нерв (С) будет визуализироваться между этими двумя ориентирами, глубже БЯ и поверхностнее квадратной мышцы бедра (КБ)

2. **Выбор датчика.** Для этой блокады обычно используют **средне- или высокочастотный изогнутый датчик (2—5 МГц)**. Низкая частота дает возможность проникнуть глубже, а изогнутость датчика обеспечивает более **широкий обзор для визуализации СБ и БВ**.
3. **Установка датчика и ультразвуковая анатомия.** Ультразвуковой датчик сначала ставят перпендикулярно коже, направляя длинную ось датчика прямо над и параллельно линии, нарисованной между внутренними краями СБ и БВ (см. рис. 16.5).
 - а. Обычно седалищный нерв находят на глубине **5—8 см в зависимости от размеров** пациента.
 - б. Регулируют разрешение и фокус для оптимизации вида БВ, СБ и, соответственно, седалищного нерва.
 - в. В этой точке седалищный нерв выглядит как **гиперэхогенная, овальная или губообразная** структура. Небольшой подбор положения датчика улучшит анизотропию нерва и оптимизирует ультразвуковой образ внутри подъягодичной области, фасциального пространства, ограниченного медиально БВ и латерально СБ. Седалищный нерв имеет вид сэндвича между фасциальной плоскостью большой ягодичной мышцы и нижележащей квадратной мышцей бедра (рис. 16.5Б).
4. **Методика введения иглы**
 - а. После асептической подготовки кожи и обкладывания с последующей инфильтрацией МА кожи в предполагаемом месте введения иглы, стимулирующую иглу (обычно 21 G длиной 100 мм) медленно продвигают под прямым углом к сферической поверхности кожи ягодичы. Стимулирующую иглу присоединяют к ПНС (обычно настроенному на 1,5—2,0 мА, 2 Гц, 100 мкс) и шприцу с местным анестетиком.
 - б. После выведения целевых структур в центр экрана стимулирующую иглу можно установить либо латерально от латерального края УЗ-датчика, либо медиально от медиального. Предпочтительно первое положение (рис. 16.5А). Иглу продвигают в плоскости (к ультразвуковому лучу) под соответствующим углом к седалищному нерву. Игла достигнет седалищного нерва из латерального или медиального направления под относительно острым углом. В связи с этим кончик иглы может быть плохо виден при его подходе к седалищному нерву. Простая инъекция небольшого количества (0,5—1,0 мл) местного анестетика приведет к образованию небольшого гипоэхогенного скопления, которое легко увидеть, что обеспечит не прямой, но полезный ориентир положения кончика иглы. Типичная первичная цель для периневрального подведения иглы — пространство, расположенное между большим вертелом и латеральной поверхностью седалищного нерва. Положение кончика иглы далее можно отрегулировать в режиме реального времени для создания скопления местного анестетика, циркулярно охватывающего седалищный нерв.
 - в. При подходе кончика иглы к седалищному нерву **видимый хлопок или потеря сопротивления** наблюдаются и ощущаются при проколе фасциальной плоскости большой ягодичной мышцы. В этой точке

можно активировать ПНС и подтвердить положение кончика иглы получением соответствующей ВМР. Вводят местный анестетик и в режиме реального времени наблюдают за его распределением под большую ягодичную мышцу в подъягодичное пространство и вокруг седалищного нерва. Обычно для получения удовлетворительной анестезии требуется распределить вокруг седалищного нерва 15—25 мл местного анестетика.

5. Если **показано применение методики с постоянным катетером**, используют изолированную стимулирующую иглу Туохи большого калибра (17—18 G) для первичного размещения кончика иглы и местного анестетика в подъягодичном компартменте. После подтверждения распределения местного анестетика (при введении через кончик иглы) ультразвуковой датчик ставят сбоку в стерильном поле. Катетер 19—20 G вводят в иглу Туохи и проводят не более чем на 2—3 см за кончик иглы. В этой точке датчик ставят над первичным местом, через катетер вводят дополнительно 3—5 мл местного анестетика и наблюдают за его распределением в подъягодичном компартменте вокруг седалищного нерва, убеждаясь в правильном положении кончика катетера. Затем иглу извлекают по катетеру и последний фиксируют стерильным прозрачным липким пластырем. Затем проксимальный конец катетера присоединяют к автоматическому инфузионному насосу.

Г. Блокада седалищного нерва, задний подъягодично-околодуглавый доступ.

Традиционные проксимальные задние доступы для блокады седалищного нерва, описанные выше, требуют установки иглы глубже большой ягодичной мышцы. Этот доступ может быть трудным и болезненным, особенно у тучных пациентов если потребуются несколько попыток изменения направления иглы. Кроме того, седалищный нерв на уровне ягодичного доступа лежит рядом с нижней ягодичной артерией, что повышает риск пункции сосуда и/или внутрисосудистого введения. Более новый проксимальный задний доступ к блокаде седалищного нерва основан на **двух легко идентифицируемых анатомических ориентирах [2]: латеральный край сухожилия двуглавой мышцы бедра и нижний край большой ягодичной мышцы (ягодичная складка)**. В этом месте седалищный нерв расположен сразу латеральнее латерального края сухожилия (см. рис. 16.3). Подъягодично-околодуглавая методика обладает несколькими преимуществами, включая относительно небольшую глубину (по сравнению с традиционным доступом по Лабату), отсутствие каких-либо мышц или больших сосудистых структур (что снижает риск дискомфорта для пациента и внутрисосудистого введения местного анестетика). Методика, описанная ниже основана на **стимуляции периферического нерва**, хотя можно использовать и методику с УЗН.

1. **Положение пациента.** Пациента укладывают в положение **на боку с наибольшим наклоном вперед**, блокируемой стороной вверх. Нижняя конечность должна быть выпрямлена, а оперируемая слегка согнута в тазобедренном и коленном суставах. Как вариант, пациента **можно уложить лицом вниз** для улучшения обзора ягодичной складки.
2. **Наружные анатомические ориентиры.** Идентифицируют **ягодичную складку** и маркируют линией. **Идентифицируют латеральный край сухожилия двуглавой мышцы бедра.** При идентификации последней важно

- сначала локализовать место прикрепления ее сухожилия к СБ. Ход сухожилия пальпируют по мере его спуска по задней поверхности бедра. Предполагаемое место введения иглы лежит на 1 см ниже ягодичной складки вдоль **латерального края сухожилия двуглавой мышцы бедра**.
3. После асептической подготовки кожи и обкладывания с последующей инфильтрацией МА кожи в предполагаемом месте введения иглы стимулирующую иглу (обычно 21—22 G длиной 50—100 мм) вводят **сразу латеральнее сухожилия двуглавой мышцы бедра** под углом 70—90° к коже и продвигают **краниально**. Стимулирующую иглу присоединяют к ПНС (обычно настроенному на 1,5—2,0 мА, 2 Гц, 100 мкс) и шприцу с местным анестетиком.
 4. При продвижении стимулирующей иглы ее кончик проходит через кожу и подкожные ткани до получения желаемой ВМР. Сокращение двуглавой мышцы бедра принимать во внимание не следует, так как оно указывает либо на прямую стимуляцию, либо стимуляцию моторной ветви. Если это случилось, иглу продвигают немного глубже. Желательной ВМР является **инверсия или подошвенное сгибание стопы** (см. текст ниже). Если получено подошвенное сгибание, кончик иглы перенаправляют сразу латеральнее для получения инверсии. В качестве альтернативы, если получено тыльное сгибание, иглу следует перенаправить слегка медиальнее для получения инверсии. Окончательное положение кончика иглы считается оптимальным, когда желаемая ВМР еще вызывается при 0,2—0,5 мА.
 5. После окончательной установки иглы и введения первой тест-дозы 3 мл для исключения внутрисосудистого положения ее кончика **вводят 25—35 мл местного анестетика** дробно, с частыми аспирациями для снижения риска внутрисосудистой инъекции. Типичное время развития сенсорной и моторной анестезии составляет 15—25 мин, в зависимости от общей массы введенного местного анестетика и получения ВМР.
 6. **Методику с постоянным катетером** можно использовать для расширения длительности анальгезии. Первое место введения иглы и доступ такие же, как и при методике с одной инъекцией. Обычно для локализации седалищного нерва используют изолированную стимулирующую иглу Туохи большего калибра (17—18 G). После локализации седалищного нерва и введения местного анестетика угол наклона иглы уменьшают и ориентируют **кончик иглы в направлении средней точки между БВ и СБ** для облегчения прохождения катетера по ходу седалищного нерва. Катетер 19—20 G вводят в иглу Туохи и проводят не более чем на 3—5 см за кончик иглы. Затем иглу извлекают по катетеру и последний фиксируют стерильным прозрачным липким пластырем. Проксимальный конец катетера присоединяют к автоматическому инфузионному насосу.
 7. **Клинически важные замечания.** Выполнение пациентом просьбы «сгнуть ногу» (в колене) приводит к сокращению подколенных мышц, что помогает акцентировать локализацию латерального края сухожилия двуглавой мышцы бедра. Понимание анатомии седалищного нерва является ключом для интерпретации ВМР при использовании ПНР (рис. 16.6).



Рис. 16.6. Движения стопы при стимуляции седалищного нерва

- а. **Подошвенное сгибание** означает стимуляцию ББН.
- б. **Тыльное сгибание** означает стимуляцию ОМБН.
- в. **Эверсия** означает стимуляцию поверхностных ветвей ОМБН, расположенных на латеральной поверхности ОМБН.
- г. **Инверсия** означает стимуляцию ББН (сокращение большеберцовой задней мышцы) и глубоких ветвей ОМБН (сокращение большеберцовой задней мышцы). Таким образом, инверсия указывает на то, что кончик иглы расположен центрально по отношению к седалищному нерву с одновременной стимуляцией ББН и глубоких ветвей ОМБН. Кроме того, интраневральная топография ББН демонстрирует, что пучки нервов, иннервирующих заднюю большеберцовую мышцу, расположены в латеральной части ББН [16]. Таким образом, инверсия указывает на то, что игла расположена в пределах латеральной части ББН, которая лежит рядом с ОМБН.

При подъягодично-околосредуглавом доступе не блокируется ЗКНБ. Таким образом операции на задней поверхности бедра потребуют либо чрезъягодичный, либо околокрестцовый доступ, либо отдельную блокаду ЗКНБ подкожной инъекцией сразу ниже ягодичной складки.

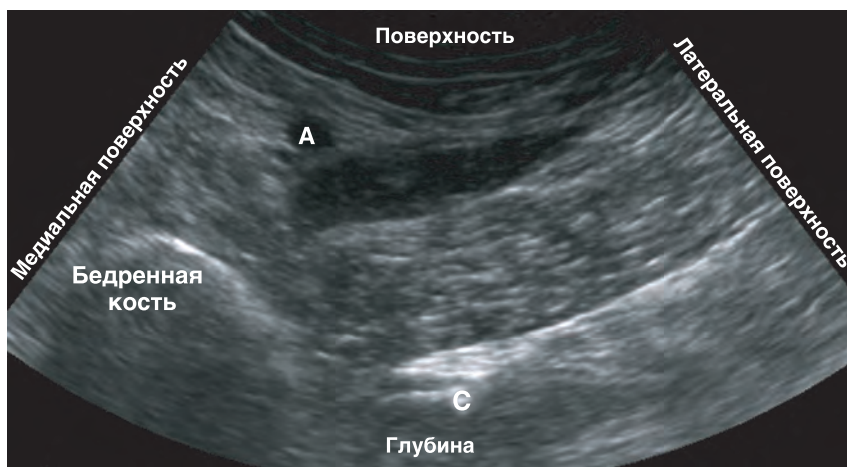
Д. Блокада седалищного нерва под УЗН. Передний доступ к седалищному нерву с использованием ПНС — **усовершенствованная методика блокад периферических нервов**, потому что седалищный нерв расположен глубже (из переднего доступа) и **часто прямо сзади от малого вертела** по сравнению с первичным местом введения иглы при традиционных доступах с ПНС. Множество описанных вариантов переднего доступа основаны на таких анатомических ориентирах, как мягкие ткани (паховая складка или связка), сосуды (бедренная артерия) и костные выступы (передняя верхняя подвздошная ость [ПВПО], лобковый бугорок или лобковое сочленение). В связи со сложностью анатомических ориентиров и расположением седалищного нерва позади малого вертела, оптимальной для переднего доступа является **методика с УЗН [17]**.

1. Положение пациента. Пациент лежит **на спине** со слегка согнутой в тазобедренном и коленном суставах ногой, бедро ротировано наружу приблизительно на 45°.

2. **Выбор датчика.** Для этой блокады обычно используют **средне- или высокочастотный изогнутый датчик (2—5 МГц)**. Низкая частота дает возможность проникнуть глубже, а изогнутость датчика дает более широкий обзор для визуализации бедренной кости и седалищного нерва.
3. **Установка датчика и ультразвуковая анатомия.** Ультразвуковой датчик ставят на **8 см дистальнее паховой складки на передней поверхности бедра**. Датчик сначала ориентируют перпендикулярно коже, направляя длинную ось датчика перпендикулярно длинной оси бедра (рис. 16.7).



А



Б

Рис. 16.7. Передний доступ к седалищному нерву. **А:** Пациент лежит на спине со слегка согнутой в бедре и колене ногой, что позволяет ротировать ногу на 45° наружу. Изогнутый датчик устанавливают на кожу перпендикулярно телу бедра на 8 см дистальнее паховой складки. **Б:** Бедренная кость выглядит как полукруглая гиперэхогенная тень латерально (Бедренная кость), лежащая ниже и слегка латеральнее бедренной артерии (А). Седалищный нерв (С) выглядит как гиперэхогенный пучок волокон глубже и медиальнее бедренной кости. Иглу следует вводить более медиально во избежание контакта с артерией и для лучшей визуализации тела иглы, так как она вводится в плоскости датчика

- а. Обычно седалищный нерв лежит на глубине **5—7 см от передней поверхности** бедра, в зависимости от размеров пациента.
- б. Настройка проникновения ультразвука должна позволять достичь **глубины поля 6—9 см**. Регулируют разрешение и фокус для оптимизации вида бедренной кости и седалищного нерва.
- в. Седалищный нерв часто выглядит как **гиперэхогенная, овальная или эллиптическая структура** сзади или медиальнее гиперэхогенного малого вертела. Системный обзор может оптимизировать вид седалищного нерва. По мере движений датчика проксимально и дистально вдоль бедра, идентифицируют малый вертел как сегмент более широкий, чем тело бедренной кости. Седалищный нерв располагается глубже большой приводящей мышцы и впереди большой ягодичной мышцы (рис. 16.7Б). Бедренные сосуды расположены в толще четырехглавой мышцы и существенно латеральнее бедренной кости. Если малый вертел закрывает визуализацию седалищного нерва, датчик продвигают немного медиально так, чтобы путь ультразвукового луча к седалищному нерву больше не перекрывался гиперэхогенной тенью, отбрасываемой малым вертелом. В качестве альтернативы датчик можно продвинуть немного каудально, до тех пор пока путь ультразвукового луча не окажется каудальнее малого вертела.

4. Методика введения иглы

- а. После асептической подготовки кожи и обкладывания с последующей инфильтрацией МА кожи в предполагаемом месте введения иглы, стимулирующую иглу (обычно 20—21 G длиной 100—150 мм) присоединяют к ПНС (обычно настроенному на 1,5—2,0 мА, 2 Гц, 100 мкс) и шприцу с местным анестетиком.
- б. После выведения целевых структур в **центр экрана** стимулирующую иглу вводят сразу медиальнее медиального края ультразвукового датчика и продвигают в плоскости (к ультразвуковому лучу) под соответствующим углом к седалищному нерву. Иглу следует **продвигать в направлении от передне-медиального к задне-латеральному**, по направлению к седалищному нерву. Игла достигнет седалищного нерва под относительно острым углом. В связи с этим кончик иглы иногда может быть плохо виден при его подходе к седалищному нерву. Простая инъекция небольшого количества (0,5—1,0 мл) местного анестетика приведет к образованию небольшого гипоэхогенного скопления, которое легко увидеть, что обеспечит не прямой, но полезный ориентир положения кончика иглы. Кроме того, активация ПНС и получение желательной ВМР с седалищного нерва также может подтвердить близость кончика иглы к седалищному нерву.
- в. Цель — **дробное введение местного анестетика** вокруг седалищного нерва, которое выглядит как гипоэхогенное скопление жидкости, охватывающее нерв. Обычно для получения удовлетворительного распределения местного анестетика вокруг седалищного нерва достаточно **объема 15—25 мл**. Это может потребовать подтягивания иглы после первичной инъекции местного анестетика с последующим изменением направления кончика иглы и инъекцией остав-

шегося объема местного анестетика с тем, чтобы обеспечить равномерное распределение вокруг седалищного нерва.

Е. Блокада седалищного нерва в подколенной ямке, задний доступ с ПНС.

Подколенную ямку для блокады седалищного нерва **выбирают наиболее часто**. В этом месте седалищный нерв легко доступен на относительно небольшой глубине — по сравнению с проксимальными доступами. Дополнительным преимуществом блокады седалищного нерва в подколенной ямке является возможность обеспечить почти полную анестезию (за исключением кожного компонента кожного нерва) или **послеоперационную анальгезию голени и стопы** без сопутствующего блокирования подколенных или задних приводящих мышц бедра.

- 1. Положение пациента.** Пациента укладывают **лицом вниз** со стопой, свисающей с каталки, что облегчает оценку ВМР с лодыжек и стопы.
- 2. Наружные анатомические ориентиры.** Анатомические ориентиры включают подколенную складку и **пальпируемое сухожилие двуглавой мышцы бедра (латерально) и сухожилие полумембранозной и полусухожильной мышц (медиально)**. Пальпацию сухожилий можно акцентировать, попросив пациента **согнуть ногу** в колене, в результате чего сокращаются подколенные мышцы [18]. Предполагаемое **место введения иглы лежит на 7—8 см выше подколенной складки** посередине между сухожилиями. В этой точке ББН и ОМБН у большинства пациентов еще на разделены [3, 4].
- 3.** После асептической подготовки кожи и обкладывания с последующей инфильтрацией МА кожи в предполагаемом месте введения иглы, стимулирующую иглу (обычно 22 G длиной 50 мм) вводят в предполагаемом месте введения иглы. Стимулирующую иглу присоединяют к ПНС (обычно настроенному на 1,5—2,0 мА, 2 Гц, 100 мкс) и шприцу с местным анестетиком.
- 4.** Стимулирующую иглу продвигают под **несколько краниальным углом** до получения желательной ВМР (рис. 16.8). Желательными ВМР являются **инверсия или подошвенное сгибание стопы** (см. раздел IV, Г, 7). Если получено подошвенное сгибание, кончик иглы перенаправляют слегка латерально и получают инверсию. В качестве альтернативы, если получено подошвенное сгибание, кончик иглы можно перенаправить слегка медиально для получения инверсии. Окончательное положение иглы считается оптимальным, если желательная ВМР все еще вызывается при силе тока 0,2—0,5 мА. Если кончик иглы оказался ниже бифуркации седалищного нерва, получить инверсию иногда трудно. Приемлемо применение методики «двойной стимуляции», заключающейся во введении половины общего объема местного анестетика после получения реакции с ББН или ОМБН [19]. За этим следует изменение направления (немного латеральнее после реакции с ББН и немного медиальнее после реакции с ОМБН) кончика иглы для стимуляции другой ветви седалищного нерва и введение оставшегося объема.
- 5.** После окончательной установки иглы и введения первой тест-дозы 3 мл для исключения внутрисосудистого положения ее кончика, вводят всего 40 мл (по 20 мл к каждой ветви седалищного нерва при использовании методики двойной стимуляции) местного анестетика дробно, с частыми аспирациями для снижения риска внутрисосуди-

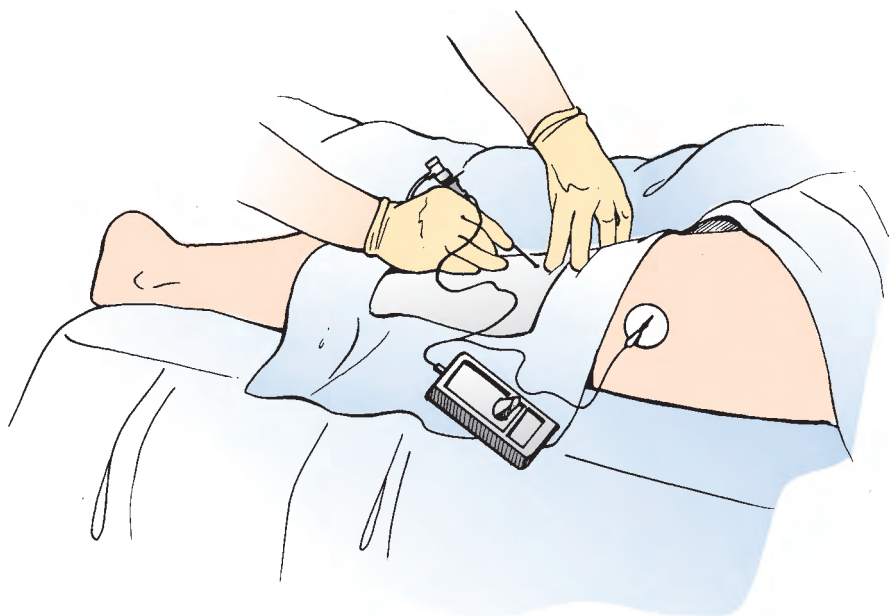


Рис. 16.8. Блокада подколенной ямки, задний доступ к нерву со стимулятором. Иглу вводят под углом 45° краниально. Контакт с нервом обычно происходит на середине пути от кожи к бедренной кости

стой инъекции. Типичное время развития сенсорной и моторной анестезии составляет 15—25 мин, в зависимости от общей массы введенного местного анестетика и получения ВМР.

6. **Методику с постоянным катетером** можно использовать для расширения длительности анальгезии. Первое место введения иглы и доступ такие же, как и при методике с одной инъекцией. Обычно для локализации седалищного нерва используют изолированную стимулирующую иглу Туохи большого калибра (17—18 G). После локализации седалищного нерва и введения местного анестетика угол наклона иглы изменяют на более краниальный для облегчения прохождения катетера. Катетер 19—20 G вводят в иглу Туохи и проводят не более чем на 3—5 см за кончик иглы. Затем иглу извлекают по катетеру и последний фиксируют стерильным прозрачным липким пластырем. Проксимальный конец катетера присоединяют к автоматическому инфузионному насосу.

Ж. Подколенная ямка, боковой доступ из положения лицом вниз, под УЗН

1. **Положение пациента.** Пациент лежит **лицом вниз**.
2. **Выбор датчика.** Обычно для этого типа блокад применяют **высоко-частотный (8—12 МГц) линейный датчик**. Более высокая частота дает лучшее разрешение проникновения, так как седалищный нерв в этом месте лежит в 2—4 см от поверхности кожи.
3. **Установка датчика и ультразвуковая анатомия.** Длинная ось ультразвукового датчика **параллельна подколенной складке**, датчик медленно продвигают краниально [20] (рис. 16.9А).

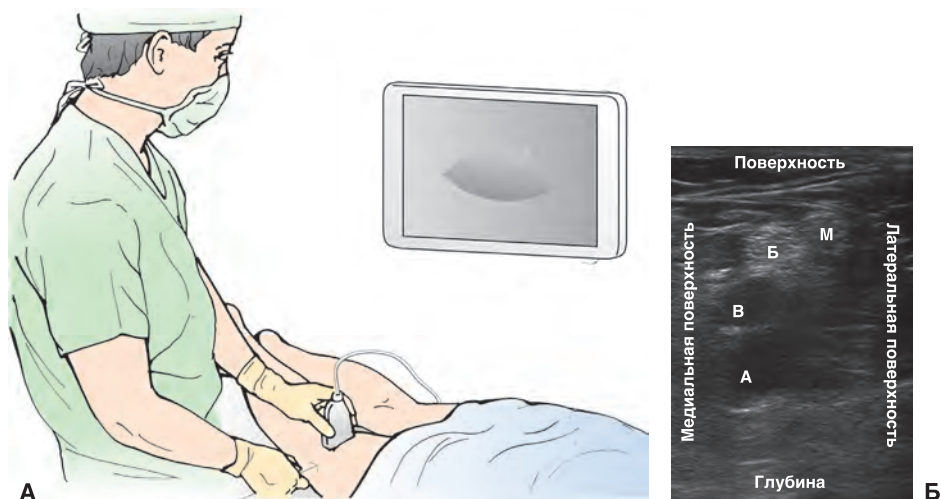


Рис. 16.9. Блокада в подколенной ямке, задний доступ под контролем ультразвука. **А:** Пациент лежит лицом вниз с подложенной под лодыжки подушкой, что обеспечивает некоторую степень сгибания в колене. Линейный датчик устанавливают на подколенную складку и локализируют подколенную артерию. **Б:** Следуя по артерии краниально, можно визуализировать большеберцовый (Б) и малоберцовый (М) нервы, обычно лежащие поверхностнее и латеральнее артерии (А) и вены (В). Нервы появляются из единого седалищного ствола на различном расстоянии выше складки

- а. На этом уровне **подколенная артерия** видна как круглое, пульсирующее гипоэхогенное образование в середине экрана, расположенное поверхностнее дистальной части бедренной кости. Подколенная вена лежит слегка поверхностнее и латеральнее подколенной артерии и может быть не видна, так как легко сжимается под давлением ультразвукового датчика [20].
 - б. Датчик медленно продвигают краниально, наблюдая за появлением ББН как ветви седалищного нерва. **ББН должен быть виден как гиперэхогенная структура, которая всегда лежит поверхностнее и латеральнее подколенной артерии.** Ультразвуковой датчик продолжают медленно продвигать краниально до того, как станет **видимым ОМБН сразу медиальнее двуглавой мышцы бедра и латеральнее ББН.** В этой точке ультразвуковой датчик продвигают еще далее краниально до тех пор, пока **ББН и ОМБН не сольются, формируя седалищный нерв,** и место датчика на задней поверхности бедра маркируют. Следует обратить внимание на расположение седалищного нерва между слиянием латеральных (двуглавая бедра) и медиальных (полумембранозная и полусухожильная) подколенных мышц, соответствующим верхушке подколенной ямки.
- #### 4. Методика введения иглы
- а. После асептической подготовки кожи и обкладывания с последующей инфильтрацией МА кожи в предполагаемом месте введения иглы стимулирующую иглу (обычно 20—21 G длиной 100—150 мм) присоединяют к ПНС (обычно настроенному на 1,5—2,0 мА, 2 Ц, 100 мкс) и шприцу с местным анестетиком.

- б. После выведения целевых структур в центр экрана стимулирующую иглу ставят сразу латеральнее латерального края ультразвукового датчика. Введение иглы между сухожилиями широкой латеральной и двуглавой мышц бедра позволяет применить более плоский угол доступа к седалищному нерву с лучшей визуализацией иглы. Иглу продвигают в плоскости (к ультразвуковому лучу), и кончик иглы подходит к седалищному нерву из латерально-медиального направления. При подходе к седалищному нерву наблюдается видимый и пальпируемый «хлопок» в момент, когда игла прокалывает фасциальную плоскость, расположенную сразу над седалищным нервом.
- в. Первичной целью кончика иглы является место латеральнее седалищного нерва. В этой точке вводят местный анестетик, наблюдая за адекватностью его распространения, о чем свидетельствует гипоэхогенное скопление жидкости вокруг гиперэхогенного седалищного нерва. Обычно для достижения желательного распределения местного анестетика требуется объем 25—40 мл, если игла неподвижна. В качестве альтернативы кончик иглы можно переместить поверхностнее, глубже и медиальнее седалищного нерва с фракционной инъекцией общего объема местного анестетика в режиме реального времени для достижения единообразного распределения вокруг короткой оси седалищного нерва («*симптом пончика*»).
5. Если показана **методика с постоянным катетером**, используют изолированную стимулирующую иглу Туохи большого калибра (17—18 G) для первичного размещения кончика иглы и введения местного анестетика вокруг седалищного нерва. После подтверждения распределения местного анестетика (при введении через кончик иглы) ультразвуковой датчик ставят сбоку в стерильном поле. Катетер 19—20 G вводят в иглу Туохи и проводят **не более чем на 3—5 см** за кончик иглы. В этой точке датчик ставят над первичным местом и через катетер вводят дополнительно 3—5 мл местного анестетика и наблюдают за его распределением вокруг седалищного нерва, убеждаясь в правильном положении кончика катетера. Затем иглу извлекают по катетеру и последний фиксируют стерильным прозрачным липким пластырем. Затем проксимальный конец катетера присоединяют к автоматическому инфузионному насосу.
3. **Блокада седалищного нерва в подколенной ямке, латеральный доступ с нейростимулятором.** Основной недостаток заднего доступа к седалищному нерву в подколенной ямке — необходимость укладывать пациента лицом вниз для выполнения блокады. Это может оказаться неприемлемым для некоторых пациентов (тяжелое ожирение, болезненные переломы в гипсе или с фиксирующими устройствами, или нестабильный позвоночник), которым в остальном блокада седалищного нерва была бы полезной.
1. **Положение пациента.** Пациент лежит **на спине**, стопа на блокируемой стороне должна быть расположена так, чтобы ВМР с седалищного нерва была хорошо видна. Лучше всего **уложить голень на мягкий валик так, чтобы стопа (включая Ахиллово сухожилие) выступала за пределы валика** (рис. 16.10).

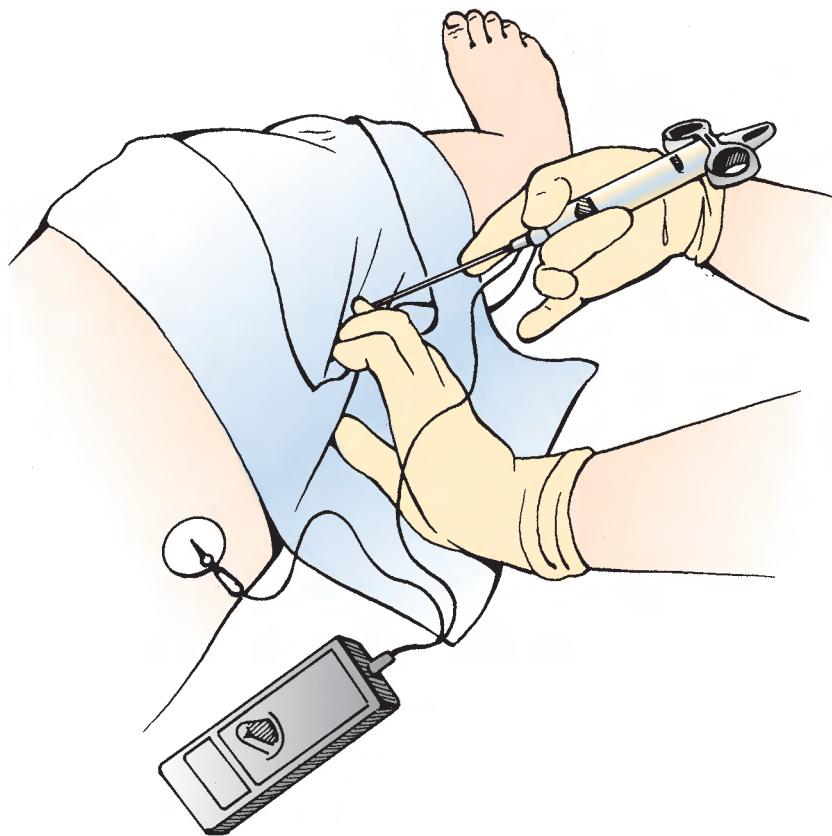


Рис. 16.10. Подколенная ямка, боковой доступ к нерву со стимулятором, положение пациента

2. **Наружные анатомические ориентиры.** К ним относятся **подколенная складка, широкая латеральная мышца и двуглавая мышца бедра.** Пальпацию подколенной складки и углубления между мышцами можно облегчить, просто попросив пациента **согнуть ногу в колене** для сокращения подколенных мышц. Предполагаемое место введения иглы **лежит на 7—8 см краниальнее подколенной складки** в углублении между широкой латеральной и двуглавой мышцами бедра. В этой точке, выше подколенной складки, ББН и ОМБН еще разделяются у большинства пациентов [3, 4].
3. После асептической подготовки кожи и обкладывания с последующей инфильтрацией МА кожи в предполагаемом месте введения иглы стимулирующую иглу (обычно 21 G длиной 100 мм) присоединяют к ПНС (обычно настроенному на 1,5—2,0 мА, 2 Гц, 100 мкс) и шприцу с местным анестетиком.
4. Стимулирующую иглу вводят в **горизонтальной плоскости** между широкой латеральной и двуглавой мышцами бедра и продвигают до осторожного контакта с латеральной поверхностью бедренной кости.

Контакт с бедренной костью является ключевым элементом, так как обеспечивает оценку глубины залегания седалищного нерва от латеральной поверхности бедра (обычно 1–2 см выше расстояния кожа-бедренная кость), а равно и исходное положение, из которого **иглу нужно перенаправить кзади**, для подхода к седалищному нерву (рис. 16.11). После контакта с бедренной костью иглу подтягивают почти до кожи и перенаправляют на 30° кзади под углом, с которым игла контактировала с бедренной костью. Затем иглу медленно продвигают до получения желательных ВМР. Обычно сначала появляется ВМР с ОМБН, так как этот нерв расположен латерально и более поверхностно, чем ББН (рис. 16.11). **Если ВМР — тыльное сгибание**, кончик стимулирующей иглы рекомендуется слегка **переместить более медиально** с целью получить либо инверсию, либо подошвенное сгибание для повышения вероятности успеха и полной блокады седалищного нерва [21]. Альтернативным доступом является выполнение методики «двойной стимуляции»: вводят половину общей дозы объема местного анестетика после получения первой ВМР с ОМБН, с последующим перенаправлением кончика иглы немного более медиально для получения ВМР с ББН и вводят оставшийся объем местного анестетика [22]. Если при первом проходе стимулирующей иглы ожидаемой ВМР получено не было, стимулирующую иглу подтягивают почти до кожи, меняют угол на 5–10° и продвигают до получения ВМР. Этот прием повторяют, каждый раз изменяя угол на 5–10°:

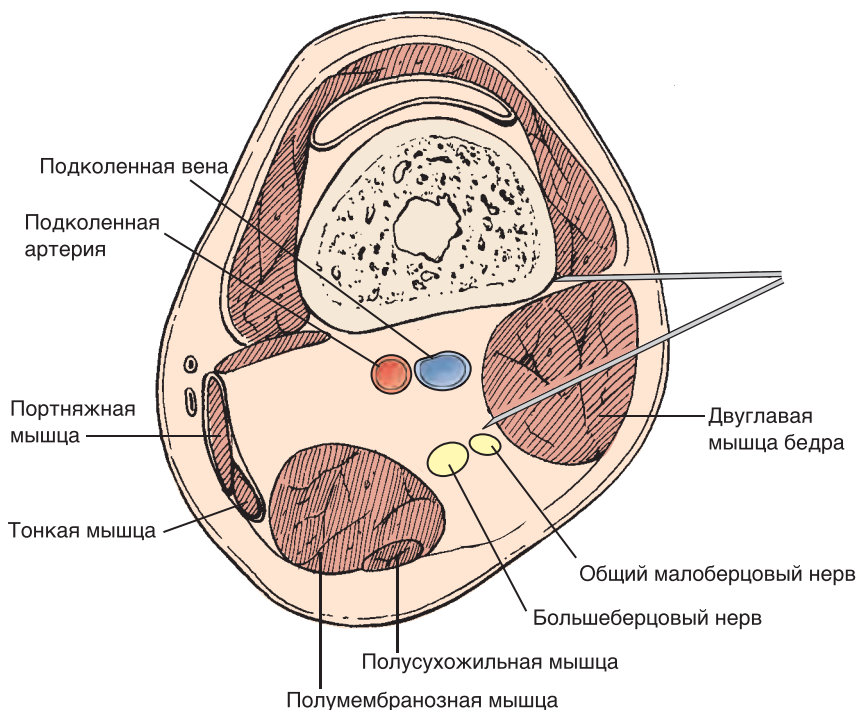


Рис. 16.11. Подколенная ямка, анатомия латерального доступа к нерву

5. После окончательной установки иглы и введения первой тест-дозы 3 мл для исключения внутрисосудистого положения ее кончика вводят **всего 40 мл** (по 20 мл к каждой ветви седалищного нерва при использовании методики двойной стимуляции) местного анестетика дробно, с частыми аспирациями для снижения риска внутрисосудистой инъекции. Типичное время развития сенсорной и моторной анестезии составляет 15—25 мин, в зависимости от общей массы введенного местного анестетика, типа и количества полученных ВМР.
6. **Методику с постоянным катетером** можно использовать для расширения длительности анальгезии. Первое место введения иглы и доступ такие же, как и при методике с одной инъекцией. Обычно для локализации седалищного нерва используют изолированную стимулирующую иглу Туохи большего калибра (17—18 G). После локализации седалищного нерва и введения местного анестетика угол наклона иглы изменяют несколько краниально, для облегчения прохождения катетера. Катетер 19—20 G вводят в иглу Туохи и проводят не более чем на 2—3 см за кончик иглы. Затем иглу извлекают по катетеру и последний фиксируют стерильным прозрачным липким пластырем. Проксимальный конец катетера присоединяют к автоматическому инфузионному насосу.

И. Подколенная ямка, боковой доступ в положении на спине под УЗН. Методика с боковым доступом под УЗН предлагает несколько преимуществ по сравнению с методикой ПНС. Во-первых, краниальное расстояние от подколенной складки, где ББН и ОМБН сходятся и образуют седалищный нерв, видно и может быть точно измерено. Во-вторых, не нужен контакт с бедренной костью, так как глубину от кожи до седалищного нерва можно точно измерить. В-третьих, угол доступа к седалищному нерву можно регулировать в режиме реального времени. Таким образом, минимизируя число изменений направления иглы, нужных для подхода к седалищному нерву, можно повысить комфорт пациента и минимизировать время выполнения блокады. И наконец, кончиком иглы можно управлять в режиме реального времени с последующими дробными введениями местного анестетика для обеспечения равномерного распределения последнего вокруг короткой оси седалищного нерва.

1. **Положение пациента.** Пациент лежит на спине, блокируемая нога приподнята над каталкой так, чтобы ультразвуковой датчик можно было установить между подколенной ямкой и каталкой (рис. 16.12).
2. **Выбор датчика.** Обычно для этого типа блокад применяют **высоко-частотный (8—12 МГц) линейный датчик**. Более высокая частота дает лучшее разрешение проникновения, так как седалищный нерв в этом месте лежит на 2—4 см от поверхности кожи.
3. **Установка датчика и ультразвуковая анатомия.** Длинная ось ультразвукового датчика параллельна подколенной складке, датчик медленно продвигают краниально. Анестезиологу нужно поддерживать постоянное давление на ультразвуковой датчик вверх, не теряя контакта с кожей. Простая, но важная разница между доступом под УЗН в положении на спине и на боку — ориентация анатомических структур на экране. Поскольку датчик (и ультразвуковой луч) подходят к седалищному нерву снизу (в отличие от подхода к нерву сверху при доступе

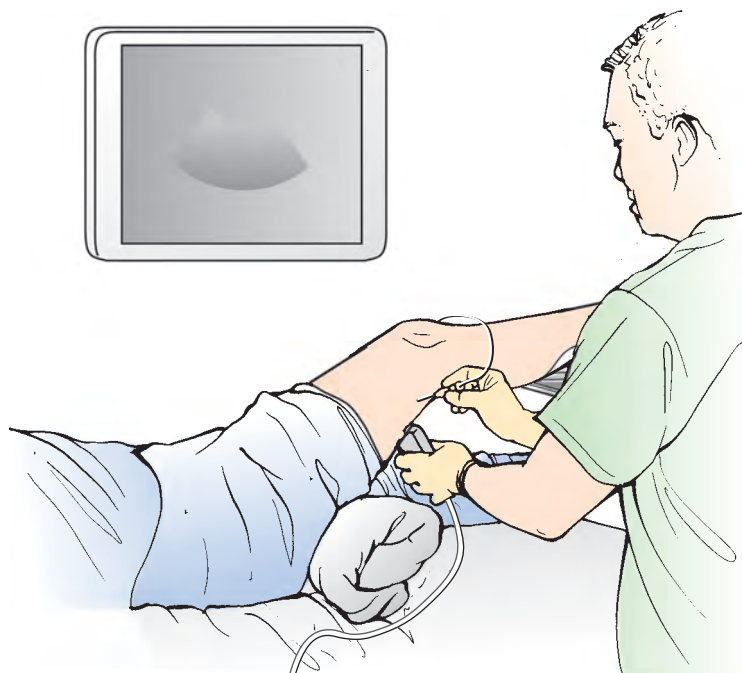


Рис. 16.12. Блокада седалищного нерва в подколенной ямке под ультразвуковым наведением, доступ из положения на спине — на боку. Пациент лежит на спине с голенью, уложенной на подставку Мэйю, что позволяет установить УЗ датчик под бедром в подколенной ямке. На уровне, где ББН и ОМБН сливаются, образуя СН, иглу вводят с латеральной стороны между телами мышц широкой боковой и двуглавой мышцы бедра и прямо продвигают к СН

из положения лицом вниз), ориентация структур на экране выглядит «перевернутой». Это необходимо помнить при изменениях направления иглы для подхода к седалищному нерву. В качестве альтернативы большинству УЗ-аппаратов имеют регулировки, позволяющие просто перевернуть экран, так, чтобы анестезиолог получил более привычную ориентацию «подколенную боковую лицом вниз».

- а. На этом уровне подколенная артерия видна как круглое, пульсирующее гипоэхогенное образование в середине экрана, расположенное поверхностнее дистальной части бедренной кости. Подколенная вена обычно лежит слегка поверхностнее и латеральнее подколенной артерии, может быть не видна, так как легко сжимается под давлением ультразвукового датчика [20].
- б. Датчик медленно продвигают краниально, наблюдая за появлением ББН как ветви седалищного нерва. ББН должен быть виден как гиперэхогенная структура, которая всегда лежит поверхностнее и латеральнее подколенной артерии. Ультразвуковой датчик медленно продвигают далее краниально до того, как станет видимым ОМБН сразу медиальнее двуглавой мышцы бедра и латеральнее ББН (рис. 16.13). В этой точке ультразвуковой датчик продвигают еще далее крани-

ально до тех пор, пока ББН и ОМБН не сольются, формируя седалищный нерв, и это место на задней поверхности бедра маркируют. Следует обратить внимание на расположение седалищного нерва между слиянием латеральных (двуглавая бедра) и медиальных (полумембранозная и полусухожильная) подколенных мышц, соответствующим верхушке подколенной ямки.

4. Методика введения иглы

- а. После асептической подготовки кожи и обкладывания с последующей инфльтрацией местным анестетиком кожи в предполагаемом месте введения иглы стимулирующую иглу (обычно 21—22 G длиной 50—100 мм) присоединяют к ПНС (обычно настроенному на 1,5—2,0 мА, 2 Гц, 100 мкс) и шприцу с местным анестетиком.
- б. Ультразвуковой датчик удерживают на задней поверхности бедра с небольшим давлением вверх для поддержания контакта с кожей подколенной ямки.
- в. После выведения **целевых невралных структур в центр экрана** стимулирующую иглу вводят в углубление между широкой латеральной и двуглавой мышцами бедра параллельно середине длинной оси ультразвукового датчика. Иглу продвигают в плоскости (к ультразвуковому лучу) под соответствующим углом к седалищному нерву (см. рис. 16.13). Кончик иглы подойдет к седалищному нерву из латерально-медиального направления. При подходе к седалищному нерву наблюдается видимый и пальпируемый «хлопок» в момент, когда игла прокалывает фасциальную плоскость, расположенную сразу над седалищным нервом.

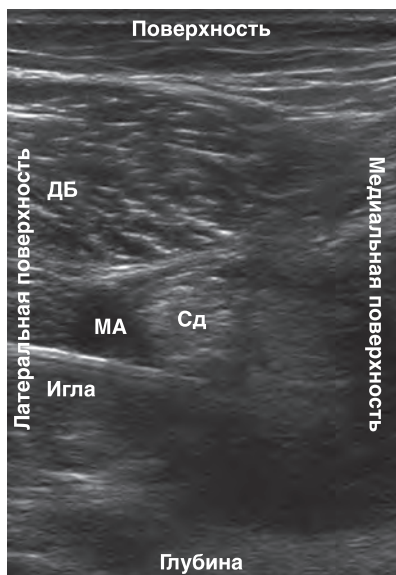


Рис. 16.13. Латеральная блокада подколенной ямки под ультразвуковым наведением. Иглу продвигают под двуглавую мышцу бедра (ДБ) в плоскости для доступа к нерву (Сд) и вводят местный анестетик (МА), окружая им нервный ствол. Инъекция в нескольких местах (выше и ниже нерва) обеспечивает наилучший охват по окружности

- г. Первичной целью кончика иглы является место латеральнее седалищного нерва. В этой точке медленно вводят местный анестетик, наблюдая за адекватностью его распространения, о чем свидетельствует появление **гипоэхогенного скопления жидкости вокруг гиперэхогенного седалищного нерва**. Обычно для достижения желательного распределения местного анестетика требуется объем 25—40 мл, если игла неподвижна. В качестве альтернативы кончик иглы можно переместить поверхностнее, глубже и медиальнее седалищного нерва с фракционной инъекцией общего объема местного анестетика в режиме реального времени для достижения едиобразного распределения вокруг короткой оси седалищного нерва («симптом пончика»).
5. Если показана методика с постоянным катетером, используют изолированную стимулирующую иглу Туохи большого калибра (17—18 G)

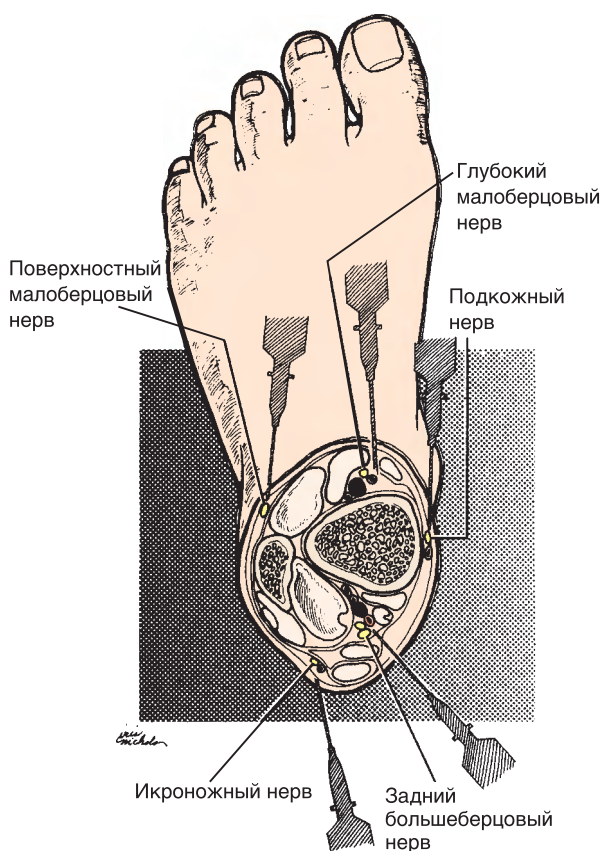


Рис. 16.14. Блокада области голеностопного сустава. Инъекции делают в пяти различных точках локализации нервов. Поверхностный малоберцовый нерв, икроножный нерв и кожный нерв обычно блокируют при помощи простой подкожной инфильтрации, поскольку они могут отдать уже множество поверхностных ветвей после того, как пересекают голеностопный сустав. О парестезиях можно подумать при локализации заднего большеберцового нерва или глубокого малоберцового, но костных ориентиров обычно бывает достаточно для адекватной локализации, позволяющей выполнить более глубокие инъекции

для первичного размещения кончика иглы и местного анестетика вокруг седалищного нерва. После подтверждения распределения местного анестетика (при введении через кончик иглы) ультразвуковой датчик ставят сбоку в стерильном поле. Катетер 19—20 G вводят в иглу Туохи и проводят не более чем на 3—5 см за кончик иглы. В этой точке датчик ставят над первичным местом, через катетер вводят дополнительно 3—5 мл местного анестетика и наблюдают за его распределением вокруг седалищного нерва, убеждаясь в правильном положении кончика катетера. Затем иглу извлекают по катетеру и последний фиксируют стерильным прозрачным липким пластырем. Проксимальный конец катетера присоединяют к автоматическому инфузионному насосу.

К. Блокада области голеностопного сустава. Эта блокада требует **большого числа инъекций**, и поэтому ее выполнение может потребовать больше времени (рис. 16.14), но **ее можно выполнить без поиска локализации специфических нервов по парестезии, моторной реакции или ультразвуком.**

- 1. Задний ББН.** Можно выполнить пациенту в положении **на спине или лицом вниз**. Если пациент лежит на спине, колено согнуто так, чтобы плоскость подошвы стопы лежала на поверхности каталки. Иглу 23—25 G длиной 5 см вводят на уровне медиальной лодыжки сразу позади пульсации **задней большеберцовой артерии** и направляют под углом **45° вперед**, для поиска парестезии на подошве стопы. Если нерв локализован, 5 мл местного анестетика будет достаточно. Если нерв локализовать не удалось, можно ввести 10 мл веерообразно в зоне треугольника, образованного большеберцовой костью, артерией и ахилловым сухожилием.
- 2. Икроножный нерв.** В положении пациента все еще на спине или лицом вниз с согнутым коленом вводят еще 5 мл **поверхностно позади латеральной лодыжки**, заполняя углубление между лодыжкой и пяточной костью.
- 3. Кожный нерв.** Далее 5 мл вводят вокруг кожной вены на **уровне медиальной лодыжки между кожей и собственно костью**.
- 4. Глубокий малоберцовый нерв.** Перейдя к передней поверхности области голеностопного сустава, иглу вводят в глубокие плоскости ниже фасции **сразу латеральнее передней большеберцовой артерии на уровне кожных складок** и вводят еще 5 мл. Если артерия не пальпируется, в качестве анатомического ориентира можно использовать сухожилие длинного разгибателя большого пальца стопы.
- 5. Поверхностные малоберцовые ветви.** «Лимонную корочку» местным анестетиком создают от передней части большеберцовой кости вокруг латеральной лодыжки (перекрывая предыдущую инъекцию к глубокому малоберцовому нерву и продолжая латерально до встречи с предыдущей инъекцией к икроножному нерву). Всего 5—10 мл может потребоваться для покрытия 6—7 см, необходимых, чтобы захватить все поверхностные волокна.

Литература

1. Birnbaum K, Prescher A, Hebler S, *et al.* The sensory innervation of the hip joint: an anatomical study. *Surg Radiol Anat* 1997;19:371—375.

2. Sukhani R, Candido KD, Doty R, *et al.* Infragluteal-parabiceps sciatic nerve block: an evaluation of a novel approach using a single-injection technique. *Anesth Analg* 2003;96:868—873.
3. Vloka JD, Hadzic A, April E, *et al.* The division of the sciatic nerve in the popliteal fossa: anatomical implications for popliteal nerve block. *Anesth Analg* 2001;92:215—217.
4. Schwemmer U, Markus CK, Greim CA, *et al.* Sonographic imaging of the sciatic nerve division in the popliteal fossa. *Ultraschall Med* 2005;26:496—500.
5. Taboada Muniz M, Alvarez J, Cortes J, *et al.* The effects of three different approaches on the onset time of sciatic nerve block with ropivacaine 0.75%. *Anesth Analg* 2004;98:242—247.
6. Taboada Muniz M, Rodriguez J, Valino C, *et al.* What is the minimum effective volume of local anesthetic required for sciatic nerve block? A prospective randomized comparison between a popliteal and subgluteal approach. *Anesth Analg* 2006;102:593—597.
7. Cappelleri G, Aldegheri G, Ruggieri F, *et al.* Minimum effective anesthetic concentration (MEAC) for sciatic nerve block: subgluteal and popliteal approaches. *Can J Anaesth* 2007;54:283—289.
8. Mansour NY. Reevaluating the sciatic nerve block: another landmark for consideration. *Reg Anesth* 1993;18:322—323.
9. Morris GF, Lang SA, Dust WN, *et al.* The parasacral sciatic nerve block. *Reg Anesth* 1997;22:223—228.
10. Ho AM, Karmakar MJ. Combined paravertebral lumbar plexus block and parasacral sciatic nerve block for reduction of hip fracture in a patient with aortic stenosis. *Can J Anaesth* 2002;49:946—950.
11. De Visme V, Picart F, Lejouan R, *et al.* Combined lumbar and sacral plexus block compared with plain bupivacaine spinal anesthesia for hip fractures in the elderly. *Reg Anesth Pain Med* 2000;25:158—162.
12. Ripart J, Cuvillon P, Nouvellon E, *et al.* Parasacral approach to block the sciatic nerve; a 44-case survey. *Reg Anesth Pain Med* 2005;32:193—197.
13. Hagon BS, Itani O, Bidgoli JH, *et al.* Parasacral sciatic nerve block: does the elicited motor response predict success rate? *Anesth Analg* 2007;105:263—266.
14. Cuvillon P, Ripart J, Jeannes P, *et al.* Comparison of the parasacral approach and the posterior approach with the single- and double-injection techniques to block the sciatic nerve. *Anesthesiology* 2003;98:1436—1441.
15. Karmakar MK, Kwok WH, Ho AM, *et al.* Ultrasound-guided sciatic nerve block: description of a new approach at the subgluteal level. *Br J Anaesth* 2007;98:390—395.
16. Sukhani R, Nader A, Candido KD, *et al.* Nerve stimulator-assisted evoked motor responses predict the latency and success of a single-injection sciatic nerve block. *Anesth Analg* 2004;99:584—588.
17. Chan VW, Nova H, Abbas S, *et al.* Ultrasound examination and localization of the sciatic nerve: a volunteer study. *Anesthesiology* 2006;104:309—314.
18. Hadzic A, Vloka VD, Singson R, *et al.* A comparison of intertendinous and classical approaches to popliteal nerve block using magnetic resonance imaging simulation. *Anesth Analg* 2002;94:1321—1324.
19. Risch M, Blumenthal S, Borgeat A. Is the double-injection technique really needed? *Anesth Analg* 2007;105:285—286.
20. Tsui BC, Finucane BT. The importance of ultrasound landmarks: a «traceback» approach using the popliteal blood vessels for identification of the sciatic nerve. *Reg Anesth Pain Med* 2006;31:481—482.
21. Taboada Muniz M, Alvarez J, Cortes J, *et al.* Lateral approach to the sciatic nerve block in the popliteal fossa: correlation between evoked motor response and sensory block. *Reg Anesth Pain Med* 2003;28:450—455.
22. Paqueron X, Bouaziz H, Macalou D, *et al.* The lateral approach to the sciatic nerve block at the popliteal fossa: one or two injections? *Anesth Analg* 1999;89:1221—1225.

Глава 17

Дыхательные пути

Майкл Ф. Малрой

Анестезиологам часто приходится интубировать пациентов, которым рутинные методики индукции общей анестезии противопоказаны. Адекватная регионарная или топическая анестезия дыхательных путей носоглотки делает возможным безболезненное проведение назальных или оральных эндотрахеальных трубок или фибробронхоскопов.

I. Анатомия

- A. Сенсорные** волокна к слизистой полости носа исходят из средней части пятой пары черепно-мозговых нервов через крылонебный ганглий. Эта большая ветвь лежит под слизистой носа позади средней раковины (рис. 17.1). Волокна из этого ганглия также обеспечивают сенсорную иннервацию верхней части глотки, небной занавески и небных миндалин. Эти волокна можно блокировать проксимально прямой инъекцией к верхнечелюстной ветви тройничного нерва, но их проще блокировать чрезслизистым топическим нанесением местного анестетика.

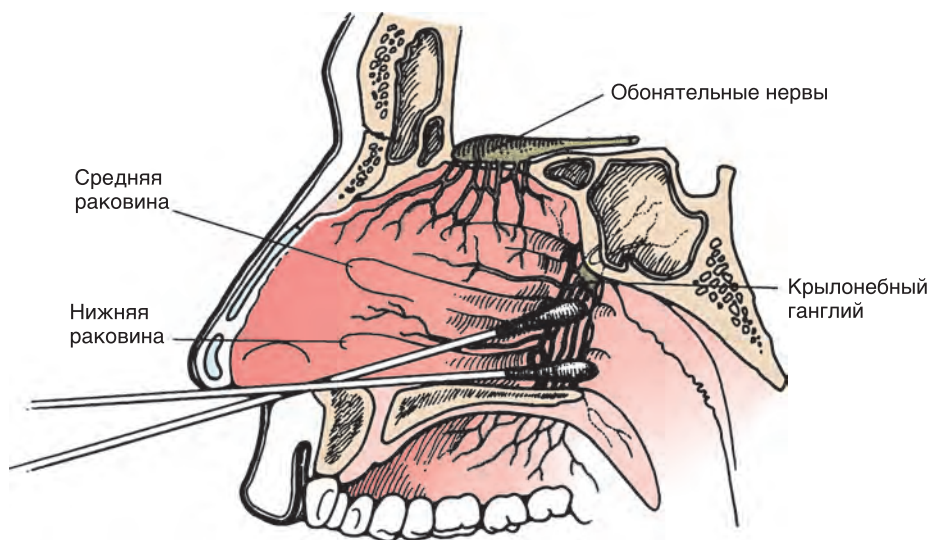


Рис. 17.1. Анестезия носовых ходов. Палочки с ватными шариками, смоченными анестетиком, вводят вдоль нижней и средней раковин, чтобы вызвать анестезию крылонебного ганглия за счет трансмембранной диффузии раствора. Большие тампоны нужны для обеспечения топической анестезии, а также для вазоконстрикции слизистой носа

- Б.** **Девятая пара черепномозговых нервов** (языкоглоточный нерв) обеспечивает сенсорную иннервацию ротоглотки и надгортанной области, а также задней части языка. Нерв можно блокировать прямой подслизистой инъекцией позади дужек миндалин, но это проще сделать при помощи топической анестезии его терминальных ветвей во рту и глотке.
- В.** Чувствительность собственно **гортани** выше голосовых связок обеспечивает **верхняя гортанная** ветвь вагуса. Этот нерв покидает основной ствол вагуса в каротидном фасциальном футляре и идет вперед, посылая внутренние ветви, пенетрирующие щитовидную мембрану. Позади этой мембраны нерв разветвляется и обеспечивает сенсорную иннервацию голосовых связок, надгортанника и черпаловидных хрящей.
- Г.** Ниже голосовых связок сенсорную иннервацию обеспечивают ветви **возвратного гортанного** нерва, который также отдает моторные волокна ко всем собственным мышцам гортани, кроме одной. Чувствительность собственно трахеи тоже входит в функцию возвратного гортанного нерва. Хотя прямая блокада этих нервов возможна (и рассматривается как побочный эффект некоторых других регионарных блокад на шее), топическая анестезия — самая простая методика.

II. Показания

- А.** При наличии **челюстно-лицевой травмы** или смещения верхних дыхательных путей **абсцессом** или **опухолью** безопаснее выполнить интубацию трахеи пациенту с сохраненным сознанием или под легкой седацией. Это также целесообразно, если у пациента в **анамнезе есть факт трудной интубации**, шейной радикулопатии, тяжелого респираторного дистресса и, возможно, при тяжелом ожирении. Хотя новые технологии, такие как интубирующая ларингеальная маска воздуховод (ЛМ), снизили частоту трудных интубаций, знание этих методик входит в руководство по ведению дыхательных путей, предлагаемое Американским обществом анестезиологов (ASA) [1, 2].
- Б.** Анестезия слизистой носа полезна для проведения **назальной трубки**, особенно с добавлением вазоконстрикторов для уменьшения вероятности кровотечения. Анестезия полости рта и ротоглотки позволит ввести **ларингоскоп** и трубку до уровня надгортанника, и также полезна при **чреспищеводной эхокардиографии**, выполняемой пациенту без выключения сознания. Анестезия собственно гортани и трахеи (при помощи блокады ветвей вагуса или транстрахеальной инъекции) позволит пациенту переносить введение трубки или фибробронхоскопа ниже голосовых связок без кашля или натуживания [3] и снизит выраженность сердечно-сосудистых реакций на интубацию трахеи. Блокада чувствительности гортани может быть, однако, противопоказана при опасениях относительно рвоты и аспирации.
- В.** Анестезия трахеи нецелесообразна, если желателен сохранение **активного кашлевого рефлекса**.
- Г.** Анестезия дыхательных путей полезна для облегчения диагностической **оптоволоконной ларингоскопии** и может помочь **возбужденным интубированным пациентам** в отделениях интенсивной терапии переносить присутствие эндотрахеальной трубки.

III. Препараты

- А. Прямую блокаду **верхних гортанных нервов** можно выполнить инфильтрацией препаратами местных анестетиков, таких как **лидокаин 1%-й или 1,5%-й**.
- Б. Другие зоны иннервации дыхательных путей значительно проще блокировать при помощи **топической анестезии**. При топическом применении нужны более высокие концентрации местных анестетиков для преодоления обычно медленного проникновения препаратов через слизистые оболочки. Коммерчески доступны препараты местных анестетиков (например, 10%-й ароматизированный лидокаин) в виде оральных спреев, но доставляемое количество при этом измерить невозможно. Лучше выглядят **небулайзеры**, с известным количеством распыляемого анестетика (например, 10 мл 4%-го лидокаина), которые применяются в отоларингологии. Для трансстрахеальной инъекции или орального топического применения таким способом доступны **лидокаин 4%-й и тетракаин 0,5—1%-й**. Эти **высокие концентрации** сопряжены с понятным риском быстрого превышения максимально допустимых доз таких препаратов. Проблема еще более усугубляется обычной практикой применения не измеряемых количественно нескольких различных препаратов для выполнения нескольких блокад.
- В. Назальная анестезия связана с необходимостью в **вазоконстрикции** для снижения частоты кровотечений из слизистой носа. Традиционно препаратом выбора был 4%-й кокаин, так как это единственный местный анестетик, обладающий собственным вазоконстрикторным действием. В связи с высокой токсичностью кокаина и потенциалом для злоупотреблений, применение 3%-го лидокаина с 0,25%-м мезатоном более приемлемая альтернатива для назальной топической анестезии.

IV. Техника

Анестезию дыхательных путей можно выполнить пациенту в положении на спине, но чаще пациенту удобнее, если ее выполняют в положении с приподнятой головой или в положении сидя. Если сохранения полного сознания не требуется, можно использовать умеренную седацию, например дексметомидином (минимально угнетающим дыхание).

А. Слизистая носа

1. Для анестезии слизистой носа в оба носовых хода на длинных аппликаторах осторожно **вводят ватные** тампоны, смоченные 4%-м кокаином (или смесью лидокаина с мезатоном). Первый аппликатор вводят прямо вдоль нижней раковины к задней стенке глотки (см. рис. 17.1).
2. Второй аппликатор вводят под небольшим углом краниально, следуя средней раковине и здесь продвигая на полную глубину до контакта со слизистой, покрывающей крыловидную кость.
3. Анестезию выполняют **с обеих сторон**, поскольку целью является обеспечения анестезии ветвей крылонебного ганглия, а также топическая анестезия собственно слизистой. Обычно для адекватного проникновения препарата в слизистую требуется контакт в течении 2—3 мин.

Апликаторы с ватными шариками на конце есть в большинстве операционных, и пациенты их нормально переносят. Тампоны большего размера, используемые отоларингологами, менее комфортны, но более эффективно обеспечивают адекватную площадь для доставки анестетика.

Б. Верхняя блокада гортани

1. Пока назальные аппликаторы стоят в носовых ходах, с обеих сторон блокируют верхние гортанные нервы. Голову пациента отгибают назад и идентифицируют щитовидный хрящ и подъязычную кость. Указательным пальцем кожу оттягивают вниз над **верхним краем щитовидного хряща** и протирают ее тампоном со спиртом. Иглу 23—25 G со шприцем, наполненным 1%-м лидокаином, вводят над верхушкой хряща. Затем смещение кожи указательным пальцем прекращают, и игла «переходит через» хрящ сверху, после чего ее вводят прямо через плотную щитовидную мембрану. Теперь верхушка лежит в рыхлых окружающих тканях ниже мембраны (рис. 17.2). После аспирации для выявления нежелательного внутрисосудистого введения, 2,5 мл вводят за мембрану. Ту же последовательность выполняют с противоположной стороны.
2. В качестве альтернативы, иглу можно ввести по заднему (большому) рогу подъязычной кости и «провести» каудально за костью к мембране.
3. Если планируется выполнение транстрахеальной инъекции (4 этап), этот шприц и иглу можно использовать для введения финальных 0,3 мл местного анестетика внутрикжно по средней линии шеи.

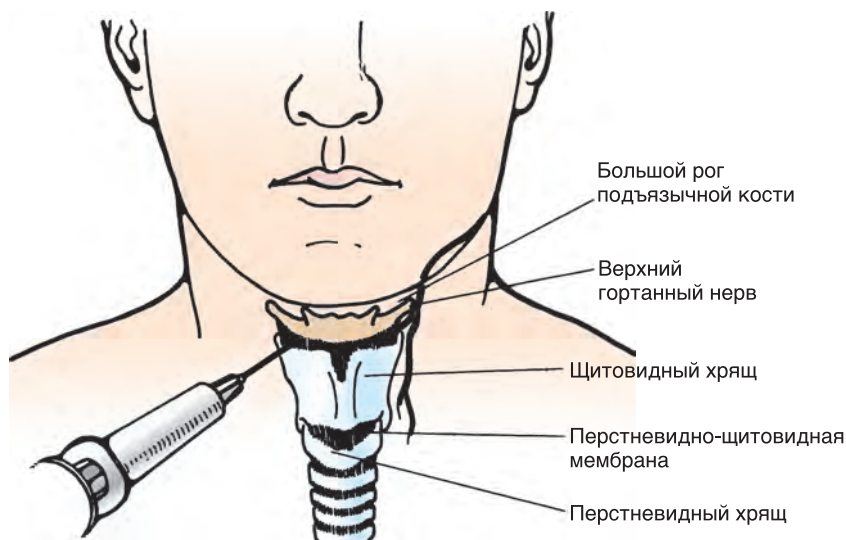


Рис. 17.2. Блокада верхнего гортанного нерва. Иглу 23—25 G вводят к верхнему краю боковой пластины щитовидного хряща. Затем ее осторожно направляют от хряща до провала через щитоподъязычную мембрану. После осторожной аспирации для исключения внутрисосудистого введения, 2—3 мл местного анестетика вводят в пространство ниже мембраны

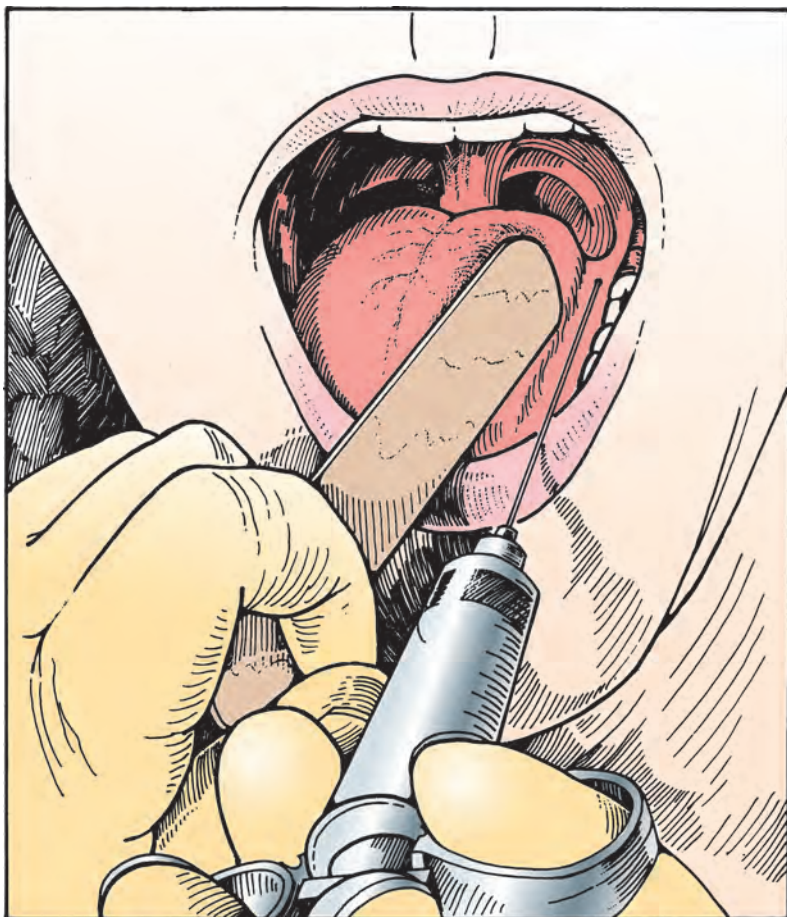


Рис. 17.3. Блокада языкоглоточного (языковая ветвь) нерва. Язык отводят медиально шпателем, спинальную иглу вводят в основание передней небной дужки на 0,5 см латеральнее основания языка и продвигают на 0,5 см вглубь. После аспирации вводят 2 мл местного анестетика. Для адекватной блокады рвотного рефлекса необходимы инъекции с обеих сторон. Применение шприца с тремя кольцами облегчает аспирацию, спинальная игла длиной 8 см позволяет лучше видеть место инъекции, при этом рука остается вне полости рта

В. Рот и глотка

1. Рот и глотку анестезируют **топически**. В общей сложности в распылитель вливают 4 мл 4%-го лидокаина или 0,5%-го тетракаина. Орошают местным анестетиком язык, затем пациента просят прополоскать рот остатком раствора. Затем онемевший язык захватывают сухой марлевой салфеткой и удерживают одной рукой. Пациента просят часто дышать («как собачка») и распыляют остаток местного анестетика в заднюю часть глотки при каждом вдохе. Анестезия в результате верхней гортанной блокады должна позволить пациенту аспирировать распыленный анестетик без позывов на рвоту и обеспечит до некоторой степени анестезию трахеи.

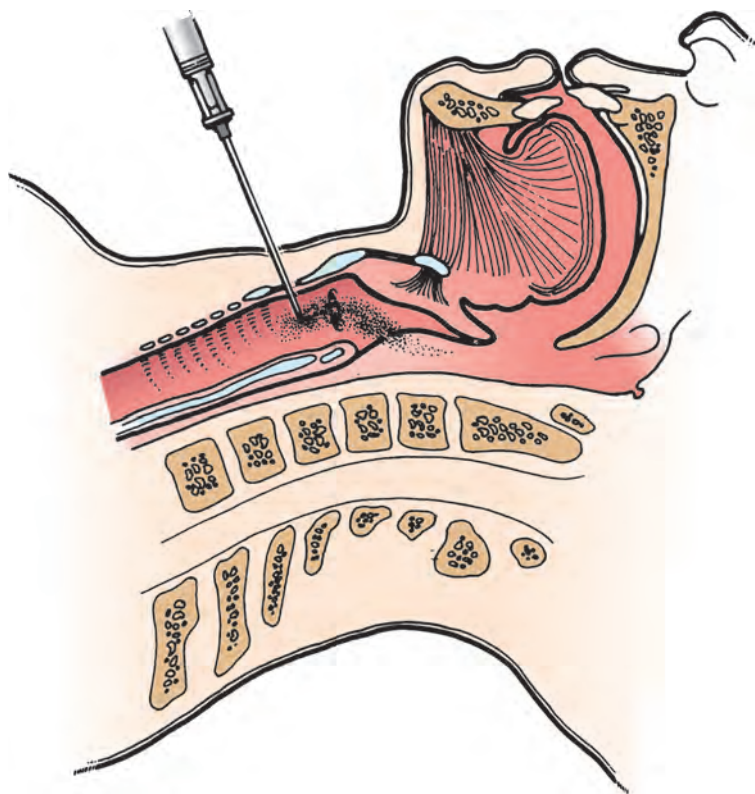


Рис. 17.4. Транстрахеальная инъекция. Внутривенный катетер 20 G вводят через перстневидную мембрану. После того, как попадание в трахею подтверждено аспирацией воздуха, металлический интродьюсер удаляют и шприц присоединяют к пластиковой игле, которая остается на месте. Во время вдоха пациента вводят 4 мл топической анестетика; входящий поток воздуха будет распространять раствор вниз по трахее, а обычный рефлекторный кашель распространит его вверх до уровня голосовых связок

2. Прямая **подслизистая инъекция** в основание небной дужки обеспечит плотную анестезию и подавление рвотного рефлекса [2]. После первичной топической анестезии язык отводят медиально шпателем, открывая нижний изгиб передней небной дужки (рис. 17.3). Спинальную иглу 25 G используют для введения 2 мл 1%-го лидокаина на 0,5 см под слизистую в точке на 0,5 см латеральнее основания языка. Большая длина спинальной иглы позволяет лучше видеть место инъекции, при этом рука остается вне полости рта. Перед инъекцией выполняют **аспирацию** для исключения внутрисосудистого введения или заведения иглы далее заднего края дужки. Для блокирования обеих языковых ветвей языко-глоточного нерва нужна двусторонняя инъекция. Риск внутрисосудистого введения и более выраженный дискомфорт делают простую топическую анестезию лучшим выбором для большинства пациентов.

Г. Транстрахеальная инъекция. И наконец, **трахею** анестезируют при помощи **транстрахеальной инъекции**. Пластиковый внутривенный катетер 20 G с металлическим стилетом вводят через перстневидную мембрану сквозь

предварительно выполненную «лимонную корочку» (рис. 17.4). Попадание в трахею подтверждают аспирацией воздуха. Металлический стилет удаляют и шприц с 4 мл 4%-го лидокаина присоединяют к пластиковой игле, которая остается в трахее. Лидокаин вводят во время вдоха пациента; входящий поток воздуха будет распространять раствор вниз по трахее, а рефлексорный кашель распространит его вверх до уровня голосовых связок.

Д. Завершающие этапы

1. В качестве дополнительного, по выбору, средства к топической анестезии носовых ходов, аппликаторы можно удалить и ввести **мягкий резиновый назальный воздуховод**, покрытый лидокаиновым кремом. Если последовательно ввести серию назальных воздуховодов возрастающего размера, они расширят носовой ход и смажут его, что облегчит проведение эндотрахеальной трубки. После установки воздуховода наибольшего размера распыленный через него лидокаин попадет почти прямо на голосовые связки.
2. Если назальный воздуховод не используется, аппликаторы удаляют и начинают введение эндотрахеальной трубки. Интервал, необходимый для других блокад, обычно достаточен для развития оральной и назальной анестезии. Если сама трахея не была анестезирована, анестезиолог должен быть готов к быстрому началу внутривенной седации или анестезии для смягчения сердечно-сосудистых реакций и рефлексорного кашля, которые возможны при прохождении трубки за голосовые связки.

V. Осложнения

- A. **Системная токсичность** наиболее вероятный побочный эффект, следствие чаще абсорбции, чем внутрисосудистого введения. Хотя не все местные анестетики абсорбируются, общее используемое количество, показанное в табл. 17.1, значительно. Все необходимое для реанимации должно быть под рукой, а за пациентом необходимо пристально наблюдать во время блокады и по крайней мере 20 мин после ее завершения.

Таблица 17.1

Обычные дозы, используемые для анестезии дыхательных путей

Препарат	Количество (см ³)	Концентрация	Общее количество (мг)	% от максимально рекомендованной дозы
Кокаин	3	4%	120	60
Тетракаин	5	1%	50	25
Лидокаин	5	1%	50	12
Лидокаин	4	4%	160	40

- B. **Носовое кровотечение** возможно даже при использовании вазоконстрикторов. Осторожное введение и обильное смазывание трубки снизят эту вероятность. Наличие деформаций или коагулопатии повышает этот риск.

В. Может случиться **аспирация** желудочного содержимого, если анестезия голосовых связок и трахеи выполнена в присутствии рефлюкса или активной рвоты. При значительном риске аспирации эти методики следует применять с большой осторожностью — либо не применять вообще.

Литература

1. American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 2003;98:1269—1277.
2. Benumof JL. Management of the difficult adult airway. With special emphasis on awake tracheal intubation. *Anesthesiology* 1991;75:1087.
3. Graham DR, Hay JG, Clague J, *et al.* Comparison of three different methods used to achieve local anesthesia for fiberoptic bronchoscopy. *Chest* 1992;102:704.

Глава 18

Голова и лицо

Кристофер М. Бернардс

I. Введение

Операции на голове редко выполняют только под регионарной анестезией, но эти блокады все же полезны при некоторых показаниях, например при нейрохирургических операциях без исключения сознания или при ушивании ран. Кроме того, они полезны при многих диагностических процедурах и лечении боли. В этой главе будут представлены экстраоральные доступы для блокирования иннервации лица. Для информации об интраоральных доступах рекомендуем читателю обратиться к любому полному учебнику по стоматологии.

II. Анатомия

A. Голова

1. Затылочные нервы. Затылочные нервы иннервируют заднюю часть головы, заднюю треть верхней части шеи и боковую часть головы сразу за ушами (рис. 18.1).

а. Большие затылочные нервы. Эти парные нервы выходят из дорсальных ветвей вторых шейных нервов и идут сзади и сверху через околопозвоночные мышцы, становясь поверхностными на уровне прикрепления трапецевидных мышц к основанию черепа (верхняя выйная линия), сразу латеральнее затылочной выпуклости и рядом с затылочной артерией (см. рис. 18.1). Большие затылочные нервы обеспечивают иннервацию головы приблизительно от верхней выйной линии до макушки.

б. Малый затылочный нерв. Этот нерв также исходит из дорсальной ветви C2 и формирует часть поверхностного шейного сплетения. Он выходит и становится поверхностным приблизительно в средней или верхней трети заднего края грудино-ключично-сосцевидной мышцы. Далее нерв идет вверх и обеспечивает иннервацию задней поверхности уха и кожи позади уха (см. рис. 18.1).

в. Большой ушной нерв. Большой ушной нерв исходит из дорсальных ветвей C2 и C3 и также является частью поверхностного шейного сплетения. Он формируется у заднего края грудино-ключично-сосцевидной мышцы ниже малых затылочных нервов. Большой ушной нерв идет вверх, пересекая грудинно-ключично-сосцевидную мышцу и иннервирует кожу передней поверхности уха и кожу задней трети нижней челюсти и околоушную железу (см. рис. 18.1).

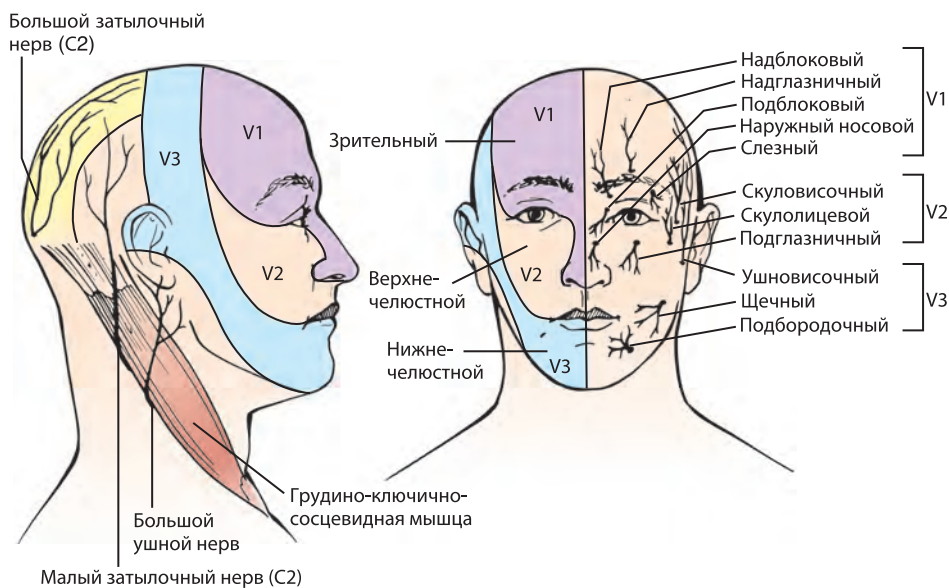


Рис. 18.1. Иннервация кожи головы и лица. Заднюю половину головы иннервируют ветви от дорсальных ветвей спинальных нервов C2. Лицо и переднюю половину головы иннервируют порции пятого краниального нерва (V1, V2, V3). Терминальные кожные ветви V1 включают надблоковый, надглазничный, подблоковый, наружный носовой и слезный нервы. Терминальные кожные ветви V2 включают скуловисочный, скулолицевой и подглазничный нервы. Терминальные кожные ветви V3 включают подбородочный и щечный нервы (в основном блокируемые через рот)

Б. Лицо. Лицо, лоб и передние две трети верхней части головы иннервируют три ветви **тройничного** нерва (пятая пара нервов) (рис. 18.2). Нейроны, составляющие тройничный нерв, выходят из нескольких ядер ствола мозга и сходятся в **тройничный** (Гассерианов, полулунный) **ганглий**. Ганглий является внутричерепной структурой, расположенной у медиального края пирамиды височной кости, сразу латеральнее кавернозного синуса и внутренней сонной артерии. Из узла выходят три нерва, обеспечивающие сенсорную иннервацию лица, полости рта и носа: зрительный (V1), верхнечелюстной (V2) и нижнечелюстной (V3).

1. Зрительный нерв (V1). Зрительный нерв — самый маленький и самый верхний из трех ветвей тройничного нерва. Его ветви входят в глазницу и снабжают различные **внутриглазные** и **внеглазные** структуры, связанные с глазом. Только две ветви существенно выходят за пределы глазницы и, таким образом, легкодоступны для блокады — надглазничная и надблоковая ветви.

а. Надглазничный нерв. Надглазничный нерв выходит из глазницы через надглазничную вырезку, расположенную рядом с серединой верхнего края глазницы прямо выше зрачка при взгляде прямо вперед (рис. 18.3). Надглазничный нерв снабжает верхнее веко, лоб и скальп до макушки (см. рис. 18.1, 18.2 и 18.3).

б. Надблоковый нерв. Надблоковый нерв выходит из верхнего медиального квадранта глазницы и идет вверх, поперек края глазницы.

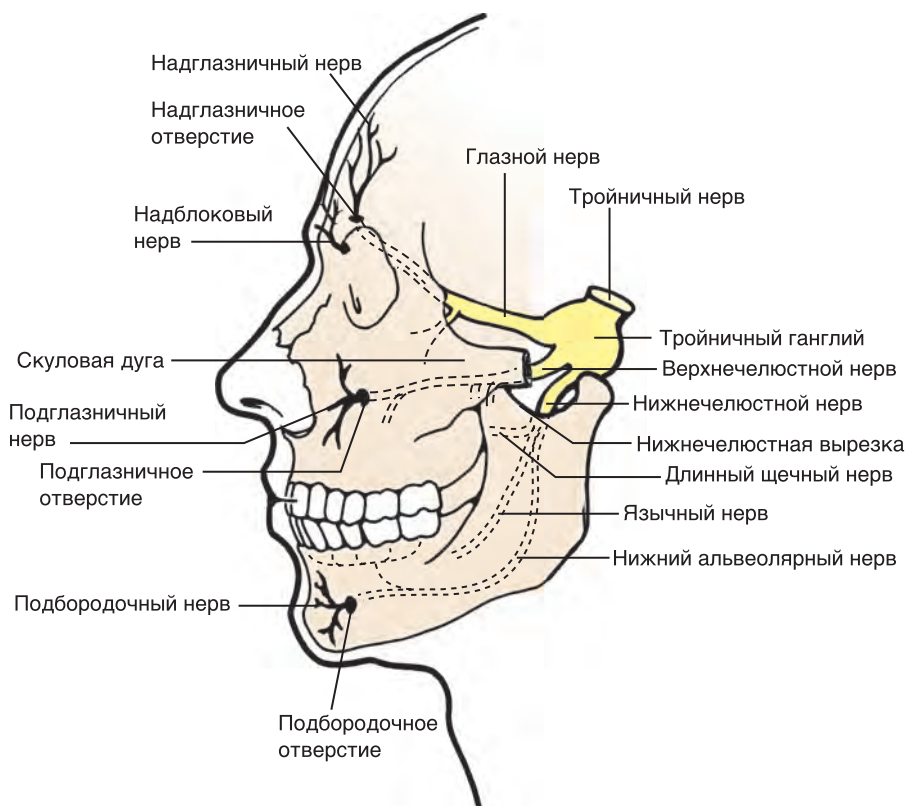


Рис. 18.2. Анатомия тройничного нерва, тройничного ганглия и первой ветви тройничного нерва. Только терминальные ветви глазного нерва доступны для экстракраниальной блокады. В противоположность им, верхнечелюстной и нижнечелюстной нервы можно блокировать во многих точках по ходу их от боковой крыловидной пластины к терминальным ветвям, выходящим через подглазничное и подбородочное отверстия

Надблоковый нерв иннервирует медиальную часть верхнего века и медиальную часть нижней части лба (см. рис. 18.1, 18.2 и 18.3).

2. **Верхнечелюстной нерв (V2).** Верхнечелюстной нерв выходит из полости черепа через круглое отверстие и идет через крылонебную ямку, которая лежит между крыловидными отростками клиновидной кости и задним краем верхней челюсти (рис. 18.2 и 18.4). Внутри ямки верхнечелюстной нерв отдает несколько ветвей, обеспечивающих сенсорную иннервацию верхней челюсти, верхнечелюстному синусу, неба и кожи над виском и скуловой дугой. Нерв продолжается вперед и входит в глазницу через подглазничный канал, пронизывающий дно глазницы, проходит через верхнечелюстную пазуху (вот почему гайморит может проявляться болью в щеке) и покидает верхнюю челюсть как подглазничный нерв.

- а. **Подглазничный нерв.** Подглазничный нерв выходит из верхней челюсти через подглазничное отверстие, которое лежит сразу ниже нижнего края глазницы на линии со зрачком при взгляде прямо вперед (рис. 18.3). Подглазничный нерв обеспечивает сенсорную иннервацию щеки, нижнего века, крыла носа и верхней губы.

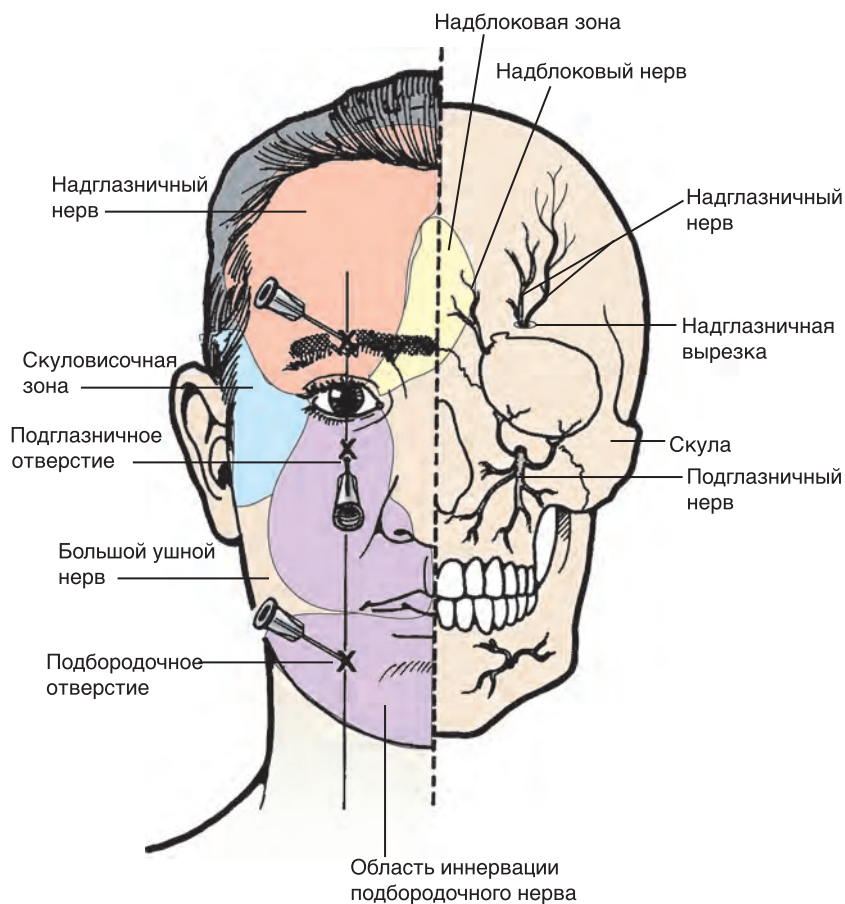


Рис. 18.3. Иннервация кожи лица. Большую часть лица и лба иннервируют терминальные ветви зрительного (надглазничный, надбровковый), верхнечелюстного (подглазничный) и нижнечелюстного (подбородочный) нервов. Отверстия, через которые выходят надглазничный, подглазничный и подбородочный нервы, лежат вдоль прямой линии, проходящей через зрачок человека, глядящего прямо перед собой

- 6. Скуловой нерв.** Кожу над скуловой дугой и виском иннервируют скуловой и скуловисочный нервы соответственно. Эти ветви верхнечелюстного нерва появляются в крылонебной ямке (рис. 18.4); следовательно, блокада подглазничного и надглазничного нервов оставит эту зону кожи лица неблокированной (см. рис. 18.1 и 18.3).
- 3. Нижнечелюстной нерв.** Нижнечелюстной нерв — самый большой из трех тройничных ветвей и единственный, имеющий **моторные волокна**. Он выходит из полости черепа через овальное отверстие, которое лежит в клиновидной кости сразу сзади основания крыловидного отростка клиновидной кости (рис. 18.4). После выхода из овального отверстия нижнечелюстной нерв отдает несколько ветвей к мышцам крыловидной ямки и жевательным мышцам (жевательная, височная). Сенсорные волокна включают:

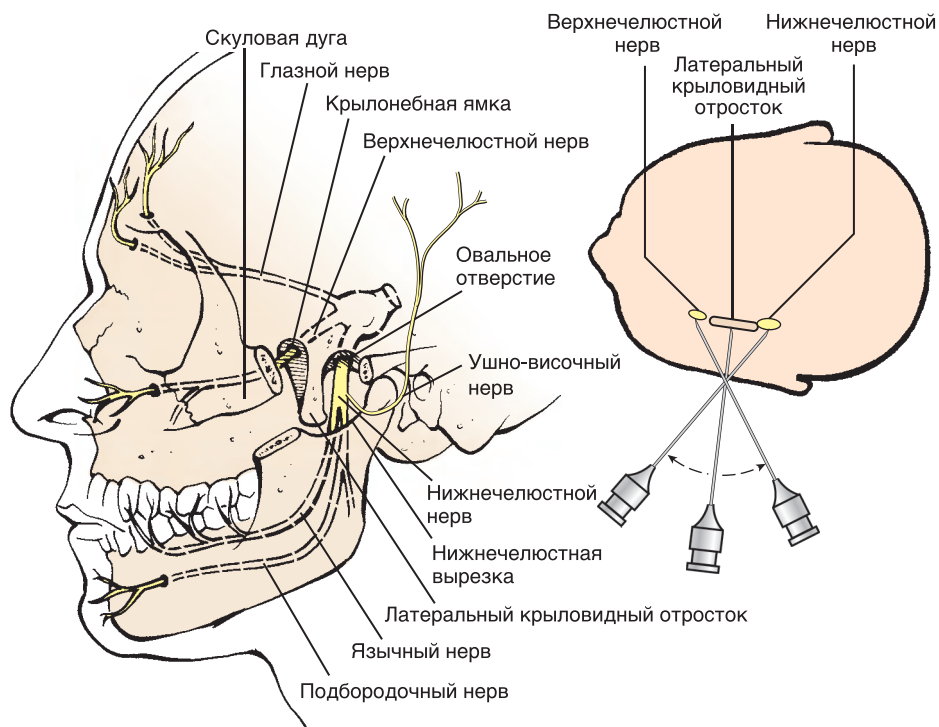


Рис. 18.4. Боковой доступ к верхнечелюстному и нижнечелюстному нервам. Для блокады обоих этих нервов иглу вводят через нижнечелюстную вырезку до контакта с латеральным крыловидным отростком. Для блокады верхнечелюстного нерва игла идет впереди от крыловидного отростка и в крылонебную ямку, где вводят 5 мл местного анестетика. Для блокады нижнечелюстного нерва игла идет позади от латерального крыловидного отростка. Детали см. в тексте

- а. **Ушно-височный нерв.** Ушно-височный нерв идет медиально к шиловидному отростку нижней челюсти и поворачивает вверх у задней части скуловой дуги (см. рис. 18.4). Он идет вверх, обеспечивая сенсорную иннервацию передней половины уха, кожи впереди уха и кожи над височной мышцей.
- б. **Нижний альвеолярный нерв.** Нижнечелюстной нерв идет вниз и в крылонебной ямке делится на две основные ветви — нижнюю альвеолярную и язычную (см. рис. 18.4). Нижний альвеолярный нерв спускается параллельно ветви нижней челюсти и входит в нижнюю челюсть через нижнечелюстное отверстие, которое лежит приблизительно в центре ветви (см. рис. 18.2). Нижний альвеолярный нерв обеспечивает иннервацию щечной поверхности десен, нижней челюсти и нижних зубов.
 - (1) **Подбородочный нерв.** Подбородочный нерв есть терминальная сенсорная ветвь нижнего альвеолярного нерва. Он выходит из нижней челюсти через нижнечелюстное отверстие, которое лежит на линии со зрачком при взгляде вперед и приблизительно на середине пути между альвеолярным и нижним краями

нижней челюсти (см. рис. 18.2). Подбородочный нерв иннервирует нижнюю губу и подбородок.

- в. Язычный нерв.** Язычный нерв идет вперед приблизительно параллельно нижнему альвеолярному нерву (см. рис. 18.2 и 18.4). Он подходит к медиальной поверхности нижней челюсти рядом с местом слияния вертикальной и горизонтальной частей нижней челюсти. На уровне третьего коренного зуба нерв идет вперед и медиально ниже подъязычной слюнной железы к языку. Язычный нерв иннервирует передние две трети языка, язычную поверхность десен и дно полости рта.

III. Препараты

- А. Местные анестетики.** Все местные анестетики, применяемые для блокад периферических нервов, подходят для блокад нервов лица и головы. Поскольку многие из блокируемых нервов являются только сенсорными, эффективны **менее концентрированные растворы** (например, 1%-й лидокаин, 0,25%-й бупивакаин).
1. Поскольку нервы лица идут среди множества кровеносных сосудов, при введении местных анестетиков, во избежание внутрисосудистого введения необходима повышенная осторожность (повторная аспирация, тест-доза с адреналином, дробное введение с постоянным пристальным наблюдением).
 2. При блокировании черепномозговых нервов вблизи отверстий, через которые они выходят из полости черепа (например, овальное отверстие, круглое отверстие), следует помнить о потенциальной возможности попадания препарата через эти отверстия в субарахноидальное пространство черепа. Поскольку ствол мозга находится очень близко от этих отверстий, возможны остановка дыхания, «кома» и глубокая вазодилатация с брадикардией. Это случалось с такими малыми объемами, как 0,25 мл 1%-го лидокаина, введенного через овальное отверстие при попытке блокировать тройничный ганглий.
- Б. Нейролитические препараты.** От нейролитической аблации черепных нервов для лечения боли в основном отказались в пользу более точных хирургических и радиочастотных методов разрушения. Обе методики безопаснее, чем инъекции спирта и фенола. Тем не менее в ситуациях, где нейролитическая блокада может быть лучшим выбором у конкретного пациента, следует использовать рентгеноскопическое наведение (например, компьютерную томографию), нейростимуляцию/парестезии и введение тест-доз местного анестетика.

IV. Техника

- А. Большой и малый затылочные нервы и большой ушной нерв.** Поскольку эти три нерва становятся поверхностными вдоль линии, идущей от большого затылочного выступа до сосцевидного отростка, их легко блокировать подкожной инфильтрацией вдоль этой линии (см. рис. 18.1).

1. После соответствующей обработки кожи (спирт не оставит липкого остатка на волосах — как это бывает от хлоргексидина и бетадина) местным анестетиком делают «лимонную корочку» у затылочного выступа.
 2. Спинальную иглу 25 G вводят подкожно под небольшим углом в направлении сосцевидного отростка. Гибкую спинальную иглу в общем можно «изогнуть» вокруг основания головы, приложив давление сразу позади кончика по мере продвижения (палец должен оставаться сзади продвигаемого кончика иглы, чтобы войдя в кожу игла не воткнулась в ваш палец). Хотя для успешности блока нужды в этом нет, но такой доступ позволяет избежать необходимости подтягивать и перенаправлять иглу по ходу несколько раз.
 3. Местный анестетик вводят по мере медленного направления иглы в подкожных тканях; 10 мл, как правило, достаточно.
- Б. Большой затылочный нерв.** Большой затылочный нерв также можно блокировать идентифицировав затылочную артерию в точке от 2 до 3 см латеральнее затылочного выступа вдоль линии, соединяющей выступ с сосцевидным отростком. Инфильтрация 3—5 мл вокруг артерии заблокирует нерв.
- В. Поверхностное шейное сплетение.** Малый затылочный нерв и большой ушной нерв являются частью поверхностного шейного сплетения и тоже могут быть заблокированы.
1. Пациента укладывают на спину с головой, повернутой в сторону от блокируемой.
 2. Идентифицируют задний край грудино-ключично-сосцевидной мышцы и маркируют середину между сосцевидным отростком и ключицей. Если пациент приподнимет голову, то это облегчит идентификацию мышцы.
 3. После соответствующей стерильной обработки, над меткой делают «лимонную корочку». Иглой 22 G (или менее) длиной 4—6 см вводят подкожно по краю мышцы 3—5 мл местного анестетика.
 4. Меняя направление иглы с краниального на каудальное в подкожных тканях, прилежащих к краю мышцы, инфильтрируют 5 мл местного анестетика в каждом направлении.
 - а. Обратите внимание: добавочный нерв лежит рядом с серединой поверхностного шейного сплетения, но сразу глубже фасциального слоя под подкожными тканями. Если случился прокол фасции и туда попал местный анестетик, добавочный нерв может быть заблокирован, что приведет к параличу ипсилатеральной трапециевидной мышцы.
- Г. Надглазничный, надблоковый, подглазничный и подбородочный нервы.** Три терминальные ветви тройничного нерва обеспечивают кожную иннервацию лица и все могут быть заблокированы в местах их выхода из соответствующих отверстий (см. рис. 18.3).
1. Пациент лежит на спине с удобно поддерживаемой головой. Можно попросить пациента закрыть глаза, чтобы смягчить психологический дискомфорт от наблюдения за иглой, направленной к глазу (надглазничный, надблоковый и подглазничный нервы).
 2. Пальпируют и маркируют отверстия нервов, которые планируется блокировать.

- а. Надглазничное отверстие.** Пациента просят смотреть прямо перед собой. Надглазничную вырезку можно пальпировать вдоль края глазницы прямо над зрачком.
- б. Подглазничное отверстие.** Когда пациент смотрит прямо вперед, подглазничное отверстие лежит сразу ниже края глазницы.
- в. Подбородочный нерв.** Когда пациент смотрит прямо вперед, подбородочное отверстие можно пальпировать на линии со зрачком в точке посередине между верхней и нижней границами нижней челюсти.
3. Асептически обрабатывают кожу. Спирт очень летуч и может раздражать глаза, если его использовать поблизости.
 4. **Надглазничный нерв.** Иглой калибра 22 G или менее вводят у надглазничного отверстия (но не в него) 2 мл местного анестетика.
 5. **Надблоковый нерв.** 5 мл местного анестетика инфильтрируют вдоль надглазничного края от надглазничной вырезки до пересечения со средней линией.
 6. **Подглазничный нерв.** «Лимонную корочку» делают приблизительно на 0,5 см ниже подглазничного отверстия и вводят иглу калибра 22 G или менее, направляя ее краниально к отверстию (отверстие под углом краниально). К отверстию вводят 2 мл местного анестетика.
 7. **Подбородочный нерв.** Подходит игла калибра 22 G или менее. Канал подбородочного нерва расположен под углом медиально и книзу, так что к нему проще подойти, войдя иглой в кожу приблизительно на 0,5 см латеральнее и выше и под углом к отверстию. 2 мл местного анестетика, введенного к отверстию, обычно достаточно.
- Д. Верхнечелюстной нерв.** Верхнечелюстной нерв блокируют в месте его выхода позади латерального крыловидного отростка для перехода через крылонебную ямку (см. рис. 18.4).
1. Пациента укладывают на спину с головой, слегка повернутой в сторону от блокируемой.
 2. Нижнечелюстную вырезку нащупывают, попросив пациента открыть и закрыть рот, одновременно пальпируя нижний край ветви нижней челюсти. Вырезка будет ощущаться по движению вверх и вниз при открытии и закрытии рта. Над вырезкой ставят метку «Х» в самой глубокой ее точке.
 3. Асептически обрабатывают кожу и делают «лимонную корочку» на метке «Х» над нижнечелюстной вырезкой.
 4. Иглу калибра 22 G длиной 8—10 см вводят через метку «Х» в направлении задней части ипсилатерального глазного яблока (приблизительно 45° краниально и немного вперед). Вводимая игла вступит в контакт с крыловидным отростком на глубине 4—5 см [1]; следует отметить реальную глубину.
 5. Подтягивая и перенаправляя иглу более впереди, ее проводят от крыловидного отростка в крылонебную ямку. В среднем крылонебная ямка лежит на 0,22 см глубже крыловидного отростка [1]. Иглу не следует вводить более чем на 0,5 см далее глубины контакта с крыловидным отростком. «Спонтанные» парестезии полости носа и верхних зубов происходят приблизительно в 60% случаев и полезны для подтверждения правильного положения иглы, но в них нет необходимости, за ис-

ключением случаев нейролитических блокад. Верхнечелюстной нерв не имеет моторного компонента, таким образом, стимуляция нерва не вызовет моторной реакции, но ее можно использовать для получения сенсорной парестезии.

6. После тщательной аспирации дробно вводят 5 мл местного анестетика (1 мл спирта для нейролитической блокады).

7. Осложнения

- а. Если игла направлена недостаточно прямо, она может пройти мимо крыловидного отростка и попасть в носоглотку.
- б. Если игла направлена слишком краниально и недостаточно вперед, она может попасть в овальное или рваное отверстие.
- в. Если угол недостаточно раскрыт спереди, может быть пунктирована сонная артерия.
- г. При правильно установленной игле препарат может попасть в глазницу через расположенную рядом подглазничную щель и вызвать нарушения зрения.

Е. Нижнечелюстной нерв (см. рис. 18.4)

1. Укладка пациента и анатомические ориентиры такие же, как и для верхнечелюстного нерва.
2. В отличие от верхнечелюстного нерва нижнечелюстной нерв имеет моторный компонент (жевательные мышцы), следовательно, для облегчения идентификации нерва можно использовать нейростимулятор.
3. Иглу вводят через нижнечелюстную вырезку перпендикулярно коже во всех плоскостях. Контакт с латеральным крыловидным отростком должен быть получен на глубине 4—5 см.
4. Иглу ведут слегка назад от крыловидного отростка. Нижнечелюстной нерв лежит приблизительно на 5 см глубже заднего края крыловидного отростка. Парестезии нижней челюсти или нижних зубов подтверждают правильное положение иглы. Парестезии не требуются при блокаде местными анестетиками, но, как и при других блокадах, они повышают уверенность в правильном положении иглы. При нейролитических блокадах важно подтверждение положения иглы при помощи парестезий или рентгенологическое.
5. После тщательной аспирации дробно вводят 5—10 мл местного анестетика объемами по 1 или 2 мл, наблюдая за симптомами токсичности или нежелательного распространения местного анестетика.

Литература

1. Singh B, Srivastava SK, Dang R. Anatomic considerations in relation to the maxillary nerve block. *Reg Anesth Pain Med* 2001;26(6):507—511.

Глава 19

Блокады шейного сплетения

Майкл Ф. Малрой

Нервные корешки второго, третьего и четвертого шейных позвонков поставляют сенсорные и моторные волокна к шее и задней части скальпа. Прямая анестезия сплетения обеспечивает обычную моторную и сенсорную анестезию в этой области. Анатомия поверхностного сплетения позволяет блокировать только сенсорные волокна.

I. Анатомия

- А. Шейные позвонки необычны своими удлиненными поперечными отростками, включающими медиальный проход для восходящей позвоночной артерии и хорошо сформированными углублениями (бороздками) на верхней поверхности для выхода соответствующих нервных корешков латеральные артерии (рис. 19.1). Каждая бороздка имеет **задний и передний бугорки**, которые часто можно легко пальпировать на шее. Передние порции корешков от второго до четвертого формируют обширное сплетение, обеспечивающее моторную иннервацию мышц шеи и чувствительность затылочной области, шеи ниже нижней челюсти и плеча выше ключицы. Наиболее значительные моторные волокна являются вкладом в третий, четвертый и пятый корешки к **диафрагмальному нерву**.
- Б. Все волокна выходят (как и у плечевого сплетения) между передней и средней лестничными мышцами. Передние лестничные мышцы на этом уровне уже уменьшились, но все еще образуют анатомический ориентир для шейного сплетения, как они делают это для плечевого сплетения.
1. Шейные **моторные** ветви закручиваются вокруг латерального края передней лестничной мышцы и следуют каудально и медиально к мышцам шеи, давая передние ветви к грудино-ключично-сосцевидной (ГКС) мышце, проходя позади нее.
 2. **Сенсорные** волокна также выходят из-за лестничных, но они продолжают латерально и выходят поверхностно под задним краем ГКС мышцы, чтобы разветвиться в коже задней и передней поверхностей шеи.

II. Показания

- А. Блокада поверхностного шейного сплетения обеспечивает сенсорную анестезию кожи шеи и плеч выше ключицы и полезна для обеспечения поверхностной анестезии при разрезах для **тиреоидэктомии**

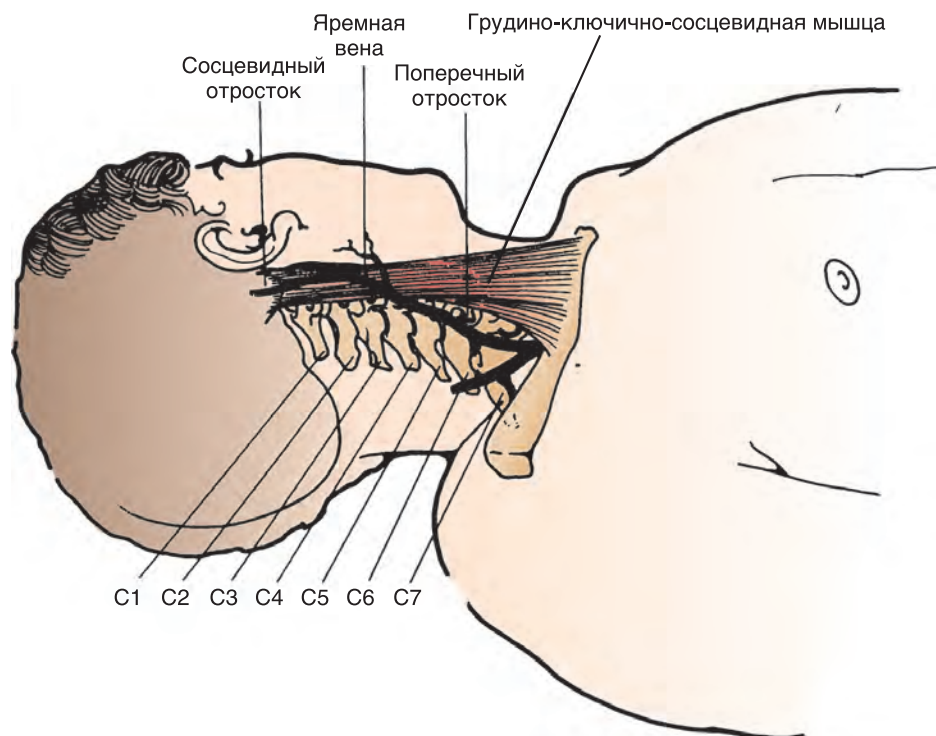


Рис. 19.1. Анатомия блокады глубокого шейного сплетения. Поперечные отростки лежат под латеральным краем грудно-ключично-сосцевидной мышцы, каждый с бороздой, определяющей путь выхода корешков

или **трахеостомии**. Если нужна моторная релаксация, требуется блокада глубокого шейного сплетения. Даже при анестезии глубокого сплетения хирургу иногда может потребоваться дополнительная блокада местным анестетиком, в частности вокруг верхнего полюса щитовидной железы, который имеет некоторую сенсорную иннервацию от черепно-мозговых нервов. Блокада шейного сплетения обеспечивает хорошую послеоперационную **анальгезию** [1]. Под этой блокадой возможны **каротидные** операции, хотя может потребоваться некоторая местная инфильтрация языкоглоточных ветвей вокруг каротидного синуса. Блокада только поверхностного сплетения выглядит достаточной для этого типа операций [2]. Для операций на молочной железе блокаду шейного сплетения можно комбинировать с торакальной эпидуральной анестезией.

- Б.** Анестезию плеча можно получить при помощи анестезии глубокого шейного сплетения, но обычно ее выполняют межлестничным доступом к плечевому сплетению, который неизбежно блокирует нижние шейные волокна. Последний доступ даже может быть предпочтительным при операциях на плече у пациентов, нуждающихся в моторной релаксации руки.

III. Препараты

Для операций подходят любые средне- или длительно действующие аминомиды. Для поверхностных (сенсорных) блокад достаточно небольших концентраций, но для более адекватной моторной анестезии при блокаде глубокого сплетения растворы более высоких концентраций, такие как лидокаин 1,5%-й или бупивакаин 0,5%-й, будут эффективнее. Все препараты показывают более короткое время развития действия при использовании на шее, по сравнению с другими периферическими зонами в связи с более обильным кровоснабжением этого региона.

IV. Техника

Как для глубоких, так и для поверхностных блокад пациента укладывают на спину, подложив небольшое полотенце под затылок и повернув голову в сторону, противоположную блокируемой.

А. Анестезия глубокого шейного сплетения

1. Идентифицируют и маркируют **сосцевидный отросток**, а также **поперечный отросток шестого шейного позвонка**. Это наиболее выступающий бугорок на шее, который лежит на уровне перстневидного хряща.
2. Рисуют линию между двумя этими точками, указывающую плоскость поперечных отростков шейных позвонков (рис. 19.2). Латеральный край ГКС мышцы также маркируют.
3. Начиная с точки на 1,5 см ниже сосцевидного отростка, осторожно пальпируя, идентифицируют **бугорок второго позвонка** сразу сзади (приблизительно 0,5 см) от первой линии. На этот отросток ставят метку «X».
4. Третий и четвертый отростки идентифицируют и маркируют таким же образом, смещаясь на 1,5 см каудально для каждого уровня. Третья

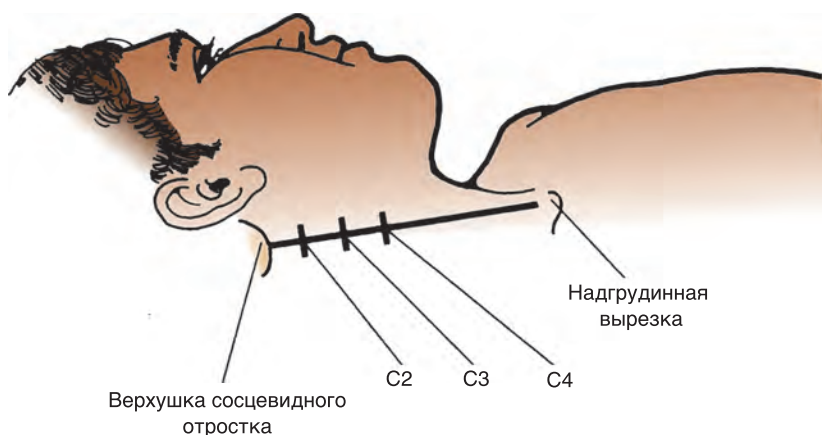


Рис. 19.2. Поверхностные ориентиры для блокады шейного сплетения. Линия проведена от сосцевидного отростка до выступающего бугорка шестого шейного позвонка. Поперечные отростки второго, третьего и четвертого шейных позвонков лежат на 0,5 см кзади от этой линии и с интервалом 1,5 см ниже сосцевидного отростка

метка должна попасть приблизительно на уровень слияния наружной яремной вены и ГКС мышцы.

5. После асептической обработки над каждой меткой «Х» делают «лимонную корочку».
 6. Иглу калибра 22 G длиной 3,5 см вводят перпендикулярно коже и направляют слегка назад и слегка каудально к каждой «Х», пока она не окажется на поперечном отростке. Пальпирующий палец другой руки помогает управлять установкой.
 7. Положение на поперечном отростке подтверждают «проходом» иглы каудально и краниально; она не должна продолжать контактировать с костью, а соскользнуть с кости отростка, в противном случае это, возможно, тело позвонка (рис. 19.1). Последняя ситуация нежелательна и означает, что игла не рядом с нервом и вероятность внутрисосудистой или субарахноидальной инъекции выше.
 8. Шприц присоединяют к каждой игле, когда она надежно удерживается на месте выше поперечного отростка. Затем 3—5 мл раствора анестетика мелкими порциями вводят дробно с частыми аспирациями и пристально наблюдая за уровнем сознания пациента.
 9. Действовать анестезия начинает в пределах 5 мин.
 10. В качестве альтернативы можно использовать вариант межлестничной методики с **периферическим нейростимулятором**. Одиночную стимулирующую иглу вводят в углубление между мышцами на уровне С4—5 (у верхнего края щитовидного хряща). Стимуляция мышцы, поднимающей лопатку, вызывает подъем и ротацию лопатки, и инъекция одиночного болюса, равного 40 мл анестетика, вызывает блокаду сплетения. Распределение местного анестетика может быть представлено в виде полуцилиндрической колонны приблизительно от уровня С1 до С7 [3, 4].
- Б. Анестезия поверхностная шейного сплетения.** Выполняется пациенту в таком же положении, что и анестезия глубокого сплетения.
1. Метку «Х» наносят на уровне поперечного отростка четвертого шейного позвонка, как описано выше, или просто в точке пересечения наружной яремной вены и ГКС мышцы.
 2. После асептической обработки «лимонную корочку» делают над меткой «Х».
 3. Иглу длиной 5 см вводят через «лимонную корочку» и выполняют местную инфильтрацию вдоль заднего края ГКС мышцы на 4 см выше и ниже уровня «Х» (рис. 19.3). Может потребоваться 10 мл раствора анестетика для блокирования всех поверхностных сенсорных волокон.

V. Осложнения

- А. Токсичность для центральной нервной системы** — наиболее серьезное осложнение блокады глубокого шейного сплетения, как следствие близкого соседства позвоночной артерии с местом инъекции. Необходимы повторные частые аспирации и введение должно проводиться небольшими дробными дозами (1,0—1,5 мл) с пристальным наблюдением за уровнем сознания пациента.

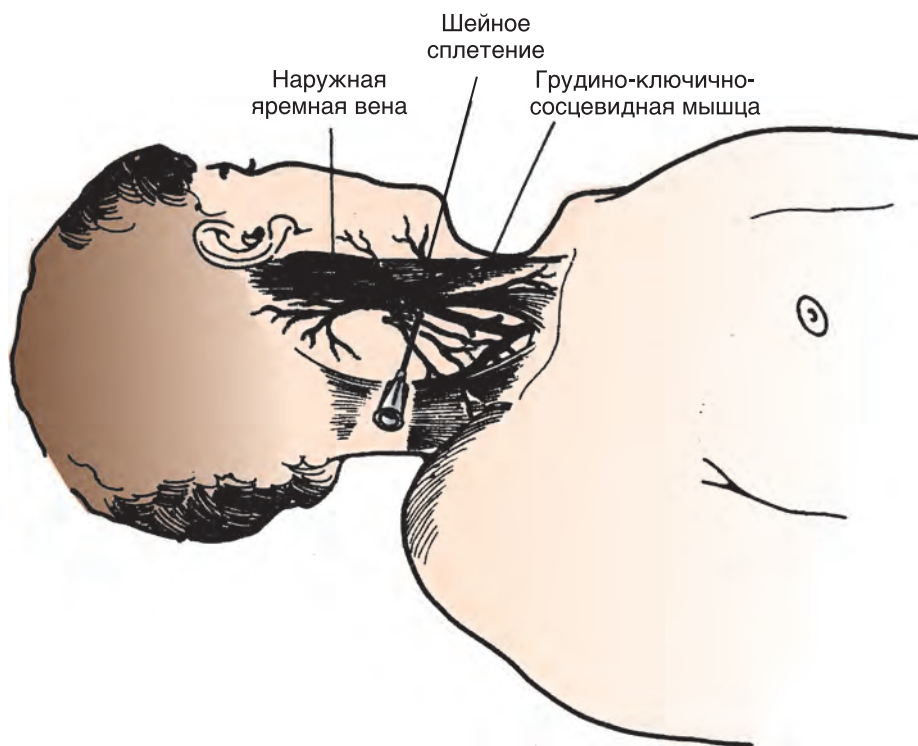


Рис. 19.3. Поверхностная блокада шейного сплетения. Все чувствительные волокна шейного сплетения выходят из-под латерального края грудно-ключично-сосцевидной мышцы. Иглу вводят в ее середине, обычно в точке ее пересечения с наружной яремной веной, и блокаду всех этих терминальных ветвей можно выполнить, направив ее вверх и вниз

- Б. Спинальная анестезия** тоже потенциально возможна, поскольку шейные корешки выносят на себе длинный рукав твердой мозговой оболочки через межпозвонковые отверстия. В них легко можно попасть, если игла направлена краниально к бороздке. Сохранение каудального направления иглы предупреждает слишком медиальное ее прохождение. И здесь необходимы частая аспирация и дробное введение.
- В. Блокаду диафрагмального нерва** предупредить трудно, и у пациентов, зависимых от диафрагмального дыхания, блокаду глубокого шейного сплетения следует применять с большой осторожностью. К счастью, большинству пациентов адекватный дыхательный объем обеспечивают межреберные мышцы, и во многих случаях блокада диафрагмального нерва остается просто нераспознанной. Билатеральная блокада очевидно повышает вероятность того, что это осложнение может проявиться.
- Г. Возможна блокада возвратного гортанного нерва — блуждающего нерва.** Она тоже вызывает неприятные, но обычно не слишком серьезные осложнения [5]. Единственная потенциальная проблема — невозможность оценить функцию гортани после тиреоидэктомии.

- Д. Возможно **формирование гематомы** на шее при попадании в большой сосуд. Это имеет значение, только когда мешает планируемой операции, как, например, при каротидной эндартерэктомии.
- Е. Возможна **гемодинамическая реакция** на блокаду каротидных барорецепторов [6], но с клинически значимыми проблемами она, как правило, не связана.

Литература

1. Dieudonne N, Gomola A, Bonnichon P, *et al.* Prevention of postoperative pain after thyroid surgery: a double-blind randomized study of bilateral superficial cervical plexus blocks. *Anesth Analg* 2001;92:1538.
2. Pandit JJ, Bree S, Dillon P, *et al.* A comparison of superficial versus combined (superficial and deep) cervical plexus block for carotid endarterectomy: a prospective, randomized study. *Anesth Analg* 2000;91:781.
3. Merle JC, Mazoit JX, Desgranges P, *et al.* A comparison of two techniques for cervical plexus blockade: evaluation of efficacy and systemic toxicity. *Anesth Analg* 1999;89:1366.
4. Dhonneur G, Saidi NE, Merle JC, *et al.* Demonstration of the spread of injectate with deep cervical plexus block: a case series. *Reg Anesth Pain Med* 2007;32:116—119.
5. Weiss A, Isselhorst C, Gahlen J, *et al.* Acute respiratory failure after deep cervical plexus block for carotid endarterectomy as a result of bilateral recurrent laryngeal nerve paralysis. *Acta Anaesthesiol Scand* 2005;49:715—719.
6. Kim YK, Hwang GS, Huh IY, *et al.* Altered autonomic cardiovascular regulation after combined deep and superficial cervical plexus blockade for carotid endarterectomy. *Anesth Analg* 2006;103:533—539.

Глава 20

Анестезия в офтальмологии

Сюзан Б. Макдональд

Операции на глазах часто выполняют под регионарной анестезией, хотя топическая анестезия для удаления простых катаракт при небольших гибких хрусталиках набирает популярность. Офтальмологические пациенты в основном немолоды, с большей вероятностью системных заболеваний, что делает регионарные блокады, без тяжелой системной седации и общей анестезии, особенно для них целесообразными.

I. Анатомия

- A. Наружные мышцы глаза формируют конус** вокруг глазного яблока, с верхушкой в зрительном отверстии. Через это отверстие проходят зрительная артерия, реснитчатый ганглий, зрительная часть тройничного нерва, черепные нервы, снабжающие наружные мышцы глаза (III, IV и VI) и зрительный нерв.
- Б. Сенсорная иннервация**
1. Чувствительность глаза передается через афферентные волокна от роговицы и конъюнктивы.
 2. Эти волокна проходят через **реснитчатый ганглий** в ретробульбарном пространстве к первой ветви (зрительная часть) V черепно-мозгового нерва.
- В. Моторная иннервация**
1. Моторные волокна экстраокулярных мышц выходят из черепно-мозговых нервов.
 - а. **VI черепно-мозговой нерв (отводящий)** иннервирует наружную прямую мышцу.
 - б. **IV черепно-мозговой нерв (блоковый)** иннервирует верхнюю косую мышцу.
 - в. **III черепно-мозговой нерв (глазодвигательный)** иннервирует все остальные мышцы глаза.
 2. Глазодвигательный и отводящий моторные нервные волокна проходят через мышечный конус в ретробульбарном пространстве с реснитчатым ганглием. Блоковый нерв лежит вне конуса на верхней медиальной стороне глазницы.
 3. Моторные волокна **VII черепно-мозгового нерва (лицевого)** контролируют сокращения мышц окружающих глаз. Эти волокна выходят из основания черепа рядом с сосцевидным отростком и идут вперед от козелка уха до разветвления в мышцах, окружающих глазницу.

II. Показания

- А. Анестезиолог может обеспечить регионарную анестезию для операций на глазах сочетанием **местной инфильтрации лицевого нерва** и блокады моторных и сенсорных ветвей задней глазницы при помощи **ретробульбарной** или **перibuльбарной** блокад.
1. **Блокада лицевого нерва** вызовет как сенсорную анестезию периорбитальной зоны, так и моторную блокаду век.
 2. **Бульбарная блокада создает акинезию**, необходимую для экстракции катаракты, энуклеации и других поверхностных офтальмологических операций, **равно как и сенсорную анестезию** терминальных ветвей тройничного нерва в реснитчатом ганглии.
- Б. Ретробульбарную или перibuльбарную блокады выполняют при различных офтальмологических операциях, чаще всего при экстракциях катаракты и внутриглазных имплантациях хрусталика, но они **не подходят для открытых операций на глазном яблоке**.
- В. С расширением использования малых разрезов при операциях по поводу катаракты растет популярность простой топической анестезии, значительное преимущество которой в отсутствии риска перфорации глазного яблока, связанного с более инвазивными инъекционными методиками, описанными здесь.

III. Препараты

А. Местные анестетики

1. Для блокады лицевого нерва подходят **лидокаин или мепивакаин в 1%-й концентрации**.
2. Для ретробульбарной и перibuльбарной блокад используют более высокие концентрации, чтобы обеспечить адекватный мышечный блок. Лидокаин 2%-й подходит для коротких случаев, но **0,75%-й бупивакаин или ропивакаин** (как отдельно, так и в смеси с 2%-м лидокаином) обеспечат хорошую акинезию и более длительную анальгезию. Потенциальное преимущество более основательной анестезии необходимо сопоставить с риском внутрисосудистого введения в этой зоне.

Б. Добавки

1. **Гиалуронидазу** (7,5 ед./мл) добавляли при ретробульбарных инъекциях для улучшения распределения анестетика через мышечный конус [1]. Послеоперационная диплопия после ретробульбарной блокады была приписана недостатку гиалуронидазы, предположительно недостаточному распределению местного анестетика, что обусловило фокальную миотоксичность [2].
2. **Адреналин** 1:200 000 добавить можно, но нет уверенности, что с бупивакаином он дает какие-либо преимущества. Кроме того, иногда он повышает риск вазоконстрикции артерии сетчатки.
3. Было показано, что регуляция рН при помощи **натрия бикарбоната** ускоряет развитие действия бупивакаина и снижает потребность в дополнительных блокадах при перibuльбарной методике [3].

4. Описано добавление недеполяризирующих мышечных релаксантов, таких как атракуриум при перибульбарных блокадах в попытке снизить время развития моторной блокады [4].
5. Некоторые авторы высказывались в пользу добавления **клонидина** для обеспечения более длительной анальгезии и акинезии. Побочные эффекты в виде гипотензии, седации и головокружения ограничивают дозу, но 1,0 мкг/кг, смешанный с раствором лидокаина-гиалуронидазы, может удлинить анальгезию с незначительными побочными эффектами [5, 6]. Необходимость такой длительности сомнительна при обычно коротких операциях по поводу катаракты.

IV. Техника

- А. Седация и мониторинг.** При бульбарных блокадах внутривенная седация полезна для обеспечения анальгезии, амнезии и сотрудничества с пациентом, что важно для снижения вероятности повреждения глазного яблока. Применяли множество препаратов, но в этой ситуации идеальна самая кратковременная седация (как, например, малые дозы пропофола болюсно). В связи со множеством сопутствующих болезней и преклонным возрастом пациентов при использовании седации необходим мониторинг и кислородная поддержка. После развития блокады этим пациентам во время операции дополнительная седация, как правило, не требуется.
- Б. Блокада лицевого нерва.** Лицевой нерв можно блокировать в любой точке: от терминальных волокон вблизи глаза до места выхода на основание черепа. Выбор обычно основывают на предполагаемой частоте и допустимом уровне побочных эффектов (обвисание лица, экхимоз).
 - 1. Модифицированный доступ Аткинсона** (рис. 20.1) — простая методика блокады терминальных ветвей лицевого нерва. Иглу длиной 38 мм вводят через «лимонную корочку» на 2 см латеральнее края глазницы. Иглу продвигают сначала вверх, к верхнему краю глазницы и вводят 3—4 мл анестетика подтягивая иглу до точки вкола. Затем ее перенаправляют к нижнему краю глазницы и повторяют инъекцию, как при первом этапе. Сенсорная блокада век достигается подкожной инъекцией 1%-го лидокаина или мепивакаина через этот единственный прокол кожи. Такой доступ сопряжен с меньшей вероятностью вызвать периорбитальный экхимоз, чем классический доступ ван Линта, и он с меньшей вероятностью вызовет тотальный паралич лица, как это бывает при более проксимальном доступе (таком как доступы О'Брайена или Надбад-Ремана).
 - 2.** При доступе, который описал **Аткинсон**, иглу вводят над скуловой дугой на уровне латерального края глазницы и продвигают подкожно к верхушке ушной раковины. По мере извлечения иглы вводят 3—4 мл местного анестетика.
 - 3. Классический доступ ван Линта** (рис. 20.2) немного более медиальный, в точке на 2 см кзади от латерального края глаза. 3 мл местного анестетика вводят по мере извлечения иглы к месту вкола. Иглу оставляют в коже и перенаправляют вниз и вперед, аналогично вводя 3 мл при извлечении. Две инъекции должны образовать V-образный контур

вокруг глаза. Дополнительные 2 мл можно ввести у верхушки «V» для обеспечения анестезии более глубоких волокон.

4. **О'Брайен** описал более проксимальную блокаду лицевого нерва (рядом с ухом). Иглу вводят на 1 см кпереди от козелка ушной раковины и 2 мл местного анестетика вводят подкожно. Преимущества этой блокады включают парез мышц, окружающих глаз и меньшую вероятность периорбитальных кровоизлияний, которые огорчают пациентов и их близких.

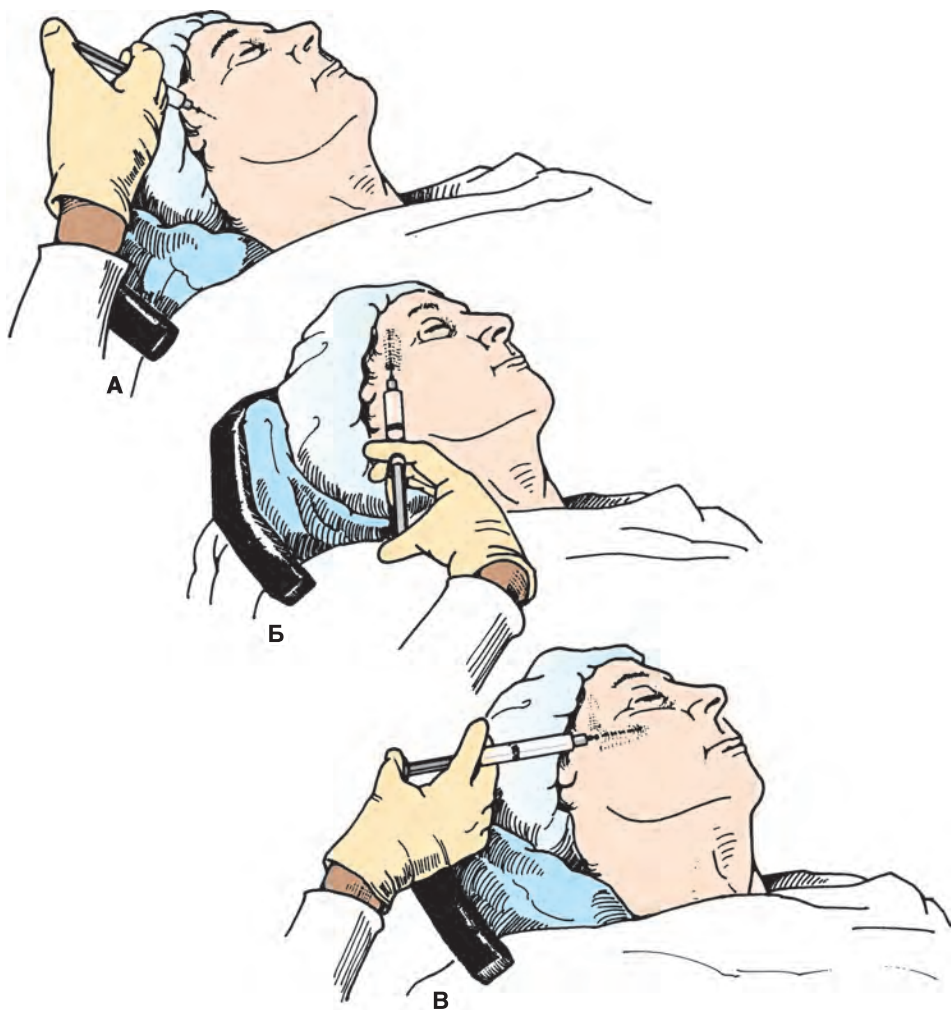


Рис. 20.1. Модифицированный доступ Аткинсона для блокады лицевого нерва. Иглу вводят на 2 см латеральнее края глазницы, что обычно на 2–3 см латеральнее, чем при доступе ван Линта. Сначала инфильтрируют 2–3 мл, подтягивая иглу после ее первого контакта с костью (А). Затем местный анестетик из этой точки вводят вверх (Б) и вниз (В) для того, чтобы захватить распространение волокон лицевого нерва, окружающих глаз

5. **Блокада Надбада–Ремана** (рис. 20.3) анестезирует лицевой нерв еще более проксимально. Для ее выполнения иглу длиной 16 мм вводят впереди сосцевидного отростка на основании черепа и направляют вверх и назад к шилососцевидному отверстию (как бы прицеливаясь на верхушку противоположного уха через череп). После тщательной аспирации для исключения попадания в близлежащую сонную артерию иглу фиксируют и вводят 3 мл местного анестетика.

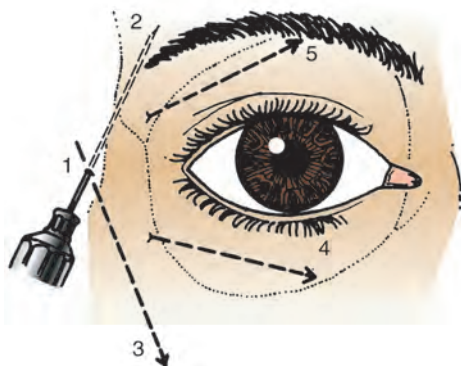


Рис. 20.2. Классический доступ ван Линта при блокаде лицевого нерва. Иглу вводят на 2 см латеральнее угла глаза и выполняют подкожную инъекцию к верхнему и нижнему краям орбиты. (С разрешения из: Hersh PS. *Ophthalmic surgical procedures*. Boston: Little, Brown and Company, 1988:17.)

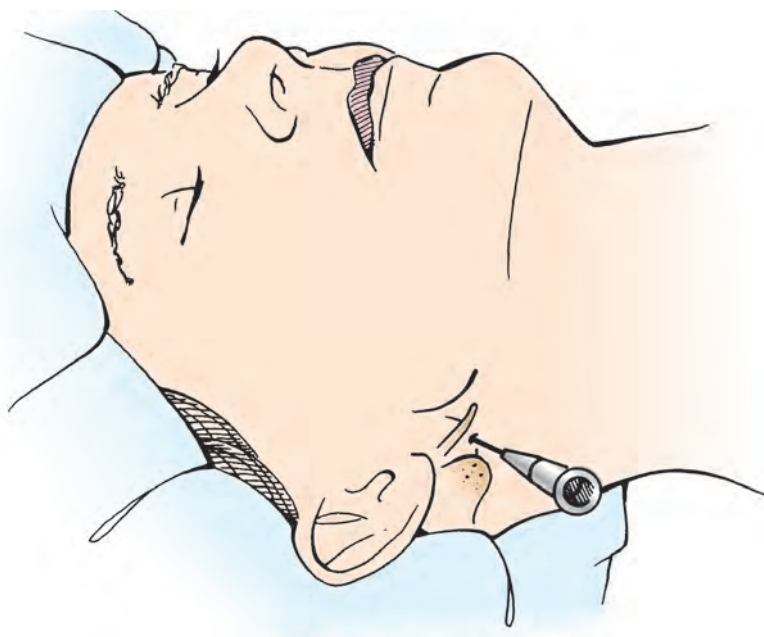


Рис. 20.3. Блокада лицевого нерва по Надбаду–Реману. Поскольку это самая проксимальная блокада лицевого нерва, она часто вызывает неприятную обвислость лица вследствие ненужной сенсорной и моторной блокады нижней части лица

6. Побочные эффекты

- а. Методики О'Брайена или Надбада–Ремана вызывают ненужную сенсорную и моторную блокаду нижней части лица. Образующееся в результате **провисание лица** может приводить в замешательство пациента и его близких.
- б. Более дистальные методики, однако, сопряжены с риском кровоизлияний «подбитый глаз».
- в. Выбор точки инъекции должен быть компромиссом между этими побочными эффектами. Альтернативный способ избежать инъекции к лицевому нерву — использовать более значительные объемы анестетика при перибульбарной методике.

В. Ретробульбарная блокада — регионарная методика для офтальмологических операций, которую чаще используют офтальмологи, чем анестезиологи. Размещение местного анестетика **внутри мышечного конуса глаза** может обеспечить **более скорое развитие действия, более основательную блокаду и требует меньше анестетика**, чем другие регионарные методики, такие как перибульбарная или субтеноновая блокада.

1. Нанесение **топического местного анестетика на конъюнктиву** обычно выполняется как сопутствующий этап. Подходят тетракаин 1%-й или другие офтальмологические препараты.
2. **Нижний край глазницы** расположен в точке приблизительно на одной трети расстояния от латерального до медиального углов глазной щели. Эта точка обычно прямо ниже латерального края расширенного зрачка (рис. 20.4). Глаз удерживается в положении нейтрального взгляда вперед; девиация вверх и медиально может ротировать зрительный нерв и сосуды на предполагаемом пути иглы [7].

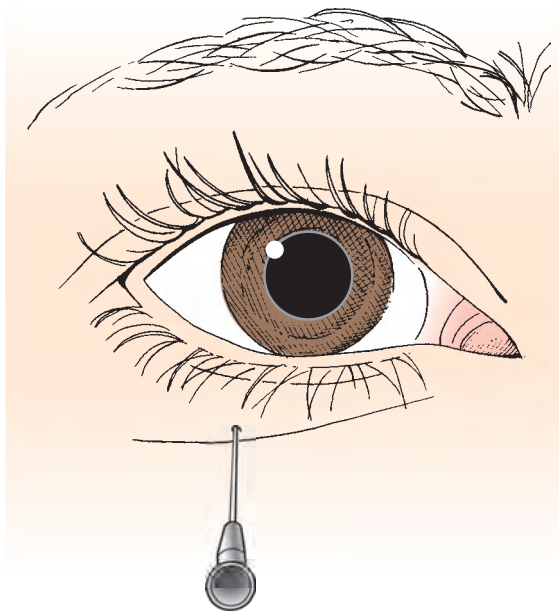


Рис. 20.4. Положение иглы при ретробульбарной блокаде

3. Иглу калибра 23 G длиной 38 мм с тупым кончиком **вводят перпендикулярно в кожу и прямо в заднем направлении параллельно дну глазницы** (рис. 20.5А и 20.6).
4. После продвижения иглы за экватор **глазного яблока угол ее направляют медианазально под углом приблизительно 45° для прохода в мышечный конус** (рис. 20.5Б). Вхождение в мышечный конус вызовет ротацию **глазного яблока вниз**, с ротацией глаза вниз на $15\text{--}30^\circ$. После того как игла прошла сквозь тело мышц в конус, **эта тракция резко высвобождается**, и глаз отскакивает назад, в нейтральное положение (рис. 20.5В). Если такого отскока не произошло, иглу подтягивают и повторяют попытку, поменяв направление.
5. После тщательной аспирации медленно вводят 3—4 мл местного анестетика. Если игла в конусе, сопротивления инъекции быть не должно. **Сопротивление может указывать на нежелательное внутримышечное положение, или попадание в глазное яблоко**, и если такое ощущение есть, направление иглы необходимо изменить.

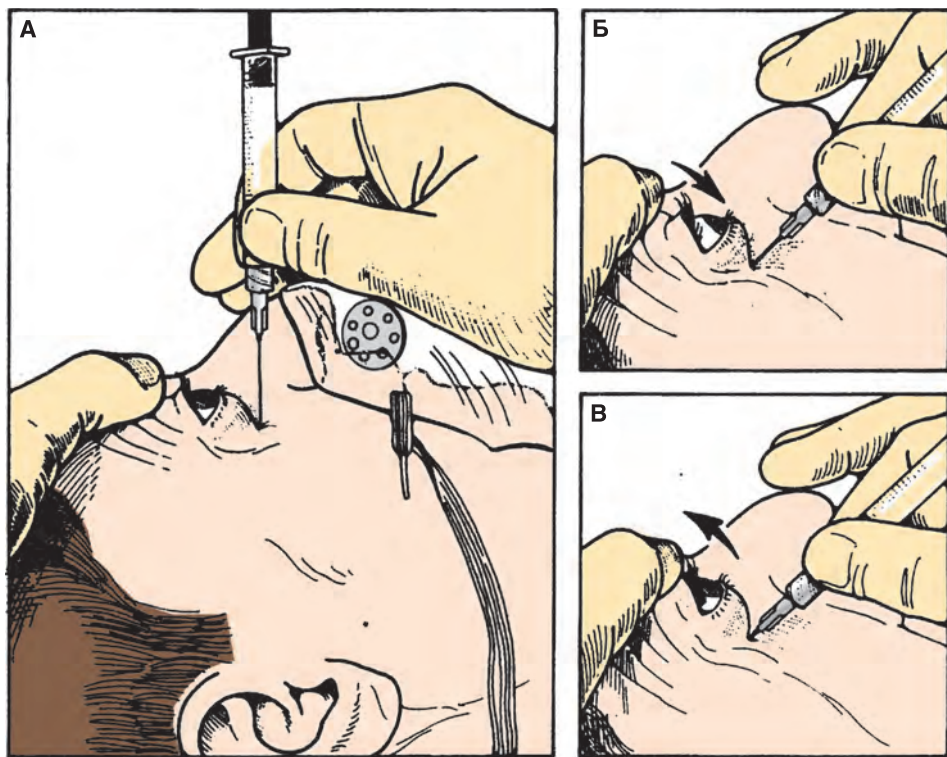


Рис. 20.5. Ретробульбарная блокада. А: Иглу вводят перпендикулярно коже у латерального края расширенного зрачка сразу над нижним краем глазницы. Б: После прокола кожи угол иглы меняют приблизительно на 45° краниально и продвигают до тех пор, пока глазное яблоко не повернется вниз в результате входа иглы в мышечный конус. В: после того как кончик иглы вошел в мышечный конус, глазное яблоко резко возвращается в нейтральное положение. В этой точке 3 мл смеси местного анестетика вводят в ретробульбарную область

6. Если при инъекции пациент жалуется на боль, следует заподозрить перфорацию склеры. Многие блокады выполняются под седацией, которая может маскировать этот симптом. Другими указаниями являются продолжающиеся движения глазного яблока при продвижении иглы после того, как тела мышц пенетрированы. Для ретробульбарной блокады доступны специальные затупленные иглы, созданные для снижения вероятности перфорации глазного яблока, но лучшая защита — избегать слишком острого угла при продвижении иглы. Наиболее велик риск у пациентов с миопией, у которых глазное яблоко удлинено. Необходимо измерить аксиальную длину и поддерживать более крутой угол у всех пациентов, у которых аксиальная длина превышает 25 мм. В качестве альтернативы, перибульбарный блок может снизить риск перфорации у таких пациентов.
7. Глазное яблоко осторожно прижимают на 5 мин, чтобы улучшить распространение раствора, но прижатие прекращают каждые 30 с, чтобы сохранить кровоток сетчатки.
8. Несколько больший объем анестетика вызовет более надежный блок блокового нерва (моторная иннервация верхней косой мышцы), который лежит вне мышечного конуса, содержащего другие моторные нервы и реснитчатый ганглий. Недостаточность этой мышцы обычно не вызывает проблем, так как ее движения ограничены. Если насто-

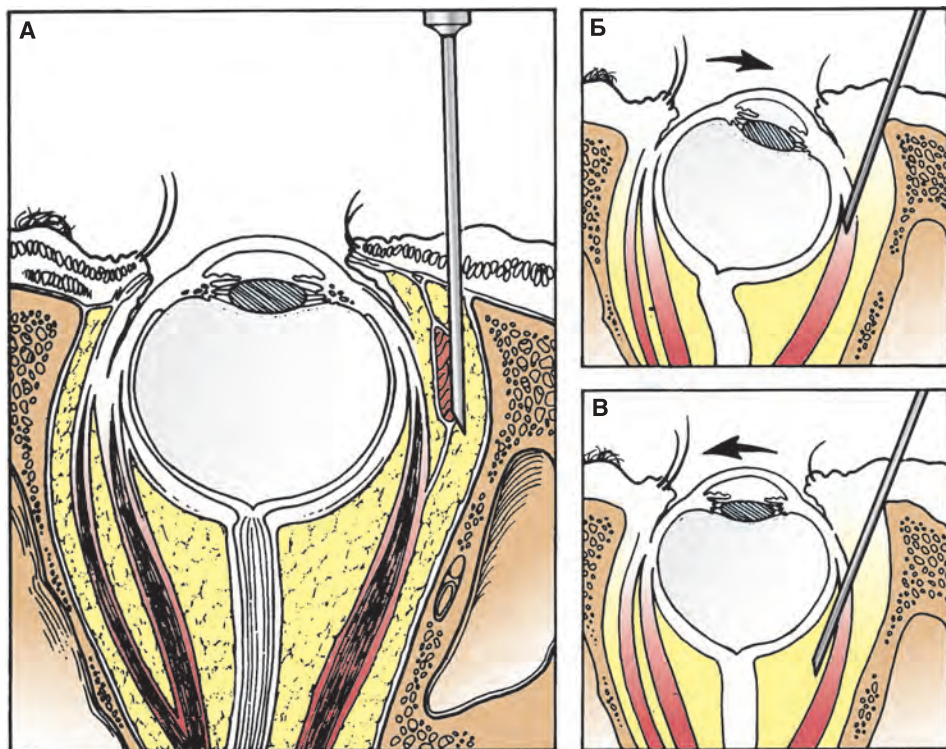


Рис. 20.6. Направление иглы при ретробульбарной инъекции. Три положения (А, Б и В) соответствуют стадиям на рис. 20.5

раживающие перекосы глаза сохраняются после классической ретробульбарной блокады, блоковый нерв можно блокировать дополнительной инъекцией 1 мл анестетика выше глазного яблока рядом с верхней косой мышцей.

Г. Перibuльбарная блокада может снизить риск ретробульбарного кровотечения и перфорации глазного яблока, присущий классической ретробульбарной блокаде. Анатомические исследования дают основания полагать, что мышечный конус не является закрытым пространством с плотной перегородкой и что там есть простой доступ к реснитчатому ганглию из-за пределов мышц [8]. Перibuльбарная игла **не входит в мышечный конус**, так что теоретически этот доступ снижает вероятность осложнений. Это предполагаемое снижение уравнивается более **замедленным развитием анестезии и необходимостью в повторной инъекции** у 25—35% таких пациентов (7, 9, 10) по сравнению с 10% при ретробульбарной инъекции.

1. **Топическая анестезия** выполняется так же, как для ретробульбарной инъекции.
2. Иглу калибра 25 G длиной 38 мм вводят через конъюнктиву в нижней височной зоне выше нижнего края глазницы (рис. 20.7). Иглу продвигают слегка вверх (параллельно подъему дна глазницы на этом уровне) **без какой-либо попытки войти в конус**, и вводят 4—5 мл местного анестетика.
3. Иглу еще раз вводят **в верхней назальной зоне** сразу ниже и медиальнее надблоковой вырезки и вводят дополнительные 4—5 мл. И здесь введение иглы в основном тангенциально глазному яблоку без какой-

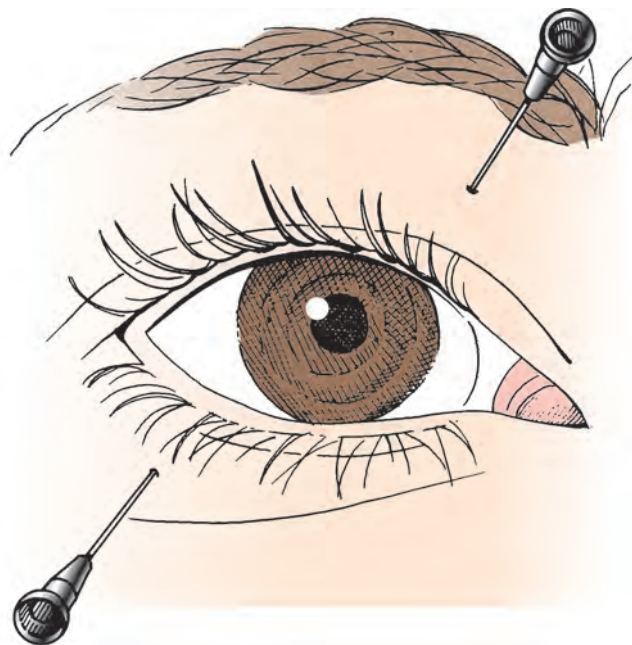


Рис. 20.7. Места введения иглы при перibuльбарной блокаде. Выполняется из двух точек, нижневисочной и верхненазальной; игла никогда не попадает в мышечный конус глаза, в связи с чем нужен больший объем местного анестетика

либо попытки войти в конус. **При обеих инъекциях иглу в глазницу вводят только на 25 мм.** Этого в основном достаточно для прохождения за экватор глазного яблока, но введение в обоих случаях тангенциально глазному яблоку и вероятность войти в конус не велика.

4. Анестезия развивается медленнее, и **блокаду нужно оценивать в течение 10 мин** для решения вопроса о необходимости дополнительной инъекции. Утрата зрения при этом доступе случается не всегда, но анестезия седьмого нерва часто развивалась за счет диффузии анестетика в подкожные ткани верхнего века без необходимости в отдельной инъекции.
- Д. Субтеноновая блокада была разработана как еще одна альтернатива для снижения вероятности повреждения глазного яблока. Это более сложный доступ, включающий медиальный разрез на конъюнктиве и теноновой капсуле и введении катетера с тупым кончиком [11].

V. Осложнения

A. Формирование ретробульбарной гематомы

1. **Кровотечение относится к наиболее частым осложнениям** ретробульбарной блокады и, по некоторым сообщениям, возникает в 1% случаев, хотя в более крупных исследованиях этот показатель ниже [10].
2. Следует устранить легко обратимые дефекты коагуляционных механизмов прежде, чем приступать к ретробульбарной инъекции.
3. **Ретробульбарное кровотечение во время анестезии в офтальмологии является серьезным осложнением, которое может нарушать кровоснабжение сетчатки в случае развития избыточного давления.** Симптомы включают немедленно развивающийся экзофтальм, повышение напряжения глазного яблока и появление крови под конъюнктивой. Необходимы мониторинг пульсации сетчатки и отмена операции. Для снижения давления может потребоваться хирургическое дренирование через латеральную кантотомию.

B. Анестезия ствола мозга

1. Распространение анестетика в зону ствола мозга менее типично (менее 0,5%), но оно в большей степени **угрожает жизни в связи с потенциальной возможностью остановки дыхания.**
2. Механизм неясен, но это может быть следствием распространения анестетика вдоль зрительного нерва к стволу мозга.
3. Симптомами служат одышка и дисфагия. Вентиляция и поддерживающая терапия обычно достаточны для того, чтобы дождаться разрешения симптоматики.

B. Системная токсичность

1. Системная токсичность возможна в связи с **близостью артерии сетчатки.** Непреднамеренные инъекции под давлением в артериальную циркуляцию головы могут вызвать быстрый рост уровней местного анестетика во внутречерепной крови и судороги.
2. Необходимы тщательная аспирация и дробное введение.

Г. Окулокардиальный рефлекс

1. Любое растяжение экстраокулярных мышц может вызвать **рефлекторную брадикардию.**

2. Рекомендуется лечение атропином, блокирующим вагусный компонент, но в **профилактике необходимости нет.**

Д. Перфорация глазного яблока

1. Перфорация глазного яблока возможна даже при использовании тупых игл и даже при перибульбарной методике, но частота в целом менее 0,1%.
2. **Факторы риска включают удлинение глазного яблока, повторные инъекции, перетяжку склеры в прошлом и использование игл с длинным срезом [7].**
3. Перфорацию можно распознать по движению глазного яблока, когда игла движется перед инъекцией. Обычно перфорацию вызывает боль и беспокойство. Операцию необходимо отменить и начать соответствующее офтальмологическое лечение.

- Е. Внутримышечная инъекция.** Прямая инъекция местного анестетика в тело мышц может вызвать **разрушение мышц и, в конечном итоге, парез [10].** К счастью, такое нарушение случается редко и его можно **избежать, немедленно остановив инъекцию при появлении какого-либо сопротивления.**

Литература

1. Kallio H, Paloheimo M, Maunuksela EL. Hyaluronidase as an adjuvant in bupivacaine-lidocaine mixture for retrobulbar/peribulbar block. *Anesth Analg* 2000;91(4):934—937.
2. Troll G, Borodic G. Diplopia after cataract surgery using 4% lidocaine in the absence of Wydase (sodium hyaluronidase). *J Clin Anesth* 1999;11(7):615—616.
3. Zahl K, Jordan A, McGroarty J, *et al.* Peribulbar anesthesia. Effect of bicarbonate on mixtures of lidocaine, bupivacaine, and hyaluronidase with or without epinephrine. *Ophthalmology* 1991;98(2):239—242.
4. Kucukyavuz Z, Arici MK. Effects of atracurium added to local anesthetics on akinesia in peribulbar block. *Reg Anesth Pain Med* 2002;27(5):487—490.
5. Mjahed K, el Harrar N, Hamdani M, *et al.* Lidocaine-clonidine retrobulbar block for cataract surgery in the elderly. *Reg Anesth* 1996;21(6):569—575.
6. Madan R, Bharti N, Shende D, *et al.* A dose response study of clonidine with local anesthetic mixture for peribulbar block: a comparison of three doses. *Anesth Analg* 2001;93(6):1593—1597.
7. Wong DH. Regional anaesthesia for intraocular surgery. *Can J Anaesth* 1993;40:635.
8. Ripart J, Lefrant JY, de La Coussaye JE, *et al.* Peribulbar versus retrobulbar anesthesia for ophthalmic surgery: an anatomical comparison of extraconal and intraconal injections. *Anesthesiology* 2001;94:56.
9. Ali-Melkkila TM, Virkkila M, Jyrkkio H. Regional anesthesia for cataract surgery: comparison of retrobulbar and peribulbar techniques. *Reg Anesth* 1992;17:219.
10. Hamilton RC, Gimbel HV, Strunin L. Regional anaesthesia for 12,000 cataract extraction and intraocular lens implantation procedures. *Can J Anaesth* 1988;35:615.
11. Guise PA. Sub-tenon anesthesia: a prospective study of 6,000 blocks. *Anesthesiology* 2003;98:964—968.

Глава 21

Регионарная анестезия в педиатрии

Кэтлин Л. Ларкин

Применение регионарной анестезии за последние годы резко выросло. Однако у детей те же самые блокады применяются недостаточно. Часто это связано с опасениями относительно неврологических осложнений, отсутствием опыта и отсутствием соответствующего педиатрического оборудования. В педиатрии является стандартом выполнение регионарных методик под общей анестезией. Во Франции в большом проспективном исследовании было продемонстрировано отсутствие повышения частоты осложнений при регионарной анестезии, выполненной под общей анестезией [1]. Бесспорным преимуществом успешной регионарной анестезии, дополненной анестезией общей, является более комфортное пробуждение ребенка. Это может минимизировать осложнения, связанные с применением опиоидов, и будет особенно полезно в более уязвимых педиатрических популяциях (новорожденные, недоношенные, дети с муковисцидозом).

Хотя регионарные методики имеют у педиатрических пациентов те же преимущества, что и у взрослых, методы выполнения их у детей приходится модифицировать. Ключом к успеху в регионарной анестезии у детей является детальное знание анатомии, фармакологии, оборудования и предблоковой седации или анестезии. Поскольку седация нужна часто, целесообразно участие двух человек; один выполняет блокаду, другой мониторирует ребенка. Все методики, как регионарные, так и общие, сопряжены с рисками, и эти риски необходимо сопоставлять с потенциальной пользой применения этих методик у анестезированных детей точно так же, как и у взрослых. В этой главе внимание в первую очередь сосредоточено на том, чем регионарные методики, выполняемые у детей, отличаются от описанных выше методик для взрослых. Опубликовано несколько прекрасных обзоров методик педиатрической регионарной анестезии, к которым могут обратиться те, кто хотел бы ознакомиться с этими методиками более детально [2—5].

I. Топические блокады

- A. Топическую местную анестезию можно использовать на коже для **смягчения боли, причиняемой иглой** во время установки внутривенного (ВВ) катетера или во время выполнения регионарных методик [6]. Местные анестетики несут несколько повышенный риск системной токсичности у маленьких детей из-за пониженной концентрации белка в плазме, более высокой свободной фракции, замедленного печеночного метаболизма,

немного сниженной активности псевдохоллинэстеразы плазмы и сниженной активности метгемоглобинредуктазы [7].

1. Наиболее часто применяемый топический крем — это **эутектичная смесь местных анестетиков (EMLA)** (эутектичная смесь 2,5%-го лидокаина с 2,5%-м прилокаином). Он эффективен для анестезии дермы на глубину до 5 мм. EMLA может вызвать нежелательный побочный эффект в виде вазоконстрикции. Положительное смягчение дистресса ребенка обычно перевешивает отрицательное действие вазоконстрикции. EMLA-крем рекомендуется наносить минимум за 45 мин до инъекции, но чем более заблаговременно это сделано, тем лучше анестезия. В связи с этими ограничениями по времени, EMLA используют не в полной мере. Некоторые выступают за то, чтобы выдавать родителям тюбик с кремом для нанесения его дома, перед тем как доставить ребенка для утренней операции.
 2. **ELA-макс** (4%-й липосомальный лидокаин) — быстро действующий топический препарат для интактной кожи, который работает за счет липосомальной системы доставки. Исследования продемонстрировали, что 30 мин аппликации ELA-макс так же безопасны и эффективны, как и 60 мин аппликации EMLA [8]. Кроме того, есть сообщения, что ELA-макс в меньшей степени мацерирует кожу.
 3. Еще одна альтернатива — J-Тип, безыгольная инъекционная система, которую можно использовать для доставки местного анестетика. 84% педиатрических пациентов сообщили об отсутствии боли во время аппликации лидокаина при помощи J-Тип, по сравнению с 61% в EMLA-группе во время снятия повязки [9].
 4. **Устройство для онемения** — устройство, позволяющее доставить 2%-й раствор лидокаина и адреналина при помощи ионофореза и обеспечивающее похожую анестезию интактной кожи приблизительно через 20 мин после аппликации. В этом устройстве используется небольшой электрический ток, обеспечивающий ионофорез, который некоторые маленькие дети находят раздражающим.
 5. Все топические препараты местных анестетиков имеют ограничения в том, что их необходимо нанести на поверхность, которую планируется анестезировать, и им необходимо различной длительности время для развития эффекта. Если анестезиолог не нашел вену и вынужден сменить место венепункции, новое место будет не анестезировано.
- Б. Топические местные анестетики так же успешно применяют для обеспечения хирургической анестезии открытых **слизистых оболочек**.**
1. Слизистые оболочки полости рта можно анестезировать для облегчения установки орального воздуховода или ларингоскопа у маленьких детей и детей с потенциально трудными дыхательными путями.
 2. Топический интратрахеальный лидокаин (1—2 мг/кг) часто применяют после индукции общей анестезии у маленьких детей, нуждающихся в прямой диагностической ларингоскопии для осмотра отоларингологом движения голосовых связок.
 3. EMLA применяли для анестезии **обрезания** у новорожденных, поскольку он может проникать через интактную крайнюю плоть. Топический 0,5%-й лидокаин или 0,25—0,5%-й бупивакаин также использовали для обеспечения эффективной послеоперационной анальгезии [10].

Аппликацию этих местных анестетиков необходимо применить после удаления крайней плоти на открытые слизистые оболочки, которые будут абсорбировать эти препараты. Поскольку это топические методики, местного анестетика нужно ровно столько, сколько достаточно для контакта со всеми «целевыми» слизистыми оболочками. Если применяется желе или мазь, родителей следует предупредить относительно вида раны, поскольку вид засохшей смеси местных анестетиков со следами крови может настораживать. Повторное нанесение местного анестетика каждые 6 ч в течение 2 дней обеспечит эффективную послеоперационную аналгезию [11].

- В.** Топические местные анестетики используют также для обеспечения эффективной **послеоперационной аналгезии** у детей после **операций по поводу грыжи или гидроцеле**. В этом случае 0,25—0,5%-й бупивакаин или 0,2—0,5%-й ропивакаин в объеме, достаточном, чтобы наполнить рану, инстиллируют в конце хирургического иссечения, сразу перед ушиванием раны, и оставляют в контакте с обнаженным подвздошно-паховым нервом и окружающими мышечными тканями на 1 мин [12]. Результирующая аналгезия эквивалентна более канонической блокаде подвздошно-пахового нерва.

II. Спинальная анестезия

Эту методику редко применяют за пределами неонатального периода, но она играет важную роль в снижении частоты апноэ у новорожденных после герниорафии. Это особенно целесообразно у недоношенных новорожденных с риском периодического дыхания, апноэ и брадикардии после общей анестезии. Методики такие же, как и у взрослых, но иглы короче и меньшего диаметра. С учетом более низкого уровня окончания спинного мозга у новорожденных применяются более низкие уровни введения (L4—5, L5—S1). В противоположность другим педиатрическим регионарным методикам, спинальная обычно выполняется без седации или общей анестезии.

III. Каудальная блокада

У детей более крупных и старшего возраста нейроаксиальные блокады обычно выполняют под общей анестезией. Эпидуральную анестезию можно выполнить на торакальном, люмбальном и каудальном уровнях. Так как у анестезированного ребенка парестезию определить невозможно, менее опытные анестезиологи предпочитают входить в эпидуральное пространство каудально. Каудальный блок из одной инъекции — одна из наиболее популярных и многогранных педиатрических методик регионарной анестезии. Установка катетера позволяет осуществлять постоянную инфузию местного анестетика или смеси местного анестетика с опиоидом. Комбинация каудальной блокады с легкой общей анестезией позволяет быстрее разбудить ребенка, благодаря небольшому расходу ингаляционного анестетика.

- А. Анатомия.** Каудальную блокаду у детей технически легче выполнить, чем у взрослых. Плохо развитая ягодичная мускулатура и ограниченное коли-

чество подкожного жира делают анатомические ориентиры, определяющие крестцовую щель, хорошо различимыми. У детей младшего и среднего возраста меньше сращений в области крестцовой щели и смещений костных ориентиров, так как у них не развита ягодичная жировая подушка, характерная после полового созревания.

1. Пятая пара крестцовых рожек заметно выступает и лежит существенно выше ягодичной щели.
2. Крестцово-копчиковая связка у детей малого и среднего возраста не кальцифицирована; тем не менее встречается отчетливый «хлопок», вполне сопоставимый с тактильным ощущением при входе в вену катетера калибра 10 G у взрослых.
3. **Дуральный мешок** заканчивается между вторым и третьим крестцовыми позвонками (табл. 21.1), тогда как длина крестца снижается пропорционально общему размеру ребенка. У детей младшего возраста есть риск прокола хрупкого крестца или твердой мозговой оболочки. Наиболее катастрофические осложнения случаются у грудных детей весом менее 10 кг. Пристальное внимание к соблюдению методики крайне важно у таких маленьких пациентов [13].

Б. Показания

1. Комбинация каудальной блокады с легкой общей анестезией обеспечивает прекрасную периоперационную **анальгезию** у детей при операциях в области иннервации сегментов крестца, а равно и при большинстве операций ниже диафрагмы. К ним относятся типичные операции в паху, такие как **герниорафия**, **орхидопексия** и вмешательства по поводу **гидроцеле**. У детей после **ортопедических** операций на нижних конечностях (например, по поводу косолапости) или **урологических** вмешательств каудальная блокада также может обеспечить глубокую послеоперационную анальгезию.
2. Каудальную блокаду обычно выполняют после индукции в общую анестезию и установки внутривенного катетера. После того как блокада начинает действовать, нужна лишь очень поверхностная общая анестезия. Время, потраченное на блокаду перед началом операции, обычно компенсируется в ее конце за счет более скорого пробуждения ребенка.

Таблица 21.1

Каудальная анатомия у детей

	Дуральный мешок заканчивается на уровне	Конус медуллярис заканчивается на уровне
Дети	S2	L2
Взрослые	S1	L1

В. Препараты. У детей большинство местных анестетиков следует дозировать в миллилитрах на килограмм во избежание токсичности, связанной с большими объемами, применяемыми при блокадах у взрослых.

1. **Бупивакаин.** 0,25%-й раствор обеспечивает минимальную моторную блокаду с адекватной блокадой сенсорной. Очень приблизительная доза составляет 1 мл/кг 0,25%-го бупивакаина. Общая доза бупива-

каина не должна превышать 3 мг/кг. В эпидуральном пространстве эта доза действует 4—6 ч. При адекватном подборе дозы у 50%-й детей анальгезия будет длиться до 12 ч.

2. **Ропивакаин** 0,2%-й применяли в дозах, не превышающих 2 мг/кг [14].
3. Простой способ расчета объема предложил Armitage [15]. Доза 0,5 мл/кг необходима для крестцовой блокады, 0,75 мл/кг — для нижних грудных сегментов и 1,25 мл/кг — для блокады на верхних грудных уровнях (табл. 21.2).

Таблица 21.2

Объемы анестетика для блокад

Высота блока	Объем (мл/кг)
Крестцовый	0,5
Нижний грудной	0,75
Верхний грудной	1,25

4. Скорость **потребления** местного анестетика у детей обычно выше, чем у взрослых. Использование **вазоконстриктора** может снизить скорость потребления и пролонгировать действие блокады.
 5. У новорожденных **уровень свободного препарата в крови может быть выше**, и они могут быть более чувствительными к токсическому действию местных анестетиков. Болюсные дозы и инфузию следует уменьшать на 30% у грудных детей моложе 6 месяцев для снижения риска токсичности. В результате максимальная скорость должна быть около 25 мг/кг бупивакаина в час [16].
- Г. Техника.** Блокады обычно выполняют после индукции в общую анестезию и установки внутривенного катетера.
1. Пациента поворачивают в положение на боку, бедра и колени сгибают в положение, подобное положению для люмбальной пункции (рис. 21.1).
 2. Рожки крестцовой щели легко пальпируются как два костных выступа в начале межягодичной складки. Это важно для идентификации **равнобедренного треугольника** между двумя задними верхними подвздошными осями и щелью (см. рис. 8.2).
 3. После асептической обработки кожи можно использовать методику «без касания» или стерильные перчатки. Начинают с прокола кожи иглой 18 G во избежание попадания эпидермальных пробок в эпидуральное пространство. Затем внутривенный катетер калибра 22 G вводят в крестцово-копчиковую связку под углом 60° к коже. Срез следует поддерживать в вентральном положении во избежание пункции передней стенки крестца. Если происходит контакт с костью, иглу подтягивают на несколько миллиметров и угол к коже увеличивают прежде, чем продолжить введение. Отчетливый «хлопок» ощущается в момент пункции иглой мембраны; игла и катетер затем попадают в плоскость, параллельную оси спинного мозга, и иглу продвигают еще на 2 мм, чтобы весь срез гарантированно находился в каудальном пространстве. Затем внутривенный катетер осторожно продвигают в каудальное пространство, стараясь избежать пункции дурального мешка.

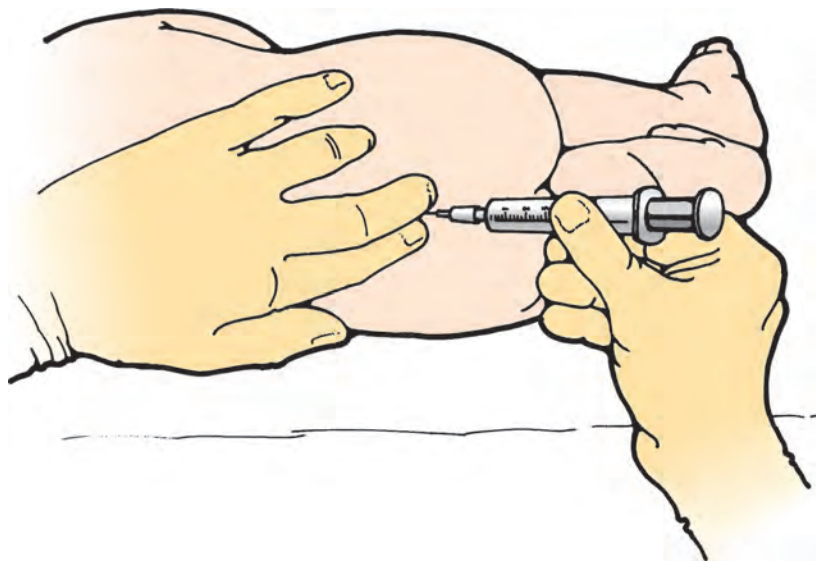


Рис. 21.1. Каудальная анестезия в педиатрии, положение на боку. Эту методику выполняют после индукции общей анестезии и установки внутривенного катетера. Легко выполняема у детей в положении на боку или на животе. Крестцово-копчиковую мембрану легко идентифицировать по характерному «хлопку» при проколе ее иглой. После этого иглу вводят на 1—2 мм и выполняют инъекцию

4. **Тест-доза.** После отрицательного результата аспирации на кровь и спинномозговую жидкость (СМЖ) вводят тест-дозу раствора местного анестетика с адреналином (0,5 мкг/кг) [17]. Следует обратить внимание на частоту сердечных сокращений на ЭКГ в течение 1 мин. Учащение на 10 уд./мин дает основание заподозрить внутрисосудистое введение. Чувствительность тест-дозы ослабевает у анестезированных пациентов. Транзиторное повышение зубца Т, особенно в V5, также должно насторожить относительно возможного внутрисосудистого введения бупивакаина. Неинъецирующую руку можно положить на место инъекции для выявления любой крепитации, которая появляется, если введение произошло в подкожные ткани, а не эпидуральное пространство.
5. **Частые аспирации и фракционированное введение** местного анестетика — лучшая защита от невыявленного внутрисосудистого введения, поскольку у детей тест-доза может быть ненадежной [13, 18, 19]. При внутрикостном введении в костный мозг всасывание в кровотоки происходит так же быстро, как при внутрисосудистом введении.
6. **Каудальный катетер.** Катетер калибра 22 G можно провести через внутривенный катетер калибра 18 G, что позволит повторно вводить местный анестетик болюсно при длительных операциях или проводить инфузию в послеоперационном периоде. Перед установкой катетера следует измерить и определить длину от крестцовой щели до желаемого дерматома. Положение кончика катетера следует подтвердить рентгенологически или с помощью УЗИ. Перед использованием катетера в него следует ввести тест-дозу. У пациентов моложе 5 лет катетер обычно можно легко завести до торакального уровня. При фиксации

следует принять меры по предупреждению загрязнения фекалиями. Рекомендуемый максимум для инфузии бупивакаина составляет 0,4 мг/кг/ч или еще меньше у грудных детей.

Д. Осложнения

1. Возможна **пункция дурального мешка** с развитием тотального спинального блока. Тщательная стабилизация иглы, осторожное продвижение катетера и частые осторожные аспирации помогут избежать этого осложнения. Крестцовое отверстие может ассоциироваться со скрытой расщелиной позвоночника, и риск дуральной пункции в этом случае очень высокий.
2. **Внутрисосудистое** или **внутрикостное** введение местного анестетика может привести к токсическому поражению. Кардиотоксичность бупивакаина у детей может быть повышена сопутствующим применением ингаляционных анестетиков. Влияние общей анестезии на центральную нервную систему нередко скрывает любые признаки нейротоксичности до развития тяжелых сердечно-сосудистых проявлений. Отмечались нарушения ритма и остановка сердца, обычно у грудных детей менее 10 кг. Рекомендуется приобрести обширный опыт использования этой методики на более старших детях, прежде чем применять ее у грудных.
3. Инфекция возможна, но не типична, так как в большинстве случаев катетер удаляют через 2—3 дня.

IV. Блокады периферических нервов

Применение блокад периферических нервов у детей растет с расширением выпуска игл, катетеров и УЗ-датчиков небольших размеров.

А. Техника

1. **Нейростимулятор.** Как и у взрослых, нейростимулятор очень полезен для выполнения таких блокад. Очень важно помнить о необходимости избегать введения мышечных релаксантов перед применением этой методики у анестезированных детей.
2. Блокады под **ультразвуковым** наведением набирают популярность при анестезии взрослых. Это устройство может быть очень полезным для локализации нерва, а также визуализации распространения местного анестетика в нужном месте. Расширяется изучение применения этого метода у детей [20], но технология требует значительной подготовки для достижения нужного мастерства. Существуют небольшие, в виде «хоккейной клюшки» датчики, которые больше подходят к маленьким анатомическим соотношениям ребенка. Дополнительные преимущества блокад нервов под УЗ-наведением включают необходимость введения меньшего объема местного анестетика для адекватной блокады и снижение потенциального риска внутрисосудистой или внутрикостной инъекции.

- Б. **Блокады головы и шеи.** В педиатрии растет частота применения блокад нервов при операциях на голове и шее. В большинстве случаев это зонные блокады сенсорных нервов с легко идентифицируемыми анатомическими ориентирами, которые могут значительно повысить качество лечения боли в послеоперационном периоде.

1. Блокада **надглазничного и надблокового** нерва
 - а. **Анатомия.** Это терминальные ветви зрительной части тройничного нерва (V1). Надглазничный нерв выходит через надглазничное отверстие. Надблоковый нерв выходит на 1 см медиально от надглазничного нерва.
 - б. **Показания.** Этот блок может быть полезен при фронтальной краниотомии, ревизии вентрикулопритонеального шунта и удаление невусов скальпа.
 - в. **Техника.** Пациент лежит на спине. Пальпируют надглазничную вырезку вдоль медиального края брови по линии середины зрачка. Стерильно обрабатывают кожу. Иглу 27 G вводят сразу выше вырезки с тем, чтобы не задеть проходящую через нее артерию. После аспирации вводят 1 мл 0,25%-го бупивакаина. Затем иглу подтягивают до уровня кожи, перенаправляют медиально и продвигают еще на несколько миллиметров. Еще 1 мл бупивакаина вводят для блокирования надблокового нерва.
 - г. **Осложнения.** Хорошо васкуляризированные периорбитальные ткани имеют потенциал для гематом. Прижатие места инъекции минимизирует этот риск.
 2. Блокада **подглазничного нерва.** Эта простая блокада обеспечивает глубокое обезболивание у детей после операций по поводу заячьей губы или волчьей пасти, или других операций на передней части твердого нёба, нижнем веке, боковой поверхности носа или верхней губе [21]. Местный анестетик, введенный хирургом непосредственно в зону операции не действует так долго, как блокада периферического нерва.
 - а. **Анатомия.** Подглазничная вырезка лежит на линии, соединяющей надглазничное и подбородочное отверстия со зрачком глаза (см. рис. 18.3).
 - б. **Техника.** Есть две методики блокады этого нерва, интраоральная и экстраоральная. Обе относятся к зональным блокадам, и в обеих нет необходимости в инъекции в вырезку или к нерву.
 - (1) **Экстраоральная.** Сначала находят надглазничное отверстие указательным пальцем недоминирующей руки — приблизительно 0,5 см от средней точки нижнего края глазницы. Иглу 27 G вводят под углом 45° к вырезке до контакта с костью. Затем иглу немного подтягивают так, чтобы инъекция не получилась внутрикостной, и вводят 0,25—0,5 мл местного анестетика. Должно быть видно небольшое возвышение кожи.
 - (2) **Интраоральная.** Вторая методика выполняется через рот, и она не оставляет следов на лице. И здесь надглазничное отверстие пальпируют недоминирующей рукой. Поднимают верхнюю губу, иглу 25 G вводят параллельно верхним резцам и ведут вперед, к указательному пальцу не доминирующей руки, пальпирующему вырезку. Вводят 0,5—1,5 мл местного анестетика. Если планируется эта методика, то ее нужно выполнить до операции с тем, чтобы не мешать ходу операции манипуляциями на верхней губе.
- В. Блокада фасциального футляра прямой мышцы**
1. **Показания.** Эту блокаду часто применяют в педиатрии, особенно для операций вокруг пупка. Она блокирует X пару межреберных нервов

там, где они становятся передними кожными ветвями. Нерв проходит между поперечной и внутренней косой мышцами живота, между оболочкой и задней стенкой футляра прямой мышцы живота.

- 2. Техника.** Иглу 25 G вводят перпендикулярно коже выше или ниже пупка, на 0,5 см медиальнее полулунной линии. Оболочка передней прямой мышцы может ощущаться как «царапанье» иглы по ней взад и вперед. Игла проходит через оболочку и тело мышцы, и здесь следует идентифицировать заднюю оболочку как ощущение «царапанья» кончиком иглы. Местный анестетик размещают кпереди от этой задней оболочки во избежание инъекции в брюшную полость. Глубина иглы обычно составляет 0,5—1,5 см. УЗ облегчает выполнение блока.
- 3. Препараты.** После негативного результата аспирации можно ввести 0,25%-й бупивакаин, по 0,2 мл/кг с каждой стороны.
- 4. Осложнения.** Инъекция может оказаться слишком поверхностной, в тело мышцы, без распространения назад, к нерву, что делает блок несостоятельным. Возможна внутрисосудистая инъекция внутри тела мышцы.

Г. Подвздошно-паховая и подвздошно-подчревная блокада. Эта блокада обеспечивает анальгезию, эквивалентную каудальной для детей, оперируемых по поводу **паховой грыжи, гидроцеле** или **орхидопексии**. При противопоказаниях к каудальной блокаде, таких как крестцовое углубление, или если ребенок достаточно взрослый и не обеспокоится по поводу слабости в ногах после операции, этот блок предпочтителен.

- 1. Техника.** Данные нервы можно блокировать топической анестезией раны, как описано выше. Формально блокаду нерва можно выполнить после индукции в общую анестезию и перед операцией, как показано на рис. 21.2 [23]. Есть альтернативная методика, при которой хирург инфильтрирует края раны в конце разреза (а также инстиллирует местный анестетик в рану) и которая эффективнее инфильтрации хирургом краев кожи перед ее ушиванием. Такую блокаду можно выполнить под ультразвуковым наведением [24].
- 2. Доза.** Чаще всего применяют бупивакаин 0,25%-й, в дозе 5—10 мл, в зависимости от размеров пациента. Для этой блокады у детей применяют ропивакаин 0,5%-й.
- 3. Осложнения.** У 3—5% детей, получавших эту блокаду всеми методами, кроме аппликации топической анестезии отмечалась транзиторная блокада бедренного нерва, с временной неспособностью стоять из-за утраты силы четырехглавой мышцы.

Д. Блокада полового члена. Эта блокада полезна для периоперационной анальгезии у мальчиков при обрезании или операциях по поводу гипоспадии. Хотя Американская академия педиатрии не одобряет обрезание, она рекомендует применение местных анестетиков, если родители хотят сделать обрезание в неонатальном периоде. Как топическая аппликация крема EMLA, так и кольцевая блокада полового члена просты и сопряжены лишь с минимальным риском для новорожденного.

1. Методика. Обычно используют один из двух вариантов.

- а. Кольцевой блок.** Самый простой способ блокировать дорсальные нервы полового члена — подкожно ввести раствор 0,25—0,5%-го бупивакаина **без** адреналина вокруг основания полового члена

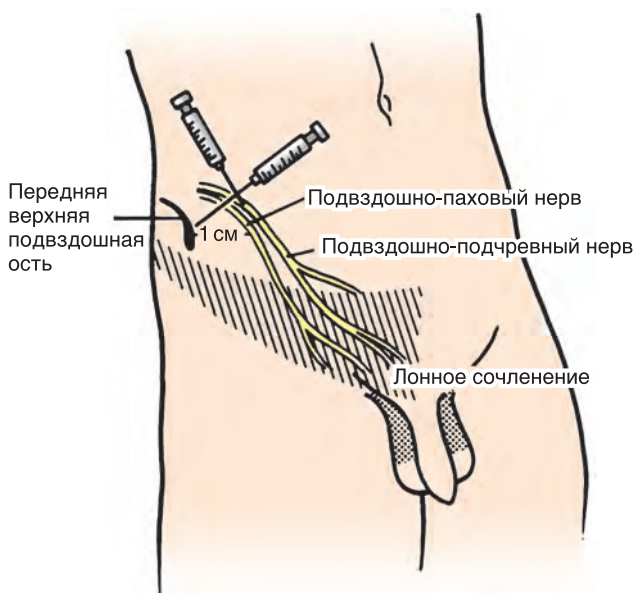


Рис. 21.2. Подвздошно-паховая и подвздошно-подчревная блокада. Иглу калибра 23—25 G вводят на 1 см медиальнее передней верхней подвздошной ости и создают «стену» анестезии веерообразным введением вдоль мышечной стенки от подвздошной ости до края прямой мышцы живота. Общий объем 5—10 мл 0,25%-го бупивакаина обеспечит анестезию подвздошно-паховой (выделено штрихом) и подвздошно-подчревной (выделено точками) области. (С разрешения из: Yaster M, Maxwell LG. Pediatric regional anesthesia. *Anesthesiology* 1989;70:324.)

[25]. При этой подкожной блокаде местный анестетик оказывается сразу поверхностнее плотной фасции Бака, окружающей кавернозные тела, дорсальный нерв, артерии и вены полового члена. Местный анестетик диффундирует через эту фасцию и обеспечивает анестезию.

б. Блокада дорсального нерва полового члена. Другая методика включает блокаду дорсального нерва полового члена подлобковой области (рис. 21.3) [3]. При этом половой член оттягивают вниз и вводят местный анестетик под фасцию Скарпа (которая продолжается на тело полового члена как фасция Бака). Две инъекции выполняют на 0,5—1 см латеральнее средней линии и ниже лобкового сочленения. Иглу калибра 23—25 G вводят слегка медиально и каудально до ощущения характерного «хлопка» при проколе фасции Скарпа сразу ниже лобка и вводят 2—5 мл местного анестетика.

2. Осложнения. При кольцевой методике осложнений не наблюдалось. Блокада дорсального нерва полового члена глубже фасции Бака в теле полового члена ассоциировалась со снижением перфузии кончика головки полового члена.

Е. Блокады конечностей. Базовые методики блокад конечностей у детей грудных и более старшего возраста похожи на блокады у взрослых, за исключением того, что эти блокады выполняются под общей анестезией. В свя-

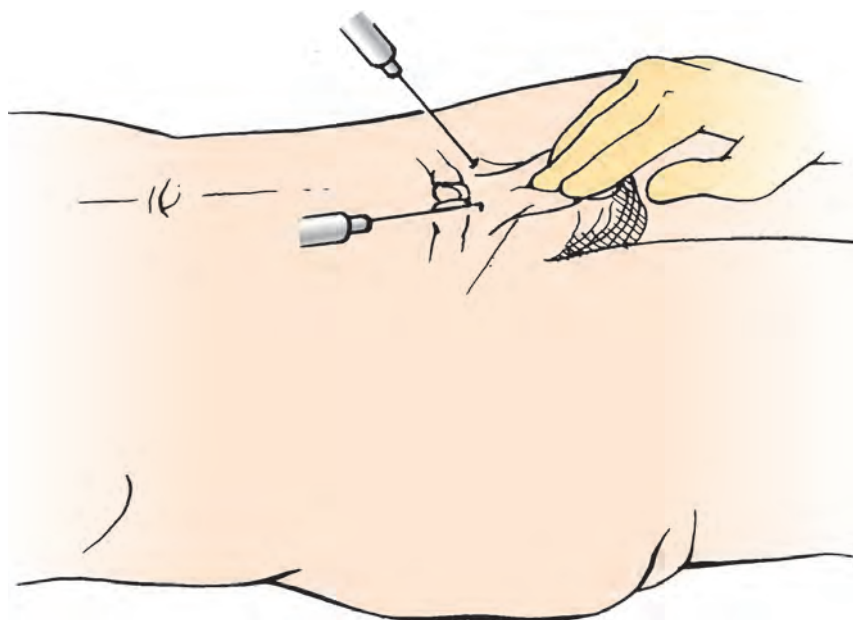


Рис. 21.3. Подлобковый блок полового члена. Половой член оттянут вниз, инъекции выполняют с обеих сторон его основания, на 0,5–1 см латеральнее средней линии и ниже лобкового сочленения. Иглу вводят слегка медиально и каудально для прокола фасции Скарпа

зи с этим нейростимулятор или ультразвук особенно важны при блокадах нервов в педиатрии. Принципы использования обеих подробно описаны в гл. 5.

1. Показания

- а. Блокады верхних конечностей** могут обеспечить релаксацию мышц и анальгезию при репозиции переломов, а также в ближайшем послеоперационном периоде после открытых операций.
 - б. Блокада бедренного нерва**, одна или в сочетании с блокадой латерального бедренного кожного нерва, или блокада «три-в-одном» может обеспечить анестезию для биопсии мышцы. Блокада бедренного нерва также обеспечивает прекрасную анальгезию и релаксацию мышц у детей с переломом бедра, особенно средней его трети.
 - в.** С добавлением **блока седалищного нерва**, возможны операции на всей нижней конечности. Однако обычно каудальная блокада с ее одним уколом у детей дошкольного возраста предпочтительнее.
- 2. Препараты.** Препараты длительного действия, бупивакаин и ропивакаин с адреналином 1:200 000 обеспечивают эффективную анестезию и анальгезию до 12 ч. Необходимо помнить, что при совместном применении местных анестетиков их токсичность суммируется (табл. 21.3). Ропивакаин широко изучали при каудальных блокадах, но исследований его применения при блокадах конечностей в педиатрии пока мало [23].

Таблица 21.3

Дозы и объемы препаратов для регионарных методик в педиатрии

Препарат	Максимальные дозы (мг/кг) с добавлением адреналина (1:200 000)
Лидокаин	7—10
Бупивакаин	2—3
Смесь	
Лидокаин	5
Тетракаин	2
Блокады периферических нервов	Объем (мл/кг) ^а
Подмышечная	0,33
Межлестничная	0,25
Паховая параваскулярная	0,50
Крестцовая	0,20

^а Объем 0,25%-го бупивакаина или лидокаина-тетракаина

3. Техника

а. Блокада плечевого сплетения

- (1) Чаще всего у детей используют подмышечный и подключичный доступы к плечевому сплетению — по сравнению с межлестничным доступом у взрослых. Выполняют эти доступы так же, как и у взрослых (см. гл. 12).
- (2) Для **подмышечной блокады** доступ с нейростимулятором предпочтительнее трансартериального в связи с более высокой частотой вазоспазма у детей, чем у взрослых. Нейростимулятор полезен, но простая инфильтрация с обеих сторон легко пальпируемой артерии обычно вызывает адекватную анестезию. Соответствующие объемы местных анестетиков приведены в табл. 21.3; этих объемов обычно достаточно для блокады мышечно-кожного нерва.
- (3) Подключичный доступ — еще одна часто используемая альтернатива у детей, выполняется точно так же, как описано для взрослых в гл. 12. У детей ультразвуковое наведение более комфортно и способствует ускорению начала действия и длительности блокады.
- (4) **Дозы.** Детям моложе 6—7 лет не следует вводить более 0,3—0,5 мл/кг 0,25%-го бупивакаина и 0,2%-го ропивакаина. Более старшим детям можно вводить больше миллилитров на килограмм, и, таким образом, 0,5%-й бупивакаин или ропивакаин можно использовать в объеме 0,3—0,5 мл/кг с максимумом в 20 мл. Адреналин 1:200 000 следует добавлять для повышения длительности блокады и выявления внутрисосудистого введения.

б. Блокады нижних конечностей

- (1) **Блокада бедренного нерва** описана в гл. 15; для детей нужны небольшие изменения. Это наиболее типичная блокада нижней конечности у детей, и она может быть весьма полезной при переломах бедра и мышечных биопсиях. Нейростимулятор при-

меняется, но эффективна простая инфильтрация латеральное артерии. Анестетик в дозе 0,2—0,4 мл/кг с адреналином вводят для выявления внутрисосудистого введения.

- (2) **Седалищный нерв** легко блокировать более периферически, чем в классическом описании Лабат. У детей редко бывает ягодичная жировая подушка, которая развивается только в пубертатном периоде, и седалищное углубление часто можно видеть. Ребенка кладут в положение на боку (положение Симса); лодыжку верхней ноги кладут на колено нижней. Ребенок также может лежать на спине со слегка приподнятой ногой. Находят и маркируют большой вертел и седалищную бугристость верхней ноги. Иглу калибра 22 G (спинальная игла 100 мм длиной — если ребенок достаточно крупный) присоединяют к нейростимулятору и вводят посередине между двумя ориентирами до получения тыльного или подошвенного сгибания стопы. Если игла находится в правильном положении, все сгибания должны исчезнуть после введения 1 мл раствора местного анестетика. Моторная активность выше колена с большей вероятностью будет следствием прямой стимуляции мышцы и не является надежным индикатором правильного положения иглы. Вводить следует 0,5 мл/кг до максимума общей дозы в 20 мл.
 - (3) Использование **ультразвукового** наведения для обеих методик позволяет уменьшить дозы (поскольку инъекция происходит под прямой визуализацией нерва) и пролонгирует действие блокады.
 - (4) **Подколенная ямка** может быть идеальным местом для блокирования седалищного нерва [28]. Более дистальные доступы позволяют уменьшить объем без ущерба для эффективности. Детей обычно анестезируют в положении на спине, в связи с чем латеральный доступ предпочтителен. Однако большинство анестезиологов предпочитают задний доступ, и у маленьких детей ногу можно поднять и получить хороший доступ к подколенной ямке. Этот блок описан в гл. 16. Нерв можно локализовать при помощи нейростимулятора или ультразвукового наведения. Детям можно вводить объем от 0,2 до 0,3 мл/кг.
 - (5) **Дозы.** В связи со сложностью иннервации от двух сплетений, анестезия ног требует большего объема местного анестетика, чем анестезия верхних конечностей. Если планируется несколько блокад, то токсичность нескольких доз суммируется.
- #### 4. Постоянные катетеры
- a. Есть много сообщений о повышении эффективности послеоперационной анальгезии у детей в результате постоянной инфузии местного анестетика через периферический катетер к нерву как на нижних, так и на верхних конечностях [29]. Даже анестезия контролируемая пациентом (АКП) применялась с периферическим катетером к нерву у детей [30]. Катетеры для постоянной инфузии служат для преодоления болевого кризиса, который иногда случается в первую ночь, после прекращения действия изначально введенного местного анестетика. В настоящее время доступны и детские наборы для катетеризации.

- б. **Дозы.** Для послеоперационной аналгезии через постоянный катетер предлагается стартовая доза местного анестетика 1 мл/кг/ч бупивакаина 0,25%-го или ропивакаина 0,2%-го, но не более 10 мл/ч. Максимальная доза — 0,4 мл/кг/ч. Эти дозы следует уменьшать у новорожденных и грудных детей.

V. Заключение

Роль регионарной анестезии в педиатрии стабильна и растет. Несмотря на множество преимуществ, блокады периферических нервов у детей применяются недостаточно часто. Хотя эти методики вполне безопасны, они не лишены риска полностью [1, 31]. Использование ультразвука должно снизить некоторые из этих рисков. Вдумчивый анализ рисков и преимуществ любой методики — ответственность всех врачей. Оптимальная анестезия достигается многогранным подходом к боли. Для этой цели назначают перед операцией ацетоминафен или нестероидные противовоспалительные препараты с последующей адекватной регионарной аналгезией.

Родителей после операции необходимо четко проинструктировать о том, когда закончится действие блокады, и о времени перехода на оральные аналгетики. Регулярное введение ацетоминафена и опиоидов может минимизировать болевой кризис во время прекращения действия блокады. Необходимо объяснить родителям важность своевременного лечения боли и опережения ее развития оральными аналгетиками, а также побуждать ребенка вовремя сообщать о появлении ощущения дискомфорта. Детям, как и взрослым, регионарная анестезия помогает отказаться от опиоидов, в то время как анестезиологи способны выполнять такие блокады вполне безопасно.

Литература

1. Giaufre E, Dalens B, Gombert A. Epidemiology and morbidity of regional anesthesia in children: a one-year prospective study of the French-Language Society of Pediatric Anesthesiologists. *Anesthesiology* 1996;83:904.
2. Broadman LM, Rice LJ. Neural blockade for pediatric surgery. In: Cousins MJ, Bridenbaugh PO, eds. *Neural blockade in clinical anesthesia and management of pain*, 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1998.
3. Dalens BJ. Regional anesthesia in children. In: Miller RDM, ed. *Anesthesia*, 5th ed. New York: Churchill Livingstone, 2000.
4. Rice LJ. Regional anesthesia. In: Motoyama E, Davis P, eds. *Smith's anesthesia for infants and children*, 6th ed. St. Louis: Mosby, 1995.
5. Sethna NF, Berde CB. Pediatric regional anesthesia. In: Gregory GA, ed. *Pediatric anesthesia*. New York: Churchill Livingstone, 1994.
6. Squire SJ, Kirchoff KI, Hissong K. Comparing two methods of topical anesthesia used before intravenous cannulation in pediatric patients. *J Pediatr Health Care* 2000;14:68.
7. Carceles MD. Amethocaine-lidocaine cream, a new topical formulation for preventing venopuncture-induced pain in children. *Reg Anesth Pain Med* 2002;27(3):289—295.
8. Eichenfield LF. A clinical study to evaluate the efficacy of ELA-Max (4% liposomal lidocaine) as compared with eutectic mixture of local anesthetics cream for pain reduction of venipuncture in children. *Pediatrics* 2002;109(6):1093—1099.

9. Jimenez N. A comparison of a needle-free injection system for local anesthesia versus EMLA for intravenous catheter insertion in the pediatric patient. *Anesth Analg* 2006;102(2):411—414.
10. Andersen KH. A new method of analgesia for relief of circumcision pain. *Anaesthesia* 1989;44:118.
11. Tree-Trakarn T, Pirayavaraporn S, Lertakyamane J. Topical analgesia for relief of post-circumcision pain. *Anesthesiology* 1987;67:395.
12. Casey WF, Rice LJ. A comparison between bupivacaine instillation versus ilioinguinal/iliohypogastric nerve block for postoperative analgesia following inguinal herniorrhaphy in children. *Anesthesiology* 1990;72:636.
13. Veyckemans F, Van Obbergh LJ, Gouverneur JM. Lessons from 1100 pediatric caudal blocks in a teaching hospital. *Reg Anesth* 1992;17:119.
14. Koinig H, Krenn CG, Glaser C, *et al.* The dose response of caudal ropivacaine in children. *Anesthesiology* 1999;90:1339.
15. **Armitage EN. Local anesthetic techniques for prevention of postoperative pain. *Br J Anesth* 1986;58:790.**
16. Berde CB. Convulsions associated with pediatric regional anesthesia. *Anesth Analg* 1992;75:164—166.
17. **Tobias JD. Caudal epidural block: a review of test dosing and recognition of systemic injection in children. *Anesth Analg* 2001;93:1156—1161.**
18. Brendel JK, Yemen TA, Berry FA. Intravenous injection of local anesthetic: identification with isoproterenol and epinephrine in children during halothane anesthesia. *Reg Anesth* 1993;18:49.
19. Freid EB, Bailey AG, Valley RD. Electrocardiographic and hemodynamic changes associated with unintentional intravascular injection of bupivacaine with epinephrine in infants. *Anesthesiology* 1993;79:394.
20. **Marhofer P, Willschke H, Kettner S. Imaging techniques for regional nerve blockade and vascular cannulation in children. *Curr Opin Anaesthesiol* 2006;19:293—30020.**
21. Ahuja A, Datta A, Krishna A, *et al.* Infraorbital block for relief of postoperative pain following cleft lip surgery in infants. *Anaesthesia* 1993;49:441.
22. Willschke H, Bosenberg A, Marhofer P, *et al.* Ultrasonography-guided rectus sheath block in paediatric anaesthesia — a new approach to an old technique. *Br J Anaesth* 2006;97:244—249.
23. Langer JC, Shandling B, Rosenberg M. Intraoperative bupivacaine during outpatient hernia repair in children: a randomized double blind trial. *J Pediatr Surg* 1987;22:267.
24. Willschke H, Bosenberg A, Marhofer P, *et al.* Ultrasonographic-guided ilioinguinal/iliohypogastric nerve block in pediatric anesthesia: what is the optimal volume? *Anesth Analg* 2006;102:1680—1684.
25. Broadman LM, Hannallah RS, Belman B, *et al.* Post-circumcision analgesia — a prospective evaluation of subcutaneous ring block of the penis. *Anesthesiology* 1987;67:399.
26. Marhofer P, Sitzwohl C, Greher M, *et al.* Ultrasound guidance for infraclavicular brachial plexus anaesthesia in children. *Anaesthesia* 2004;59:642—646.
27. Oberndorfer U, Marhofer P, Bosenberg A, *et al.* Ultrasonographic guidance for sciatic and femoral nerve blocks in children. *Br J Anaesth* 2007;98:797—801.
28. Fernandez-Guisasola J. A comparison of 0.5% ropivacaine and 1% mepivacaine for sciatic nerve block in the popliteal fossa. *Acta Anaesthesiol Scand* 2001;45:967—970.
29. Dadure C. Perioperative pain management of a complex orthopedic surgical procedure with double continuous nerve blocks in a burned child. *Anesth Analg* 2004;98:1653—1655.
30. Duflo F. Patient-controlled regional analgesia is effective in children: a preliminary report. *Can J Anesth* 2004;51:928—930.
31. **Krane EJ, Dalens BJ, Murat I, *et al.* The safety of epidurals placed during general anesthesia. *Reg Anesth* 1998;23:433.**

Амбулаторная хирургия

Майкл Ф. Малрой

I. Введение

Амбулаторная хирургия развивается и в настоящее время в США составляет до 65% случаев хирургической практики. В этих условиях анестезия должна обеспечивать быстрое пробуждение, раннюю активизацию и освобождать пациента от боли и тошноты. Регионарные методики были бы идеальны в этих ситуациях. Мета-анализ опубликованных данных подтверждает **более низкие болевые баллы и меньшую частоту возникновения тошноты и рвоты** после амбулаторных операций, но дает основания полагать, что для выполнения регионарных блокад нужно дополнительное **время**, и (в случае блокад нейроаксиальных) потенциально возможно **удлинение времени выписки** [1]. Хотя многие методики, описанные в этой книге, подходят для амбулаторных условий, пристальное внимание к выбору препарата и выполнению блокады необходимо, чтобы сделать регионарную анестезию эффективной в амбулаторной хирургии. При этом существует ряд специфических проблем.

А. Необходимое время. Выполнение регионарных методик часто требует больше времени, чем общая эндотрахеальная анестезия, и развитие хирургической анестезии может быть замедленным, особенно при выборе длительно действующих препаратов. Эти проблемы можно решить следующими путями.

1. Использование **комнат для индукции**. Несколько исследований показали, что выполнение блокады за пределами операционной может сделать потраченное время сопоставимым с общей анестезией [2—5] и в некоторых обстоятельствах обеспечивает более короткое время оборота места. Вознаграждением становится более скорое пробуждение после операции, выполненной только под регионарной блокадой, и пациент обычно сразу готов к переводу в отделение постнаркозного наблюдения и чаще к фазе 2 или выписке.
2. Использование простых регионарных методик, таких как спинальная анестезия или внутривенные регионарные методики [3].
3. **Препараты короткого действия с быстрым развитием эффекта**, такие как хлоропрокаин и лидокаин, также сокращают время, начиная действовать быстро, обычно в течение времени, необходимого на укладку пациента, хирургическую подготовку и обкладывание.

Б. Уровень успешности также был проблемой приемлемости регионарных методик в амбулаторных условиях. Приверженность простым методикам, таким как внутривенная регионарная анестезия или спинальная анестезия, повышает эффективность и надежность этих блокад. Использование методик блокад периферических нервов под ультразвуковым наведением может существенно сократить время их выполнения и повысить надежность, но этот вопрос до настоящего времени не выяснен.

II. Нейроаксиальные блокады

Центральные блокады должны быть наиболее эффективными и надежными, но для них необходим очень тщательный подбор препаратов. Другая проблема в том, что для выписки необходимо полное разрешение блокады, что также обязывает тщательно подбирать местный анестетик и дозу.

А. Спинальную анестезию проще всего выполнить, и это наиболее надежная методика для амбулаторных пациентов. Она подходит для операций на нижних конечностях, таких как артроскопия колена и голеностопа, а также для операций по поводу грыж, в промежности и в перианальной зоне. Низкодозовую гипобаричную анестезию использовали даже для амбулаторной лапароскопии [6].

1. Время выполнения в опытных руках сопоставимо с общей эндотрахеальной анестезией. Блокаду можно выполнить по любой методике, из описанных выше (см. гл. 6), включая гипобаричную инъекцию в положении складного ножа для операций на прямой кишке [7].

2. Выбор препарата критически важен.

а. Бупивакаин показан редко, так как действует долго, и особенно из-за большой вариабельности длительности блокады. Клинические исследования описывают среднее время длительности и время выписки приблизительно 2 ч, но со стандартным отклонением почти в час [8, 9]. Этот препарат следует оставить в резерве для более длительных операций и использовать небольшие дозы 5 или 6 мг [8].

б. Лидокаин был традиционным препаратом для амбулаторных пациентов, особенно при операциях длительностью 60–90 мин, во время которых не нужны литотомическое положение или артроскопия колена. К сожалению связь лидокаина с транзиторной неврологи-

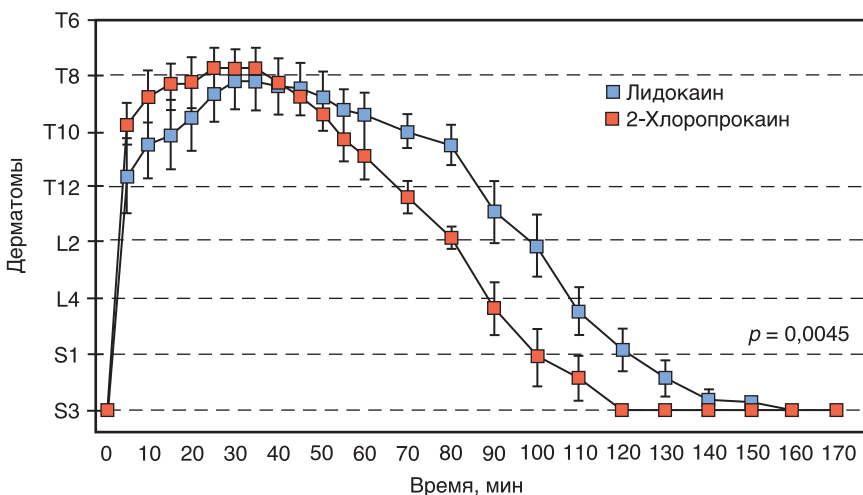


Рис. 22.1. Распространенность и длительность субарахноидальной анестезии с использованием 40 мг лидокаина или 2-хлоропрокаина у добровольцев. (Адаптировано из: Kouri ME, Korasz DJ. Spinal 2-chloroprocaine: a comparison with lidocaine in volunteers. *Anesth Analg* 2004;98:75–80.)

ческой симптоматикой (ТНС) побудила многих искать альтернативы (см. гл. 3). Тем не менее это подходящий выбор для некоторых коротких операций.

- в. 2-Хлоропрокаин** переживает возрождение интереса к нему как к коротко действующему препарату с тех пор, как появились его версии, не содержащие консервантов. Предварительные исследования показывают, что длительность хирургической анестезии приблизительно равна 60 мин после введения 40 мг, с прекращением блокады в течение 2 ч (рис. 22.1) [10, 11]. ТНС встречается редко. Время выписки сопоставимо даже с быстро действующими общими анестетиками. Для некоторого удлинения действия можно добавить фентанил, но сочетания адреналина с этим препаратом следует избегать (см. гл. 2). Вопрос нейротоксичности 2-хлоропрокаина остается из-за проблем содержания в нем консервантов [12]. В настоящее время следует применять только растворы без консервантов.
- 3.** Высказывалось мнение в пользу *односторонней спинальной блокады* для амбулаторных операций, в частности на колене и стопе. Для этого необходимо удерживать пациента в положении на боку в течение 5—15 мин, за которые гипербаричный раствор сконцентрируется в нижележащей ноге [13, 14]. Эта методика позволяет использовать меньшие дозы препарата, но не ускоряет восстановление, несмотря на уменьшение выраженности боли и снижение риска возникновения тошноты в палате пробуждения. Ее использование может быть ограничено у пациентов с высоким риском тошноты и случаями, когда блокаду можно выполнить в наркозной комнате.
- 4. Осложнения** у амбулаторных пациентов такие же, но некоторые особенности могут ограничить у них применение спинальной анестезии.
- а. Постспинальная головная боль.** Применение игл малого диаметра с закругленным срезом значительно снизило частоту этого осложнения, но риск его по-прежнему остается, особенно у пациентов младшего возраста. Следует внимательно относиться к выбору иглы, предпочитая самый маленький размер, с которым планируемая блокада выполнима, обычно 25 G или менее. Родителям обязательно нужно предоставить всю необходимую информацию по наблюдению за ребенком и действиям в случае развития определенной симптоматики. Средства для проведения лечения должны быть под рукой.
- б. Задержка мочи** традиционно ассоциируется со спинальной блокадой, но обычно возникает после длительных случаев анестезии. Задержка чаще бывает у пожилых мужчин и после промежностных операций, например в области ануса. Опыт со спинальной анестезией препаратами короткого действия (2-хлоропрокаин, прокаин, лидокаин, малые дозы бупивакаина) при операциях с малым риском показал, что риск задержки мочи не выше, чем при общей анестезии.
- в. ТНС.** Этот синдром возможен при использовании любого местного анестетика, и особенно настораживает его появление у амбулаторных пациентов, так как ТНС развивается обычно уже после

выписки. Пациентов следует предупреждать о возможности этих симптомов и их временном характере, но целесообразно также проконтролировать по телефону, и при необходимости — успокоить пациента.

Б. Эпидуральный блок. Спинальная анестезия ограничена методикой с одной инъекцией, требующей однократного подсчета дозы, отвечающей требованиям хирургического вмешательства — но не задерживающей выписку. В ситуациях, где длительность планируемой операции не очевидна, эпидуральная анестезия, особенно с катетером, обеспечит разумную альтернативу. После эпидуральной инъекции меньше вероятность постпункционной головной боли; однако технически она труднее и занимает больше времени, а ее действие развивается медленнее.

1. Выбор препарата. Выполнение эпидуральной блокады в наркозной комнате **2-хлоропрокаином** обеспечит адекватную сенсорную анестезию за время, необходимое для перемещения пациента в операционную и завершения хирургической обработки и обкладывания. Использование эпидуральной анестезии с 2-хлоропрокаином при артроскопии колена [16] или экстракорпоральной ударно-волновой литотрипсии (см. рис. 7.4 гл. 7) [17] сопоставимо по времени выписки с общей анестезией пропофолом. **Лидокаин** приемлем для более длительных операций, таких как восстановление передней крестообразной связки, где 60—90 мин обычно достаточно. Если планируется более длительная операция, разумно использовать постоянную методику с препаратом длительного действия и усилением при необходимости. Время действия мепивакаина или бупивакаина неприемлемо для большинства отделений амбулаторной хирургии.

2. Послеоперационная аналгезия. Как при эпидуральной, так и при спинальной инъекции прекращение действия блокады (необходимое для выписки) также сопровождается полной утратой аналгетического эффекта. Следует побуждать хирурга к выполнению блокады разреза местными анестетиками, включая введение местного анестетика в полость сустава в случае артроскопии [18]. Полезны вспомогательные блокады периферических нервов [19]. Аналгетическое лечение пациента должно быть комплексным и включать нестероидные анальгетики [20, 21], а также небольшие дозы опиоидов орально перед выпиской. Избыточная доза опиоидов гасит позитивный эффект отсутствия тошноты. Была показана целесообразность и других неопиоидных препаратов, таких как габапентин, клонидин и магнезия (см. гл. 23).

В. Сочетанная спинально-эпидуральная анестезия также применяется у амбулаторных пациентов, особенно когда требуется быстрое развитие крестцовой или поясничной анестезии — а нужная длительность неясна. Специфическими примерами служат артроскопия колена [22] и экстракорпоральная ударно-волновая литотрипсия. В этих ситуациях можно использовать небольшие дозы препаратов короткого действия без опасения, что операция окажется длительнее анестезии. Хотя на выполнение этой методики требуется несколько больше времени, она обеспечивает быстрое развитие действия, что может перевесить некоторые недостатки регионарной анестезии для амбулаторных пациентов.

III. Блокады периферических нервов

В отличие от нейроаксиальных методик периферические блокады можно выполнять препаратами длительного действия, обеспечивающими как хирургическую анестезию, так и **длительную анальгезию** даже после выписки и, таким образом, помогающими снять проблему тошноты и рвоты, связанную с анальгезией опиоидами. Критически важно обеспечить помощь в передвижении пациенту с онемевшими конечностями, необходима осторожность при перевязках конечности во избежание повреждения в период ее онемения, но результаты нескольких исследований показали безопасность такой практики [23].

А. Блокады верхней конечности

1. Операции на **плече** часто выполняют амбулаторно. Такие пациенты — идеальные кандидаты для регионарной анестезии.
 - а. **Межлестничная** блокада обеспечивает прекрасную анестезию самого плеча, достаточную для простой артроскопии, особенно если не предполагается болезненных манипуляций на костях. В подобных ситуациях более подходящими могут быть местные анестетики более длительного действия или методика с постоянным катетером (см. ниже). Было показано, что выполнение этой блокады уменьшает послеоперационную боль и потребность в анальгетиках, увеличивает частоту первой фазы шунта и уменьшает число случаев госпитализации на ночь (4, 24—26). Если блокада выполнена в наркозной комнате, время начала операции сопоставимо с общей анестезией [4, 27].
 - (1) **Лидокаин** или **мепивакаин** дадут 6—8 ч анальгезии после 1 ч хирургической анестезии.
 - (2) **Бупивакаин** 0,25%-й может обеспечить 12—18 ч анальгезии, часто достаточной для всей ночи после таких операций, как восстановление ротаторной манжеты.
 - (3) **Ропивакаин** в концентрации 0,25% или 0,5% обеспечит приблизительно 10 ч анальгезии у большинства пациентов [28].
 - б. Если все же избрана общая анестезия, надключичный блок нерва обеспечит некоторую дополнительную анальгезию [1], но не такую эффективную, как при межлестничной блокаде [29].
2. Операции на **кисти и предплечье**. Существует несколько методик.
 - а. **Внутривенная регионарная анестезия** — прекрасный выбор для периферических операций, если предполагается использовать турникет, а операции относительно небольшие [3, 30]. Быстрое восстановление функции ускоряет выписку, и было показано, что выполнение этой методики дешевле общей анестезии [2, 31]. Лидокаин — прекрасный выбор, но обеспечивает послеоперационную анальгезию в меньшей степени.
 - б. **Надключичная блокада** — самый простой и надежный метод анестезии плечевого сплетения ниже ключицы, но ее избегают в большинстве амбулаторных отделений в связи с риском пневмоторакса. Применение ультразвукового наведения может уменьшить такой риск и восстановить популярность этого метода в амбулаторной хирургии.
 - в. **Подключичная блокада** применяется широко и, как межлестничная, эффективно обезболивает, снижает потребность в анальгезии

зии, увеличивает оборот палат пробуждения и ускоряет выписку [31] и (хотя для этого могут потребоваться две инъекции) может быть более комфортна для пациентов, чем блокада подмышечная [32].

г. Подмышечная блокада остается наиболее популярной в амбулаторных условиях в связи с минимальным риском пневмоторакса (по сравнению с более центральными блокадами). Для нее необходимы несколько инъекций, особенно если нужна анестезия предплечья и плеча (см гл. 12), но ее действие развивается быстро, время до выписки получается короче, чем при общей анестезии [33], и анальгезия сохраняется в течение нескольких часов. Применимы все методики, описанные в гл. 12.

Б. Блокады нижней конечности. Спинальная и эпидуральная анестезия хорошо подходят для нижних конечностей, но не обеспечивают анальгезию, как было изложено выше. Блокады периферических нервов требуют больше времени, и, как правило, нескольких инъекций, но обеспечивают прекрасную анестезию к выписке.

1. Артроскопия колена. Блокада бедренного нерва, усиленная инъекцией в месте введения инструментов, может обеспечить хорошие условия для операции. Если планируется тотальная анестезия и нужна послеоперационная анальгезия, показано сочетание бедренной (или поясничного сплетения) и седалищной блокад. Эта методика обеспечивает более скорую выписку, чем общая анестезия, и увеличивает оборот палат пробуждения [34]. Некоторым пациентам для анальгезии приходится дополнительно блокировать запирающий нерв. При этой блокаде возможна утрата силы в четырехглавой мышце, и пациентам для передвижения могут потребоваться костыли, которые, впрочем, после такой операции нужны в любом случае.

2. Восстановление передней крестообразной связки. Для таких длительных операций эффективно сочетание блокад периферических нервов. В частности, длительно действующая блокада бедренного нерва обеспечит комфорт от 18 до 24 ч после операции, особенно после забора части надколенного сухожилия [35]. Если эти блокады выполнены в наркозной комнате, «время занимаемое анестезией» в операционной может заметно сократиться по сравнению с анестезией общей при такой же операции [5].

3. Операции на стопе. Для операций, которые на стопе особенно болезненны, блокада ветвей седалищного нерва в подколенной ямке обеспечивает прекрасную анестезию, более скорую выписку и длительную анальгезию [36]. При вовлечении тыла стопы может потребоваться дополнительная инъекция к бедренным ветвям вдоль медиальной стороны колена. Более проксимальные блокады не нужны и могут ограничивать подвижность.

В. Операции на туловище

1. Операции на молочной железе можно выполнять под паравертебральными блокадами с легкой седацией. И здесь использование длительно действующих местных анестетиков обеспечит продолжительную анальгезию и ускорит выписку. Удовлетворенность пациентов хорошая, но потенциальные осложнения этого метода делают его не луч-

шим выбором при малых операциях на молочной железе [37], несмотря на преимущества при больших операциях.

2. **Операции по поводу грыж** — идеальная ситуация для регионарных методик в связи со значительным дискомфортом после них. Нейроаксиальные блокады, дополненные местной инфильтрацией, выполненной хирургом, работают хорошо (как и местная анестезия сама по себе). Послеоперационную анальгезию можно также обеспечить дополнительно подвздошно-паховой и подвздошно-подчревной блокадами [38]. Хорошие условия для операции и анальгезию создают паравerteбральные блокады, которые могут обеспечить и послеоперационную анальгезию, поскольку они не мешают подвижности и выписке пациентов [39, 40].

IV. Методики с постоянным катетером

В применении регионарных методик это область с большими перспективами. Применение катетера может обеспечить 72—96 ч анальгезии после выписки и избавляет пациента от частых побочных эффектов оральных опиоидных анальгетиков после выписки [41]. Есть обширный опыт применения таких катетеров в исследовательских центрах [42]. Осложнения бывают редко [43]. Кроме качественной анальгезии и снижения побочных эффектов применение катетеров обеспечивает хорошую удовлетворенность пациентов [44] и ускоряет возврат к повседневной деятельности пациентов после болезненных операций [45].

А. Верхняя конечность

1. Болезненные операции на плече можно успешно провести с постоянным катетером. **Межлестничные катетеры** обеспечивают прекрасное обезболивание до 72 ч, с более низкими баллами по визуальной аналоговой шкале (ВАШ), снижают потребление опиоидов и улучшают сон (рис. 22.2) [46—48]. За катетерами непросто ухаживать в связи с тем, что подвижность шеи ведет к смещению катетера. Надежная фиксация очень важна, может быть полезным подкожное туннелирование.
2. **Подключичные катетеры** эффективны при операциях на кисти и предплечье. Они также обеспечивают несколько дней анальгезии лучшей, чем оральные анальгетики, улучшают качество сна [49], и их проще фиксировать к коже.
3. В некоторых случаях использовали **подмышечные катетеры**, но за ними труднее ухаживать из-за подвижности места введения.

Б. Нижняя конечность

1. **Постоянные катетеры к бедренному нерву** обеспечивают обезболивание лучше, чем оральные опиоиды или методики с одной инъекцией, а также могут поддерживать баллы ВАШ и потребление опиоидов на значительно более низком уровне в течение нескольких дней (рис. 22.3) [50]. Катетер к седалищному нерву можно добавить при тяжелом дискомфорте, но два катетера для большинства пациентов в домашних условиях могут сделать ногу громоздкой и проблемной для ухода,

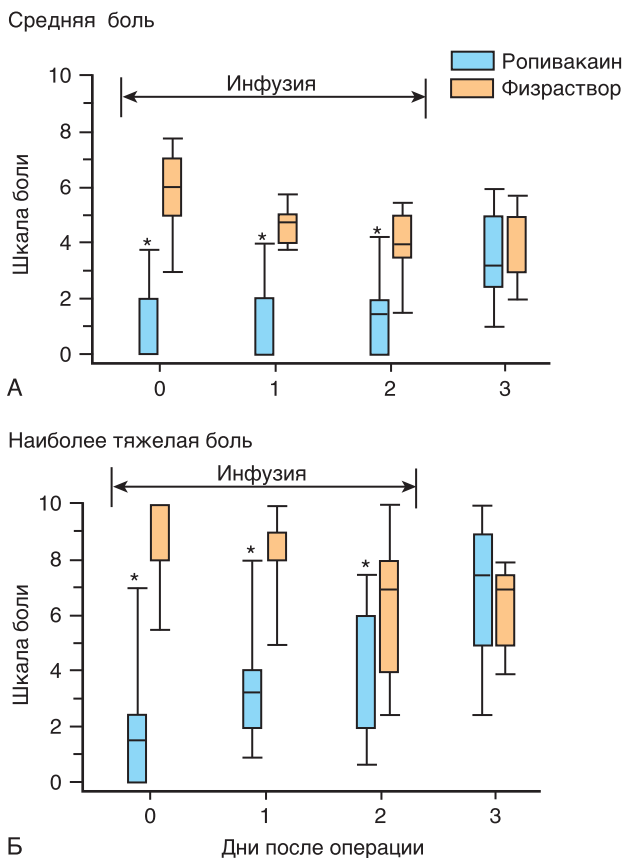


Рис. 22.2. Оценка боли в баллах от 0 до 10 по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) в домашних условиях с 72-часовой постоянной межлестничной инфузией ропивакаина по сравнению с инфузией физраствора после операций на плече. (Адаптировано из: Pfled BM, Morey TE, Wright TW *et al.* Continuous interscalene brachial plexus block for postoperative pain control at home: a randomized, double-blinded, placebo-controlled study. *Anesth Analg* 2003;96:1089—1095.)

а инфузия в один катетер к бедренному нерву обеспечит адекватную анестезию при добавлении минимальных доз оральных анальгетиков.

- 2. Катетеры в подколенной ямке** подходят для операций на стопе и демонстрируют значительное преимущество перед применением только оральных анальгетиков [51—54]. Их можно установить из латерального доступа, но фиксировать их к ноге легче после установки из заднего доступа.

В. Проблемы ведения. Достоинства постоянных катетеров впечатляют. Тем не менее есть сомнения относительно дополнительного времени на их установку и необходимого оборудования, а равно и потенциальных/теоретических осложнений. Они, без сомнений, требуют больше усилий в послеоперационном периоде и помощи в проведении инфузии дома (как минимум еще одного человека). Опыт показывает, что данные проблемы преодолимы и устройства надежны [43].

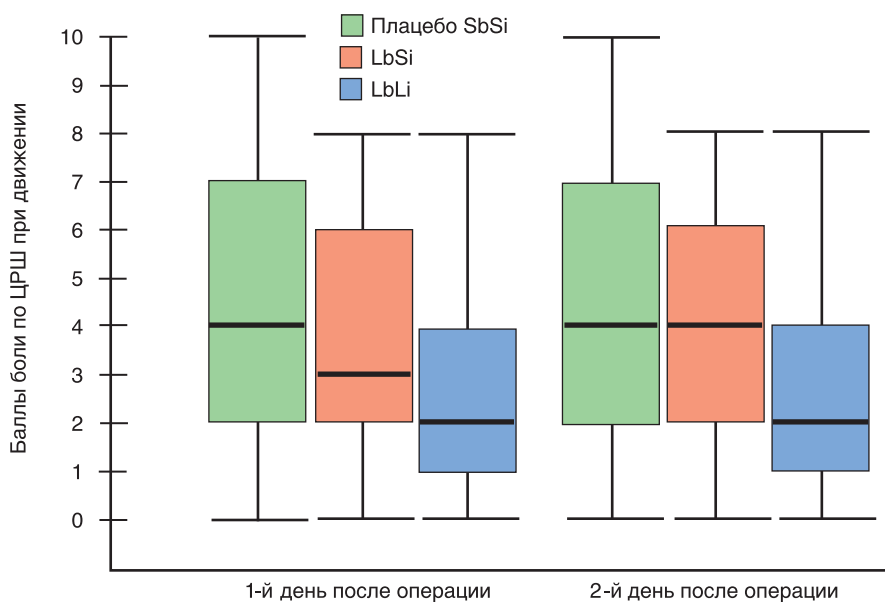


Рис. 22.3. Баллы боли (от 0 до 10 по цифровой рейтинговой шкале [ЦРШ]) после восстановления передней крестообразной связки с инъекцией плацебо и последующей инфузией плацебо (SbSi), при блокаде бедренного нерва одной инъекцией плюс инфузия физраствора (LbSi) или при постоянной инфузии левобупивакаина (LbLi). (Адаптировано из: Williams BA, Kentor ML, Vogt MT *et al.*, Reduction of verbal pain scores after anterior circular ligament reconstruction with 2-day continuous femoral nerve block: randomized clinical trial. *Anesthesiology* 2006;104:315—327.)

1. Оборудование. Как было сказано в гл. 5, выбор достаточно широк.

а. Катетеры. В большинстве случаев это эпидуральные катетеры, просто подведенные к периферическим нервам. В связи с этим они подвержены таким же проблемам перегиба и преждевременного выпадения. Исключением является стимулирующий катетер, который может облегчить локализацию нерва при помощи периферического нейростимулятора. Надежная фиксация (при помощи туннелирования или мощного лейкопластыря) предупредит смещение. Следует соблюдать осторожность и не вводить катетер слишком глубоко, что снизит вероятность перегиба или узлообразования под кожей и не затруднит его удаления (обычно самим пациентом дома).

б. Наборы для катетеризации предлагают несколько производителей, и выбор основывается на личных предпочтениях. Выпускаются специальные наборы для блокад с периферическим нейростимулятором, в которые входит стимулирующая игла Туохи, которая позволяет локализовать нерв и подвести к нему катетер. При использовании ультразвукового наведения достаточно простого эпидурального набора с большой иглой.

в. Дозаторы. Существует множество вариантов. Есть устройства механические и работающие от батареек, широко варьируют потенци-

- альные объемы и способы перезарядки дозаторов. В стандартном диапазоне скоростей инфузии они в основном надежны, хотя в некоторых моделях точность может снижаться по мере уменьшения объема [55, 56]. Выбор обычно строится на доставляемом объеме и цене. Более сложные дозаторы обладают возможностью введения дополнительного болюса, а самые современные электронные дозаторы можно программировать. Еще одно важное для амбулаторных пациентов свойство — наличие сумки или лямки через плечо для ношения устройства дома.
2. **Растворы.** Чаще всего используют разведенные растворы бупивакаина или ропивакаина, оба в низких концентрациях (0,125—0,2%) обеспечивают хорошую сенсорную анальгезию с минимальным моторным блоком. Скорости инфузии 4—6 мл/ч обычно достаточно для анальгезии, но функция «болюсная доза» повышает гибкость устройства. Ропивакаин может производить впечатление более выраженного разделения моторной и сенсорной блокад в связи с его меньшей мощностью и имеет потенциальное преимущество меньшей кардиотоксичности (см. гл. 3), хотя концентрации и объемы, используемые для инфузии к периферическим нервам, вряд ли в состоянии оказать токсическое действие, даже при миграции катетера в вену.
 3. **Связь.** Отчетливые инструкции и доступность поддержки принципиально важны для эффективной работы катетеров у амбулаторных пациентов. Пациенты, имеющие проблемы с пониманием инструкций (языковой или образовательный барьеры), — не лучшие кандидаты для применения этих методик. Инструктирование перед операцией полезно, но детальный обзор дозатора и процесса после операции крайне важен. Большинство амбулаторных пациентов ошеломлены инструкциями и беспокойством относительно своей операции; таким образом полезно проинструктировать пациента в спокойный период непосредственно перед выпиской и обеспечить также набором **письменных** инструкций. У пациента должен быть круглосуточный контакт с врачом на случай возникновения проблем или беспокойности, а анестезиологическая служба должна контактировать с пациентами напрямую по крайней мере один раз каждый день после выписки. Большинство пациентов способны и не возражают удалить катетер самостоятельно, дома, но часто в этот момент им нужна помощь по телефону. Хороший способ научить пациента — показать ему еще до выписки, как удаляют катетеры, предупредив, что ни боли, ни кровотечения не будет.
 4. **Типичные проблемы.** Телефонные звонки от пациентов удивительно редки, особенно вне рабочего времени госпиталей [43]. Даже наиболее типичные проблемы возникают редко, и как правило, они легко разрешимы.
 - а. **Неадекватная анальгезия.** В этом случае пациента инструктируют как ввести болюс и перепрограммировать дозатор (если возможно) на подачу раствора с большей скоростью. Если это не помогло, то можно заподозрить **миграцию** или **отсоединение** катетера, и пациенту, возможно, придется посетить госпиталь для оценки ситуации

или замены катетера, или для однократной инъекции длительно действующего препарата. Другим объяснением может быть нераспознанная опиоидная зависимость, при которой может потребоваться назначение оральных опиоидов, несмотря на адекватную сенсорную анальгезию (см. гл. 23).

- б. Смещение катетера** — еще одна типичная проблема. Смещение может случиться в результате простого постоянного натяжения трубок при движении, но чаще бывает из-за непреднамеренного натяжения катетера в результате падения дозатора. Замена катетера часто затруднена, и простой переход на оральную анальгезию может оказаться предпочтительным, особенно если с момента операции прошло уже немало времени.
- в. Образование жидкости** под повязкой типично в результате утечки вдоль стоящего катетера. Как правило, достаточно устной поддержки пациента.
- г. Истинная инфекция** встречается редко, но любые симптомы типа покраснения и уплотнения должны стать причиной для срочного возвращения в госпиталь и осмотра подозрительной зоны.
- д. Локальная токсичность** анестетика — проблема в основном теоретическая, и сообщений о ней при объемах и концентрациях, используемых с периферическими катетерами, нет.
- е. Трудности при удалении** бывают редко, но если при попытке удаления возникает боль, а особенно парестезия, пациента необходимо вернуть в госпиталь для уточнения проблемы и помощи.
- ж. Простым обучением** можно решить множество мелких проблем, таких как беспокойство пациента относительно чувства покалывания или тяжести, связанных с блокадой. Пациентов следует проинструктировать о том, что они могут принимать оральные опиоиды в небольших дозах для контроля боли за пределами заблокированной зоны (тыльная часть колена при бедренной, верх стопы при подколенной блокадах). Пациентам необходимо объяснить, что анальгезия будет сохраняться в течение нескольких часов после удаления катетера, но они должны начать принимать оральные анальгетики в этот временной период.

V. Заключение

Регионарные методики, в частности периферические катетеры после болезненных операций, обеспечивают амбулаторным пациентам значительные преимущества. Лучшая анальгезия, меньше тошноты и рвоты, более скорая выписка при блокаде периферических нервов руки, ноги и туловища хорошо подтверждены документально. Нейроаксиальные методики требуют тщательного подбора препарата и дозирования, если нужно избежать задержек с выпиской. При всех методиках использование быстро действующих анестетиков с выполнением блокады в наркозной комнате помогут сократить нужное для анестезии время. Необходимо предпринять все усилия для преодоления этих проблем, поскольку потенциальные преимущества впечатляют.

Литература

1. Liu SS, Strodtbeck WM, Richman JM, *et al.* A comparison of regional versus general anesthesia for ambulatory anesthesia: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Anesth Analg* 2005;101:1634—1642.
2. Armstrong KP, Cherry RA. Brachial plexus anesthesia compared to general anesthesia when a block room is available. *Can J Anaesth* 2004;51:41—44.
3. Chan VW, Peng PW, Kaszas Z, *et al.* A comparative study of general anesthesia, intravenous regional anesthesia, and axillary block for outpatient hand surgery: clinical outcome and cost analysis. *Anesth Analg* 2001;93:1181—1184.
4. D'Alessio JG, Rosenblum M, Shea KP, *et al.* A retrospective comparison of interscalene block and general anesthesia for ambulatory surgery shoulder arthroscopy. *Reg Anesth* 1995;20:62—68.
5. Williams BA, Kentor ML, Williams JP, *et al.* Process analysis in outpatient knee surgery: effects of regional and general anesthesia on anesthesia-controlled time. *Anesthesiology* 2000;93:529—538.
6. Vaghadia H, McLeod DH, Mitchell GW, *et al.* Small-dose hypobaric lidocaine-fentanyl spinal anesthesia for short duration outpatient laparoscopy. I. A randomized comparison with conventional dose hyperbaric lidocaine. *Anesth Analg* 1997;84:59—64.
7. Bodily MN, Carpenter RL, Owens BD. Lidocaine 0.5% spinal anaesthesia: a hypobaric solution for short-stay perirectal surgery. *Can J Anaesth* 1992;39:770—773.
8. Ben-David B, Levin H, Solomon E, *et al.* Spinal bupivacaine in ambulatory surgery: the effect of saline dilution. *Anesth Analg* 1996;83:716—720.
9. Liu SS, Ware PD, Allen HW, *et al.* Dose-response characteristics of spinal bupivacaine in volunteers. Clinical implications for ambulatory anesthesia. *Anesthesiology* 1996;85:729—736.
10. Kouri ME, Kopacz DJ. Spinal 2-chloroprocaine: a comparison with lidocaine in volunteers. *Anesth Analg* 2004;98:75—80.
11. Casati A, Danelli G, Berti M, *et al.* Intrathecal 2-chloroprocaine for lower limb outpatient surgery: a prospective, randomized, double-blind, clinical evaluation. *Anesth Analg* 2006;103:234—238.
12. Drasner K. Chloroprocaine spinal anesthesia: back to the future? *Anesth Analg* 2005;100:549—552.
13. Korhonen AM, Valanne JV, Jokela RM, *et al.* A comparison of selective spinal anesthesia with hyperbaric bupivacaine and general anesthesia with desflurane for outpatient knee arthroscopy. *Anesth Analg* 2004;99:1668—1673.
14. Valanne JV, Korhonen AM, Jokela RM, *et al.* Selective spinal anesthesia: a comparison of hyperbaric bupivacaine 4 mg versus 6 mg for outpatient knee arthroscopy. *Anesth Analg* 2001;93:1377—1379.
15. Mulroy MF, Salinas FV, Larkin KL, *et al.* Ambulatory surgery patients may be discharged before voiding after short-acting spinal and epidural anesthesia. *Anesthesiology* 2002;97:315—319.
16. Mulroy MF, Larkin KL, Hodgson PS, *et al.* A comparison of spinal, epidural, and general anesthesia for outpatient knee arthroscopy. *Anesth Analg* 2000;91:860—864.
17. Kopacz DJ, Mulroy MF. Chloroprocaine and lidocaine decrease hospital stay and admission rate after outpatient epidural anesthesia. *Reg Anesth* 1990;15:19—25.
18. Reuben SS, Sklar J, El-Mansouri M. The preemptive analgesic effect of intraarticular bupivacaine and morphine after ambulatory arthroscopic knee surgery. *Anesth Analg* 2001;92:923—926.
19. Ritchie ED, Tong D, Chung F, *et al.* Suprascapular nerve block for postoperative pain relief in arthroscopic shoulder surgery: a new modality? *Anesth Analg* 1997;84:1306—1312.
20. Reuben SS, Bhopatkar S, Maciolek H, *et al.* The preemptive analgesic effect of rofecoxib after ambulatory arthroscopic knee surgery. *Anesth Analg* 2002;94:55—59.

21. Reuben SS, Connelly NR, Maciolek H. Postoperative analgesia with controlled-release oxycodone for outpatient anterior cruciate ligament surgery. *Anesth Analg* 1999;88:1286—1291.
22. Urmev WF, Stanton J, Peterson M, *et al.* Combined spinal-epidural anesthesia for outpatient surgery. Dose-response characteristics of intrathecal isobaric lidocaine using a 27-gauge Whitacre spinal needle. *Anesthesiology* 1995;83:528—534.
23. Klein SM, Buckenmaier CC III. Ambulatory surgery with long acting regional anesthesia. *Minerva Anesthesiol* 2002;68:833—847.
24. Brown AR, Weiss R, Greenberg C, *et al.* Interscalene block for shoulder arthroscopy: comparison with general anesthesia. *Arthroscopy* 1993;9:295—300.
25. Hadzic A, Williams BA, Karaca PE, *et al.* For outpatient rotator cuff surgery, nerve block anesthesia provides superior same-day recovery over general anesthesia. *Anesthesiology* 2005;102:1001—1007.
26. Al-Kaisy A, McGuire G, Chan VW, *et al.* Analgesic effect of interscalene block using low-dose bupivacaine for outpatient arthroscopic shoulder surgery. *Reg Anesth Pain Med* 1998;23:469—473.
27. Chelly JE, Greger J, Al Samsam T, *et al.* Reduction of operating and recovery room times and overnight hospital stays with interscalene blocks as sole anesthetic technique for rotator cuff surgery. *Minerva Anesthesiol* 2001;67:613—619.
28. Krone SC, Chan VW, Regan J, *et al.* Analgesic effects of low-dose ropivacaine for interscalene brachial plexus block for outpatient shoulder surgery—a dose-finding study. *Reg Anesth Pain Med* 2001;26:439—443.
29. Neal JM, McDonald SB, Larkin KL, *et al.* Suprascapular nerve block prolongs analgesia after nonarthroscopic shoulder surgery but does not improve outcome. *Anesth Analg* 2003;96:982—986.
30. Chilvers CR, Kinahan A, Vaghadia H, *et al.* Pharmacoeconomics of intravenous regional anaesthesia vs general anaesthesia for outpatient hand surgery. *Can J Anaesth* 1997;44:1152—1156.
31. Hadzic A, Arliss J, Kerimoglu B, *et al.* A comparison of infraclavicular nerve block versus general anesthesia for hand and wrist day-case surgeries. *Anesthesiology* 2004;101:127—132.
32. Koscielniak-Nielsen ZJ, Rasmussen H, Hesselbjerg L, *et al.* Infraclavicular block causes less discomfort than axillary block in ambulatory patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 2005;49:1030—1034.
33. McCartney CJ, Brull R, Chan VW, *et al.* Early but no long-term benefit of regional compared with general anesthesia for ambulatory hand surgery. *Anesthesiology* 2004;101:461—467.
34. Hadzic A, Karaca PE, Hobeika P, *et al.* Peripheral nerve blocks result in superior recovery profile compared with general anesthesia in outpatient knee arthroscopy. *Anesth Analg* 2005;100:976—981.
35. Mulroy MF, Larkin KL, Batra MS, *et al.* Femoral nerve block with 0.25% or 0.5% bupivacaine improves postoperative analgesia following outpatient arthroscopic anterior cruciate ligament repair. *Reg Anesth Pain Med* 2001;26:24—29.
36. Hansen E, Eshelman MR, Cracchiolo A III. Popliteal fossa neural blockade as the sole anesthetic technique for outpatient foot and ankle surgery. *Foot Ankle Int* 2000;21:38—44.
37. Terheggen MA, Wille F, Borel Rinkes IH, *et al.* Paravertebral blockade for minor breast surgery. *Anesth Analg* 2002;94:355—359.
38. Toivonen J, Permi J, Rosenberg PH. Analgesia and discharge following preincisional ilioinguinal and iliohypogastric nerve block combined with general or spinal anaesthesia for inguinal herniorrhaphy. *Acta Anaesthesiol Scand* 2004;48:480—485.
39. Hadzic A, Kerimoglu B, Loreio D, *et al.* Paravertebral blocks provide superior same-day recovery over general anesthesia for patients undergoing inguinal hernia repair. *Anesth Analg* 2006;102:1076—1081.

40. Klein SM, Greengrass RA, Weltz C, *et al.* Paravertebral somatic nerve block for outpatient inguinal herniorrhaphy: an expanded case report of 22 patients. *Reg Anesth Pain Med* 1998;23:306—310.
41. Carroll NV, Miederhoff P, Cox FM, *et al.* Postoperative nausea and vomiting after discharge from outpatient surgery centers. *Anesth Analg* 1995;80:903—909.
42. Iffeld BM, Enneking FK. **Continuous peripheral nerve blocks at home: a review.** *Anesth Analg* 2005;100:1822—1833.
43. Swenson JD, Bay N, Loose E, *et al.* **Outpatient management of continuous peripheral nerve catheters placed using ultrasound guidance: an experience in 620 patients.** *Anesth Analg* 2006;103:1436—1443.
44. Iffeld BM, Esener DE, Morey TE, *et al.* Ambulatory perineural infusion: the patients perspective. *Reg Anesth Pain Med* 2003;28:418—423.
45. Capdevila X, Dadure C, Bringuier S, *et al.* **Effect of patient-controlled perineural analgesia on rehabilitation and pain after ambulatory orthopedic surgery: a multicenter randomized trial.** *Anesthesiology* 2006;105:566—573.
46. Iffeld BM, Morey TE, Enneking FK. Continuous infraclavicular perineural infusion with clonidine and ropivacaine compared with ropivacaine alone: a randomized, double-blinded, controlled study. *Anesth Analg* 2003;97:706—712.
47. Iffeld BM, Morey TE, Wright TW, *et al.* Continuous interscalene brachial plexus block for postoperative pain control at home: a randomized, double-blinded, placebo-controlled study. *Anesth Analg* 2003;96:1089—1095.
48. Klein SM, Grant SA, Greengrass RA, *et al.* Interscalene brachial plexus block with a continuous catheter insertion system and a disposable infusion pump. *Anesth Analg* 2000;91:1473—1478.
49. Iffeld BM, Morey TE, Enneking FK. Continuous infraclavicular brachial plexus block for postoperative pain control at home: a randomized, double-blinded, placebo-controlled study. *Anesthesiology* 2002;96:1297—1304.
50. Williams BA, Kentor ML, Vogt MT, *et al.* **Reduction of verbal pain scores after anterior cruciate ligament reconstruction with 2-day continuous femoral nerve block: a randomized clinical trial.** *Anesthesiology* 2006;104:315—327.
51. Borgeat A, Blumenthal S, Lambert M, *et al.* The feasibility and complications of the continuous popliteal nerve block: a 1001-case survey. *Anesth Analg* 2006;103:229—233.
52. Iffeld BM, Morey TE, Wang RD, *et al.* Continuous popliteal sciatic nerve block for postoperative pain control at home: a randomized, double-blinded, placebo-controlled study. *Anesthesiology* 2002;97:959—965.
53. White PF, Issioui T, Skrivanek GD, *et al.* The use of a continuous popliteal sciatic nerve block after surgery involving the foot and ankle: does it improve the quality of recovery? *Anesth Analg* 2003;97:1303—1309.
54. Zaric D, Boysen K, Christiansen J, *et al.* Continuous popliteal sciatic nerve block for outpatient foot surgery — a randomized, controlled trial. *Acta Anaesthesiol Scand* 2004;48:337—341.
55. Iffeld BM, Morey TE, Enneking FK. The delivery rate accuracy of portable infusion pumps used for continuous regional analgesia. *Anesth Analg* 2002;95:1331—1336.
56. Iffeld BM, Morey TE, Enneking FK. **Portable infusion pumps used for continuous regional analgesia: delivery rate accuracy and consistency.** *Reg Anesth Pain Med* 2003;28:424—432.

Глава 23

Лечение послеоперационной боли

Сюзан Б. Макдональд

I. Введение

- A. За последние десятилетия быстро появилось и утвердилось представление о том, какую важную роль в выздоровлении пациентов играет адекватная послеоперационная аналгезия.
1. Традиционный метод назначаемой медсестрами внутримышечной (ВМ) опиоидной аналгезии был замещен более современными и надежными комбинациями препаратов и способов их введения. Хотя опиоиды остаются основными аналгетиками, вариабельная их эффективность и побочные действия побудили к разработке альтернативных систем доставки, таких как **аналгезия контролируемая пациентом (АКП)** и путей введения (эпидуральный, субарахноидальный и периферический). Желание избежать побочных эффектов от опиоидов также привело к расширению применения местных анестетиков и других аналгетиков.
 2. **Опасности и преимущества** различных подходов подробно изучены в сравнительных исследованиях и описаны со всеми деталями в нескольких полномасштабных учебниках [1—4].
 3. Необходимость оказания сложной и многокомпонентной помощи привело к созданию «служб острой боли», с анестезиологическим персоналом как интегральной частью [5].
- B. В США **важность адекватного лечения боли** привлекла внимание на национальном уровне. **Объединенная комиссия выработала собственные стандарты, требующие организации адресного контроля над болью** и делающие необходимым требование обеспечить пациентам адекватную оценку и лечение боли. В этих стандартах провозглашено, что боль следует рассматривать как «**пятый витальный признак**», а ее лечение — как «**право пациента**» [6].
- B. Анастезиологи присоединились к дискуссии по **этическим и медико-правовым проблемам** оценки и лечения боли. Некоторые авторы признают ее «**фундаментальным правом человека**», а недостаточное лечение боли как «**халатность**» и «**профессиональное преступление**» [7]. Другие утверждают, что использование только опиоидных аналгетиков для лечения послеоперационной (и хронической) боли подвергает пациентов ненужному риску седации, угнетения дыхания, тошноты и аллергии [6]. **Таким образом, заменяющие опиоиды методики, такие как регионарные блокады, — важный фактор лечения острой послеоперационной боли.**

II. Анальгезия, контролируемая пациентом

А. Первым большим достижением в развитии послеоперационной анальгезии стало изобретение более современных систем доставки, а именно внедрение внутривенной анестезии, контролируемой пациентом (АКП).

1. АКП лучше традиционного внутримышечного пути, поскольку эффективные уровни в крови достигаются сразу после введения, с небольшой задержкой. Контроль пациентом по требованию позволяет каждому пациенту титровать точный уровень, необходимый именно ему, и подстраивать дозы под меняющиеся уровни активности.
2. На рынке есть множество дозаторов, позволяющих пациенту вводить небольшие дозы опиоидов внутривенно тогда, когда он ощущает боль и поддерживать анальгетический уровень в крови. Каждое устройство имеет систему «запора», обеспечивающего адекватную задержку времени, чтобы пациент получал анальгезию от каждой введенной дозы. Избыточное дозирование исключается собственным титрованием пациента, который при получении избыточной дозы в «запертый» период оказывается в состоянии седации, которая не позволит ему ввести лишнюю дозу препарата, способную вызвать угнетение дыхания. Поскольку система доставки поддерживает только уровень в крови, для первичного создания анальгезии нужна болюсная инъекция опиоида, обычно обеспечиваемая нагрузочной дозой, программируемой для каждого пациента.
3. Один из неостатков метода — **постоянная необходимость повторных инъекций для поддержания уровня в крови**, что чаще всего приводит к прерывам сна. Большинство устройств имеют возможность обеспечить постоянную инфузию, поддерживающую базовый уровень, что может смягчить проблему. Постоянная инфузия не уменьшает общее количество введенного; она повышает риск угнетения дыхания устраняя контроль со стороны пациента [8]. Тем не менее она может быть полезной ночью, особенно в первую ночь после операции.
4. Все стандартные системы АКП должны включать альтернативы, которые позволили бы сестринскому персоналу повысить однократную дозу или уменьшить «запертый» интервал — если это нужно пациенту.
5. С помощью АКП применялись практически все доступные опиоиды (табл. 23.1) [9].
 - а. **Морфин** наиболее дешевый и часто оказывается препаратом выбора. Развитие побочных эффектов (тошнота, сыпь, дисфория) могут вынудить к переходу на другой препарат.
 - б. **Мепередин** равно эффективен, но его действие немного короче. Мепередин реже применяется в связи с токсичностью его первичного метаболита, нормепредина, особенно при длительном применении и больших дозах [9].
 - в. **Гидроморфон** — мощный анальгетик, и его можно рассматривать как приемлемую альтернативу другим опиоидам.
 - г. **Фентанил** дороже, но его применяли пациентам с чувствительностью к другим опиоидам. АКП компенсирует обычный недостаток короткого действия препарата, но пациенту приходится запрашивать дозу чаще.

Таблица 23.1

Внутривенное, контролируемое пациентом введение: препараты и дозы

Препарат	Нагрузочная доза (мг)	Дробные дозы
Морфин	5—20	0,5—2,5
Мепередин	50—250	10—25
Гидроморфон	1—2	0,05—0,25
Фентанил	0,075—0,1	0,010—0,050

6. Как уже упоминалось, системы подачи представляются безопасными. Механические проблемы случаются редко [9]. Центральные депрессии случаются [8], но не чаще, чем при любых других способах введения. **Использование постоянной инфузии или преклонный возраст повышают риск угнетения дыхания.** Большой проблемой было то, что настройки прибора меняли члены семьи, а не сам пациент, что чревато непреднамеренной передозировкой и угнетением дыхания.
7. В целом, эта система подачи была высокоэффективна в обеспечении хорошей анальгезии у оперированных пациентов.
 - а. АКП, при сравнении с введением опиоидов медсестрой, неважно — внутривенно или внутримышечно, лучше обеспечивает анальгезию и удовлетворенность пациента [10].
 - б. АКП очень эффективна при операциях периферических и на нижних отделах живота, но опиоиды, вводимые нейроаксиально, лучше применять при операциях на верхних отделах живота и грудной клетке (см. Раздел IV).

Б. АКП была адаптирована для подкожного, перинеурального и эпидурального катетеров и оказалась высокоэффективной с целевыми системами подачи, обсуждаемыми ниже.

III. Методики анальгезии локальных и периферических нервов

Несколько локальных и периферических регионарных методик используют для обеспечения анальгезии. Преимущества **специфических целевых анальгетических методик одной зоны** включают минимальные ограничения подвижности и снижение системных побочных эффектов, таких как седация и тошнота. При периферических инфузиях обычно используют низкие концентрации местного анестетика, но в некоторых ситуациях применяют также опиоиды и α_2 -агонисты. Эффективность и популярность постоянных периферических методик усилились после внедрения новых систем доставки для постоянных катетеров и портативных дозаторов небольших размеров.

А. Инфильтрация хирургической раны

1. Простая инфильтрация раны разведенным раствором местного анестетика **может обеспечить 4—8 ч анальгезии**, в зависимости от локализации.
 - а. Эта методика, **в частности, полезна у детей**, особенно с блокадами полового члена и в паху.

б. Локальная инфильтрация также эффективна у **взрослых амбулаторных пациентов**, позволяя выписывать их без побочных эффектов системных опиоидов.

2. У амбулаторных пациентов анальгезию небольших ран можно расширить при помощи катетеров с несколькими отверстиями и постоянной инфузии в них таких растворов, как бупивакаин 0,1%-й или ропивакаин со скоростью 6—12 мл/ч. Хирурги-ортопеды используют эту технологию с одноразовыми дозаторами, что обеспечивает 24 ч анальгезии после операций на плече у амбулаторных пациентов.
3. Другой вариант — инъекция в коленный сустав после артроскопических операций. Бупивакаин обеспечит несколько часов анальгезии, и есть основания полагать, что дополнение в виде таких опиоидов, как морфин, может существенно продлить анальгезию [11], хотя это предположение остается предметом дискуссий.

Б. Внутривлебральные катетеры

1. Инъекция местных анестетиков через внутривлебральные катетеры применялась для послеоперационной анальгезии. Методика описана в гл. 10.
2. Для послеоперационной анальгезии 20 мл 0,5%-го бупивакаина можно вводить каждые 6—12 ч или начать постоянную инфузию. Есть сообщения об удовлетворительных результатах применения у некоторых пациентов с подреберными разрезами при холецистэктомии, а также после торакотомии. Другие авторы нашли **анальгезию переменной со значительным потенциалом системной токсичности** — при необходимых дозах.
3. Эта методика **не так эффективна, как опиаты, введенные эпидурально после торакотомий** [12].

В. Повторные подреберные блокады

1. Инъекции к 6—11-му межреберным нервам 3—5 мл 0,25%-го бупивакаина с адреналином 1:200 000 с 12-часовыми интервалами обеспечат прекрасную постоянную анальгезию [12]. Их **используют не часто, потому что для повторных инъекций каждые 12 ч нужно много времени и персонала** — по сравнению с простой и эффективной эпидуральной инфузией.
2. Введение постоянного катетера смягчит часть технических и трудозатратных проблем. Его использование обычно ограничено случаями хрупких пациентов, требующих повышенного внимания, или пациентов с травмой, страдающих от множественных переломов ребер, у которых угнетение дыхания в результате применения опиоидов системно нежелательно, а эпидуральная анальгезия противопоказана.

Г. Катетеры к периферическим нервам. Блокады периферических нервов обеспечивают прекрасную послеоперационную анальгезию как у госпитализированных, так и у амбулаторных пациентов, которую можно продлить при помощи постоянных катетеров [13, 14]. Интерес к этой методике быстро вырос за последнее десятилетие благодаря появлению новых технологий, способствующих выполнению (стимулирующие катетеры, ультразвуковое наведение) и поддержанию (надежные, портативные и одноразовые дозаторы) таких блокад.

1. Углубленное описание установки катетеров к периферическим нервам приведено в предшествующих главах (гл. 15 и 16 для нижних конечностей и гл. 12 для верхней).

2. Системы доставки

а. Дозаторы, предназначенные для АКП, такой как эпидуральная анальгезия у госпитализированных пациентов, можно использовать для подачи местного анестетика (с добавками или без) через катетеры к периферическим нервам.

б. **Портативные дозаторы** доступны и позволяют выписать пациента домой с оставленным катетером (см. гл. 5).

(1) Первые поколения портативных дозаторов представляли собой эластичные сферы, подававшие растворы со специфической постоянной скоростью, без возможности ввести болюс, до опустошения или отсоединения.

(2) Современные модели представляют собой работающие от батареек одноразовые дозаторы со светящимся диодным (LED) дисплеем/установками, позволяющими настроить постоянную скорость с промежутками для контролируемых пациентом болюсов. Эти дозаторы заполняют раствором местного анестетика на 2—3 дня и **после опустошения утилизируют**. Пациенты могут **удалить свои катетеры дома**, по указанию лица, контролирующего их анестезию.

3. Препараты

а. Чаще всего используют **разведенные растворы местных анестетиков**, особенно длительно действующих амидов. Ропивакаин 0,2%-й обладает таким же анальгетическим профилем, что и бупивакаин 0,15% с потенциально менее выраженной моторной блокадой и меньшим риском кардиотоксичности.

б. Некоторые авторы выступают в пользу таких добавок, как клонидин и опиоиды [15], в то время как другие не нашли клинически значимых преимуществ.

4. Результаты

а. Межлестничные катетеры, используемые в течение 2 дней после операции, могут **уменьшить боль и потребление опиоидов** (наряду с такими побочными эффектами, как тошнота и нарушения сна) у пациентов, перенесших умеренно болезненные амбулаторные операции на плече [14].

б. Катетеры к бедренному нерву обеспечивают **лучшее обезболивание, улучшают восстановление и укорачивают период реабилитации** после тотального протезирования коленного сустава выполненного в госпитале — по сравнению с традиционными опиоидами или эпидуральной инфузией. Однако при сравнении отдаленных функциональных результатов, таких как подвижность, различий между постоянной инфузией и блокадой одной инъекцией бедренного нерва, по-видимому, нет [16].

в. Исследования продемонстрировали, что при использовании портативных систем дозирования тотальные **протезирования суставов** (включая коленные, тазобедренные и плечевые) можно выполнять в подгруппе пациентов как **амбулаторно, так и с госпитализацией на одну ночь** [17, 18].

5. Осложнения и **неблагоприятные эффекты случаются редко**. Частота местного воспаления и инфекции составляют менее 1%, даже если

катетер остается на месте в течение 4—7 дней [19]. Даже амбулаторное использование постоянных методик сопровождалось очень небольшим количеством осложнений [20]. Есть сообщения об улообразовании катетеров вокруг анатомических структур, включая нервы [21].

IV. Нейроаксиальная анальгезия опиоидами

- A. Использование нейроаксиального введения опиоидов** было одним из основных открытий в лечении острой боли [22, 23].
1. Опиоиды, введенные к спинному мозгу, эффективно блокируют передачу боли **в дорсальном корешке входной зоны** в дозах, значительно меньше тех, что нужны для получения системной анальгезии.
 2. Прямое нанесение опиоидов на специфические рецепторные зоны уменьшает **системные побочные эффекты** угнетения дыхания и седации, обычно сопровождающие внутривенное и внутримышечное введение.
 3. Этот эффект наблюдается как при **субарахноидальном, так и при эпидуральном** введении, **хотя эпидуральное применение требует более высоких доз (до 10 крат)** для обеспечения проникновения через оболочки.
 4. Этот путь введения демонстрирует **отличную анальгезию для торакальных и абдоминальных операций** (12, 24—26).
- Б. Выбор опиоида.** Практически все опиоиды применялись для введения как субарахноидально, так и эпидурально (табл. 23.2).
1. **Эпидуральное введение**
 - а. Морфин.** В связи со своей низкой жирорастворимостью, морфин **относительно медленно проникает в липидные слои спинного мозга** [22]. Хотя первые исследователи нашли, что они могут преодолеть это за счет более высоких доз, быстро выяснилось, что эти дозы также ассоциируются с повышением частоты побочных эффектов, специфично вызывая центральную седацию и угнетение дыхания, так как водорастворимый морфин в спинномозговой жидкости (СМЖ) распространяется краниально (рис. 23.1).
 - (1) Приемлемо низкие болюсные дозы [1—5 мг для большинства пациентов, с учетом в основном возраста пациента [27]] обещают адекватное обезболивание с минимумом побочных

Таблица 23.2

Эпидуральная инфузия опиоидов

Препарат	Нагрузочная доза ^а	Поддержание
Морфин	1—3 мг	0,04 мг/мл, 4—8 мл/ч
Мепередин	20—100 мг	1 мг/мл, 8—12 мл/ч
Гидроморфин	1—2 мг	0,02 мг/мл, 4—10 мл/ч
Фентанил	75—100 мкг	4 мкг/мл, 8—16 мл/ч
Суфентанил	50 мкг	2 мкг/мл, 8—12 мл/ч

^а При добавлении местного анестетика могут быть эффективны и более низкие дозы

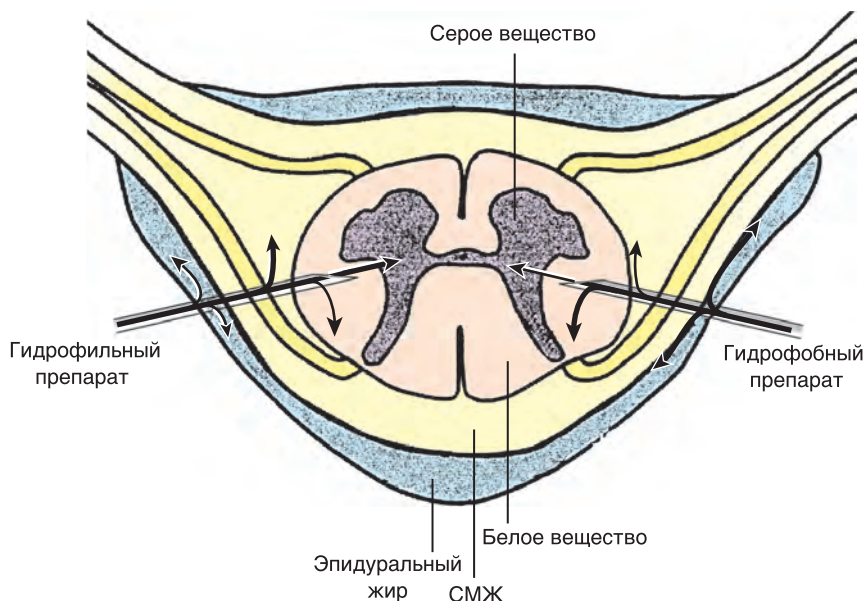


Рис. 23.1. Любой препарат, введенный в эпидуральное пространство будет распределяться в местных тканях в соответствии с их физико-химическими свойствами. Например, в отличие от гидрофильных, гидрофобные препараты будут попадать в эпидуральный жир и выводиться в плазму в большей степени, поскольку они диффундируют через богатую капиллярами сеть твердой мозговой оболочки, находясь в спинномозговой жидкости (СМЖ) более короткий период времени и секвестрируясь в богатую липидами среду белого вещества головного мозга в большей степени. В результате, по сравнению с гидрофильными препаратами, значительно меньший процент введенной дозы гидрофобного препарата достигает дорсальных рогов спинного мозга. Если препарат — местный анестетик, это не представляет значительной проблемы, поскольку зоной действия является относительно гидрофобная среда (например, миелинизированные аксоны) нервных корешков, подвешенных в СМЖ. Однако для препаратов, чьей целью являются рецепторы дорсальных рогов спинного мозга (например, опиоиды, α_2 -агонисты и т. д.), значительное количество препарата введенного эпидурально, распределится в другие ткани, что снизит биодоступность препарата в дорсальных рогах спинного мозга

эффектов, если однократная доза введена достаточно рано чтобы дать 60 мин на развитие действия.

- (2) Использование постоянной инфузии морфина позволяет избежать феномена пиков и провалов при периодическом введении, а также, по-видимому, ассоциируется с меньшей частотой побочных эффектов [28].
- б. Фентанил.** Поскольку этот препарат в жирах растворяется лучше, он **распространяется в СМЖ не так быстро** (рис. 23.2). Исторически считалось, что фентанил (как опиоид с высокой жирорастворимостью) будет вызывать более локальную сегментарную анальгезию с меньшей вероятностью возникновения центрального угнетения дыхания и других побочных эффектов. В настоящее время **многие не согласны с тем, что эпидурально введенный фентанил оказывает существенное влияние на спинной мозг и предполагают, что его эффект в основном связан с системной абсорбцией из плазмы (см. гл. 7).**

- (1) Было показано, что эпидурально введенный фентанил вызывает локализованную сегментарную анестезию, требуемую при постторакальной боли [12, 23], с предположительно более низким профилем побочных эффектов [29].
- (2) Попадание в кровоток значительно [30], и в нескольких исследованиях было показано, что уровни в крови, полученные в результате эпидуральной инфузии, были равны таковым при внутривенном введении. Некоторые задаются вопросом, есть ли прямое действие на спинной мозг вообще и имеют ли эти препараты какое-либо применение в нейроаксиальной анальгезии [31, 32].

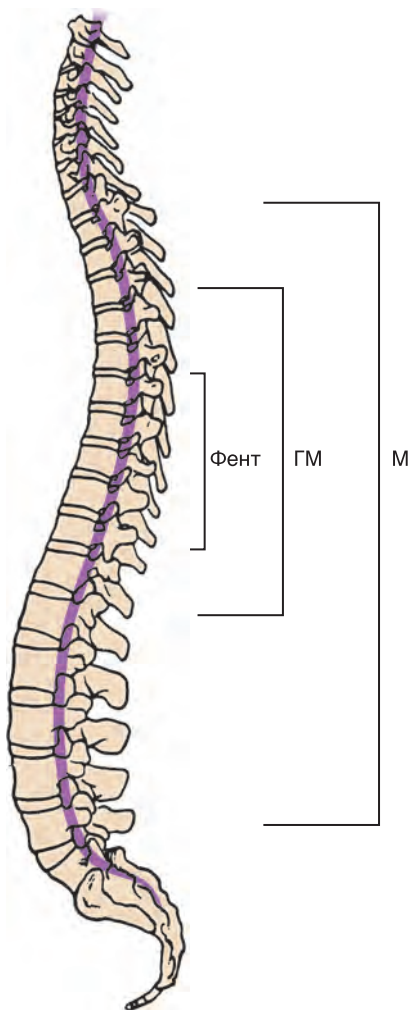


Рис. 23.2. Степень распространения опиоидов, введенных эпидурально, связана со степенью водорастворимости. Препараты с меньшей водорастворимостью, такие как фентанил (Фент), продуцируют узкий пояс сегментарной анестезии, окружающий место введения, тогда как у гидроморфина (ГФ) и морфина (М) эти пояса шире

- (3) Другие данные свидетельствуют о том, что при болюсном введении — не инфузии — есть локальное действие на спинной мозг, но только в зоне, непосредственно прилежащей к месту введения [33].
- (4) Несмотря на лабораторные данные, свидетельствующие только о системных эффектах, есть большое клиническое исследование, демонстрирующее высокую степень эффективности эпидуральной инфузии фентанила [29, 34]. Эти исследования показали, что очень важно расположение кончика катетера; он должен быть рядом с дерматомом источника боли. Продемонстрировано, что сочетание с местным анестетиком важно для адекватной анальгезии этим опиоидом. Если нужна анальгезия большого числа спинномозговых сегментов, могут потребоваться более высокие дозы (с усилением системных эффектов) и более востребованными могут оказаться другие опиоиды, с более широким распространением.
- а. Суфентанил.** В связи с его более высокой жирорастворимостью, требуются еще более высокие дозы. Для эффективной анальгезии дозы суфентанила должны быть равны дозам фентанила, хотя суфентанил может быть эффективным анальгетиком, тем не менее **есть опасение, что его эффекты есть простой результат повышения содержания в крови.** Как и у фентанила, это было подтверждено при использовании высоких доз. Использование больших объемов более разведенного раствора при инфузии суфентанила улучшает его анальгетический эффект, но преимущества этого препарата перед фентанилом не ясны.
- б. Мепередин, гидроморфон.** Использование средне-растворимых опиоидов, таких как мепередин или гидроморфон, оказывает действие на спинной мозг с более широким распространением и длительностью, чем у фентанила, и, по-видимому, с меньшей выраженностью побочных эффектов [35—37]. Этот класс может представлять собой идеальный баланс хорошего распространения и меньшей выраженности побочных эффектов.
- в. Оптимизация эпидурального введения опиоидов.** В целом создается впечатление, что препараты, продуцирующие достаточное распространение, обеспечивают прекрасную анальгезию (морфин), делая это ценой побочных эффектов. Более низкая частота побочных эффектов жирорастворимых препаратов ассоциируется с меньшей эффективностью — если не использовать такой темп инфузии, при котором появляются уровни препарата в системном кровотоке. Это привело многих к мнению, что **использование жирорастворимых препаратов следует ограничить случаями, в которых катетер находится в «эпицентре» (или совсем рядом) узкого пояса болезненных дерматомов,** как при торакотомных разрезах (и, таким образом, боль можно устранить малыми дозами). Более водорастворимые опиоиды выглядят более подходящими для дистальных катетеров (поясничная установка при торакотомной боли) или обширных разрезов (абдоминальная хирургия). К сожалению, пока **недостаточно исследований, в которых сравнивали бы различные опиоиды, чтобы на их основании совершать выбор препарата.**

2. Интратекальное введение

а. Все опиоиды опробованы и для субарахноидального введения. Требуемые дозы существенно ниже таковых для эпидурального введения, но эффективность этого пути ограничена (обычно) одной инъекцией (табл. 23.3).

б. После введения, в субарахноидальном пространстве опиоиды не только связываются с рецепторами в дорсальных рогах спинного мозга, но также проходят сквозь твердую мозговую оболочку в эпидуральное пространство, попадают в СМЖ к более краниальным зонам связывания и проникают в плазму. Как и с эпидуральными опиоидами, **степень связывания зависит от липофильности препарата** [38].

(1) Липофильные опиоиды, такие как **фентанил** и **суфентанил**, быстро проходят через твердую мозговую оболочку в эпидуральное пространство и связываются с рецепторами спинного мозга, а затем «вымываются» в плазму. Такая фармакодинамика ограничивает анальгетическую длительность, но смягчает побочные эффекты, включая угнетение дыхания (рис. 23.3).

(2) **Морфин** как гидрофильное соединение остается в СМЖ длительное. Это пролонгирует анальгезию (на 24 ч или более), но существенно повышает риск краниального распространения препарата, что может привести к угнетению дыхания. Дозо-зависимые взаимоотношения характерны лишь для узкого диапазона доз, и относительно высока частота побочных эффектов [39]. **Хотя угнетение дыхания вызывает наибольшее беспокойство, к счастью оно случается редко (менее 0,5% случаев)**. Снижение уровня сознания является более надежным индикатором угнетения дыхания, чем пульсоксиметрия или частота дыхания. Тошнота и задержка мочи также возможны, каждое осложнение возникает с частотой приблизительно 30%. **Наиболее типичен зуд**, беспокоящий более половины пациентов.

В. Добавление местных анестетиков

1. **Эффективность эпидуральных опиоидов повышается** при добавлении разведенных концентраций местных анестетиков, таких как бупивакаин 0,05%-й.

2. Хотя иногда требуются более высокие концентрации бупивакаина (0,1%), максимальная потенция наблюдается в диапазоне 0,05%. Более высокие концентрации могут улучшить анальгезию усилив сен-

Таблица 23.3

Дозы спинальных опиоидов для послеоперационной анальгезии

Препарат	Доза	Длительность (ч)
Морфин	0,1—0,3 мг	8—24
Мепередин	10—30 мг	10—24
Фентанил	5—25 мг	2—6

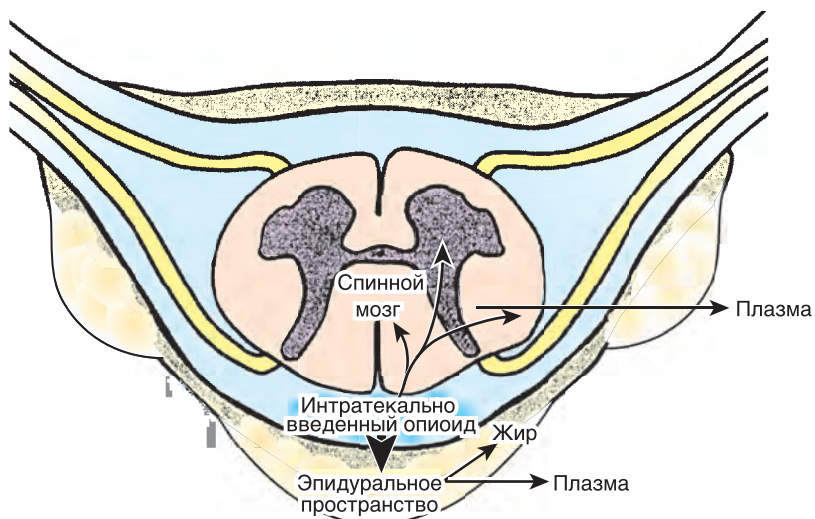


Рис. 23.3. Перемещения опиоида после интратекального введения. После интратекального введения перемещения опиоида сложны и многокомментны. Интратекально введенный опиоид одновременно (1) распространяется краниально по спинномозговой жидкости, (2) проникает в спинной мозг и (3) переходит через твердую мозговую оболочку и проникает в эпидуральное пространство. Клинические свойства каждого опиоида (скорость развития действия, его длительность) и степень рострального распространения являются результатом суммирования эффектов каждого из этих путей. Липофильные опиоиды (фентанил/суфентанил) демонстрируют быстрое развитие эффекта, ограниченное и кратковременное ростральное распределение и узкий пояс анальгезии, окружающий место введения, и относительно короткое действие. В противоположность этому, гидрофильный опиоид морфин переходит через твердую мозговую оболочку в эпидуральное пространство медленно и демонстрирует медленное развитие действия, экстенсивное и замедленное ростральное распространение и широкий пояс анальгезии, окружающий место введения, и относительно длительное действие. (Адаптировано из: Rathmell JP, Lair TR, Nauman B. The role of intrathecal drugs in the treatment of acute pain. *Anesth Analg* 2005;101 (Suppl 5):S30-S40.)

сорный ее компонент, но они повышают риск моторной блокады и гипотензии вследствие симпатической блокады [29].

3. **Преимущества добавления местных анестетиков к эпидуральной инфузии**
 - а. **Мощность эпидуральных опиоидов значительно возрастает.**
 - (1) Добавления местных анестетиков улучшает действие как жирорастворимых, так и водорастворимых (29, 34, 40) опиоидов.
 - (2) Обеспечивает значительное **синергичное улучшение анальгезии**, особенно при движении или кашле, которое особенно заметно при использовании жирорастворимых [23, 41] опиоидов.
 - б. Местные анестетики **способствуют восстановлению функции кишечника** после абдоминальных операций [42, 43].
 - в. Другие меры, основанные на исходах лечения, представлены в разделе IV.
4. **Недостатки** включают возможность ортостатической гипотензии и сенсорной или моторной слабости, мешающей ходить.

5. Выбор местного анестетика

а. Длительно действующие аминокамиды одинаково эффективны, поскольку все обладают хорошей сенсорно-моторной диссоциацией, а равно и способностью потенцировать опиоиды.

(1) **Бупивакаин** выбирают чаще других, потому что он эффективен и недорог.

(2) Действие **левобупивакаина** идентично действию рацемической смеси. Хотя у него может быть ниже потенциал кардиотоксичности, чем у рацемического бупивакаина, в низких концентрациях и при скоростях инфузии, используемых для послеоперационной анальгезии, это преимущество может не оправдать дополнительных расходов.

(3) Ропивакаин изучали как потенциальный анальгетик для инфузии без добавления опиоидов. Он вызывает моторную блокаду в меньшей степени, чем бупивакаин в той же концентрации, но все еще обладает значительным потенциалом моторной блокады в концентрациях, нужных, чтобы вызвать анальгезию без опиоидов. В комбинации с фентанилом в низкой концентрации нет доказательств значительного различия при сравнении с эквипотенциальными смесями с бупивакаином (23, 44, 45). И здесь потенциал кардиотоксичности меньше, хотя при таких низких дозах препарата этот риск не так значителен.

б. Несмотря на массу опубликованных исследований почти всех возможных комбинаций опиоидов с местными анальгетиками, использованных почти при всех типах операций, **нет ясных рекомендаций по идеальному соотношению для сочетанной терапии.**

(1) В связи с синергизмом, любое уменьшение одного компонента требует увеличения другого. Используя комплексный метод «прямого поиска», Куратоло продемонстрировал эту взаимозависимость между дозами бупивакаина, фентанила и клонидина [46].

(2) Полезный подход — выбрать опиоид и начать в комбинации с 0,05%-м бупивакаином. Если анальгезия не адекватна с контролируемой пациентом эпидуральной анестезией (КПЭА), базовую скорость инфузии можно увеличить несколько раз в качестве первого шага, а затем повысить концентрацию до 0,1%. Если первым выбором был жирорастворимый опиоид, переход на более водорастворимый (большее распространение) будет следующим шагом.

Г. Другие добавки

1. Несколько других добавок оказались обещающими в усилении действия эпидуральных опиоидов или по собственным анальгетическим свойствам.

а. α_2 -Агонисты (**клонидин, дексметомидин**). Клонидин выглядит наиболее эффективным, но ценой повышения частоты гипотензии и седации [23], что может ограничивать использование этого препарата при инфузии к периферическим нервам. В настоящее время дексметомидин не разрешен для эпидуральной инфузии людям в США.

б. Антагонисты N-метил-D-аспарата (NMDA) (кетамин). Была показана эффективность кетамина, но безопасность его пребывания в эпидуральном пространстве не подтверждена.

в. Было показано, что адреналин интенсифицирует анальгезию смесями бупивакаина с фентанилом.

2. В настоящее время большинство служб послеоперационной анальгезии заинтересованы в применении простейших сочетаний ингредиентов — до тех пор, пока не будут получены более надежные доказательства улучшения анальгезии или уменьшения побочных эффектов при помощи добавок.

Д. Системы введения. Как и с комбинациями препаратов, есть немало сообщений, но не хватает хороших сравнений. Однако сделаны достаточно доказательные заключения:

1. Применение торакального эпидурального катетера после торакальных и верхних абдоминальных операций обеспечивает идеальную анальгезию с наименьшими дозами и наименьшей частотой моторной блокады [23, 29], особенно при использовании более жирорастворимых опиоидов.
2. Хотя создается впечатление, что постоянные инфузии вытеснили методику болюсных инъекций, добавление АКП компонента также улучшает анальгезию и позволяет лучше титровать изменяющиеся нужды пациента. КПЭА не выглядит эффективной без базовой инфузии, но их сочетание обеспечивает, по-видимому, лучшую анальгезию с низким профилем побочных эффектов.

Е. Мультимодалная анальгезия

1. **Не существует какого-либо одного идеального препарата, инфузия которого обеспечила бы тотальную анальгезию без побочных эффектов или помех подвижности или восстановлению функции кишечника.**
2. Сочетание нескольких модалностей более эффективно, чем режим с одним анальгетиком [47].

а. Синергизм местных анестетиков плюс опиоиды в эпидуральное пространство обеспечивают анальгезию лучше, чем каждый из них по отдельности, а также более эффективны для ускорения восстановления функции кишечника, чем только опиоиды (как в АКП, так и эпидурально).

б. Применение дополнительно анальгетиков системно, действующих отдельно, обеспечивает дополнительный синергизм [48].

(1) Было показано, что назначение нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВП) на регулярной основе специфично улучшает анальгезию и уменьшает потребление опиоидов после многих операций, и, таким образом, снижает вероятность таких побочных эффектов, как угнетение дыхания и парез кишечника. В настоящее время большинство служб боли включают НПВП почти во все режимы.

(2) Применение на регулярной основе ацетоминофена обладает похожими достоинствами и также входит в базовые режимы многих служб боли.

(3) Недавно было показано, что антидепрессанты и антиконвульсанты центрального действия, такие как габапентин и прегабалин, усиливают анальгезию [49], и их назначение перед операцией может быть полезным.

3. Существуют и **другие факторы**, определяющие окончательное восстановление в дополнение к адекватной аналгезии. Восстановление функции кишечника особенно важно, и ускорение этого процесса было отмечено у пациентов, леченных аналгетическими режимами, уменьшающими парез в сочетании с ранним кормлением по диетам с низким содержанием жиров. Нефармакологическое лечение, включающее раннее возобновление кормления и агрессивную активизацию, может быть полезным, и очевидно, является полем для дальнейших исследований.

Ж. Упреждающее применение

1. Данные исследований на животных дают основания полагать, что предоперационное применение опиоидов нейроаксиально будет значительно притуплять феномен возбуждения спинного мозга, обычно ассоциирующийся с болевой стимуляцией, и будет снижать потребность в аналгетиках в послеоперационном периоде [50]. Данные о людях по этому поводу пока неясны [51].
2. Хотя вводимые эпидурально опиоиды не обеспечивают адекватной аналгезии при операции как таковой, они могут снижать потребность в анестетиках на 30—40%.
3. Окончательно документировать упреждающий эффект в настоящее время невозможно. В недавно выполненном мета-анализе было продемонстрировано, что упреждающая эпидуральная аналгезия приводила к снижению баллов боли в послеоперационном периоде, уменьшала потребление обезболивающих препаратов в целом и удлиняла время до первой необходимости в аналгетике [51]. Представляется целесообразным начинать эпидуральную анестезию в процессе операции как можно раньше, возможно, устанавливая эпидуральный катетер до операции и введения анестетиков и начиная с комбинированной методики, включающей местный анестетик и опиоид во время операции. Это позволит гладко перейти к эпидуральной инфузии и послеоперационной аналгезии.

3. Лечение побочных эффектов

1. Угнетение дыхания вызывает наибольшее беспокойство.

- а. Риск не выше, чем с опиоидами внутримышечно или внутривенно в рамках АКП, при использовании адекватных доз [8, 23].
- б. Всех пациентов, получающих опиоиды нейроаксиально, необходимо **мониторировать** на признаки угнетения дыхания.
 - (1) Угнетение дыхания возможно в течение 6—18 ч после первой инъекции или начала инфузии.
 - (2) Большинство авторов согласны, что при интратекальном введении морфина такой мониторинг необходимо продолжать не менее 24 ч после инъекции.
 - (3) Нет сообщений о случаях угнетения дыхания через 2 ч после интратекального введения фентанила, в связи с чем он рассматривается как достаточно безопасный для амбулаторных условий.
- в. К пациентам **самого высокого риска** относятся пожилые, особенно получающие другие опиоиды и седативы системно. Также повышают риск верхние абдоминальные и торакальные операции. Пациенты, получающие опиоиды хронически, более резистентны (табл. 23.4).

Факторы риска угнетения дыхания

Внутривенная АКП	Опиоиды эпидурально	Оба
В виде постоянной инфузии	Торакальные, абдоминальные разрезы	Пожилой возраст
Вмешательство семьи	Пункция твердой мозговой оболочки	Передозировка
Респираторные заболевания	Инtrateкальная против эпидуральной Торакальный катетер Статус по ASA>3 Операция >4 ч	Другие наркотики\седативные

АКП, анальгезия, контролируемая пациентом; ASA, Американское общество анестезиологов

- г. Необходимость применения механических мониторирующих устройств доказать не удалось [52]. При соответствующем обучении сестринского персонала и мониторинге пациентов опиоиды нейроаксиально успешно применяли в общих госпитальных отделениях, и нет необходимости ограничивать их применение в отделениях интенсивной терапии [23, 29, 34, 40, 52].
- (1) Снижение уровня сознания остается лучшим индикатором** надвигающейся дыхательной недостаточности, особенно в сочетании со снижением частоты дыхания (менее 10/мин); при этих признаках необходимо начинать лечение антагонистами опиоидов.
- (2) Однократной внутривенной дозы налоксона недостаточно;** угнетение вернется снова через 20 мин, когда закончится действие налоксона. Постоянная инфузия налоксона (5 мкг/кг/ч) устранил угнетение дыхания без противодействия анальгезии и может быть даже рекомендована как профилактическая мера у пациентов высокого риска.
2. Зуд — наиболее типичная жалоба при введении нейроаксиальных опиоидов (табл. 23.5).
- а. **Антигистаминные** препараты эффективны, но выброс гистамина не является механизмом симптома. Это лечение часто вызывает седацию и сонливость.
- б. Более эффективны **антагонисты опиоидов**. Небольшие дозы антагониста устранят побочный эффект без реверсии анальгезии. Это характерно для чистых антагонистов, таких как налоксон, или агонистов-антагонистов, таких как налбуфин, который применяли в дозах 1—3 мг внутривенно или 10 мг подкожно для устранения этих симптомов.
3. **Тошнота** менее типична, но также беспокоит пациентов.
- а. Симптоматическое лечение любым типичным антиэметиком может быть полезным.
- б. Эффективны малые дозы антагонистов или агонистов-антагонистов.

4. **Задержка мочи** — еще один неприятный побочный эффект, который, к сожалению, не так легко поддается лечению антагонистами. Многим оперированным пациентам, получающим опиоиды эпидурально, одновременно устанавливают мочевого катетер до прекращения инфузии опиоидов.
5. **Инфицирование** зоны стояния катетера к типичным проблемам не относится. Эпидуральную анальгезию можно продолжать в течение нескольких дней или недель, до тех пор пока изначальная прозрачная повязка, наложенная в асептических условиях, остается на месте и ежедневно мониторируется.
6. **Эпидуральная гематома** случается редко, но относится к серьезным осложнениям. Выполнение эпидуральной инъекции (или удаление катетера) при наличии нарушений свертывания должны быть тщательно взвешены. При каких-либо сомнениях в возможности формирования гематомы лучше всего из инфузии исключить любые местные анестетики (удалить любые неясности относительно моторной слабости) и начать оценку моторной функции каждые 2 ч (см. гл. 7).
7. **Неадекватная анальгезия** встречается, особенно при использовании малых доз у пожилых или «стандартных» доз у молодых, крепких пациентов. При использовании эпидуральной инфузии анальгетиков:
 - а. Болюсная инъекция фентанила (50—100 мкг) или самого инфузионного раствора обычно улучшат анальгезию на несколько часов, но скорость базовой инфузии необходимо увеличить, если нужно длительное улучшение анальгезии.
 - б. Если повторные болюсы и увеличение скорости не улучшили анальгезию, эффективность эпидурального катетера необходимо проверить инъекцией 5—10 мл 1,5%-го лидокаина или 2%-го хлоропрокаина. Обычно это вызывает анальгезию на 2 ч и подтверждает правильное положение катетера.
 - в. Наиболее трудно в этом отношении лечить тех, кто привык к опиоидам до операции и, таким образом, обладает повышенной толерантностью или даже зависимостью. В этой ситуации поможет повышение дозы опиоида или введение в эпидуральное пространство более мощного опиоида [53]. Другая альтернатива — эпидуральная

Таблица 23.5

Побочные эффекты эпидуральных опиоидов

Побочные эффекты	Частота	Лечение
Угнетение дыхания	Редко: <0,2%	Налоксон болюсно с переходом на инфузию
Зуд	20—60%	Легкий: антигистаминные Средний: налбуфин системно, 1—3 мг Тяжелый: инфузия налоксона, уменьшение инфузий, жирорастворимые препараты
Тошнота	6—50%	Легкая: антиэметики Средняя: антагонисты опиоидов
Задержка мочи	4—40%	Катетеризация

инфузия только местного анестетика с предоставлением пациенту внутривенной АКП с опиоидом для того, чтобы «перестраховать» признаки системных эффектов, в то же время позволить ему титровать уровень, отвечающий его потребностям.

V. Результаты

Все описанные методики, особенно эпидуральная инфузия опиоидов, требуют повышенного внимания и понимания дополнительных опасностей. Важно выстроить использование регионарных методик для послеоперационной аналгезии в **правильной риск-польза перспективе**.

- A. Было показано, что, несмотря на риски побочных эффектов и необходимые усилия, использование эпидуральной инфузии местных анестетиков и опиоидов для послеоперационной аналгезии улучшают исходы лечения пациентов по нескольким существенным направлениям.
1. **Качественное обезболивание**, особенно динамической боли после торакотомии или верхних абдоминальных операциях (12, 24—26).
 2. **Послеоперационные респираторные осложнения** встречаются реже [55].
 3. **Функция кишечника восстанавливается** быстрее [42].
 4. Обычное состояние повышенной свертываемости послеоперационного периода смягчается, что уменьшает риск осложнений для сосудистых протезов [56] и снижает частоту **тромбозмболических осложнений** [57].
 5. Есть тенденция к снижению гормонального стресса в ответ на операцию [54], включая снижение выброса катехоламинов [58], что может быть связано с тенденцией к снижению **кардиальных осложнений** [54].
 6. В группах повышенного риска со склонностью к кардиальной ишемии, данные также подтверждают, что оптимальное обезболивание, обеспечиваемое эпидуральной аналгезией, ведет к снижению **кардиальной летальности** [59].
 7. Есть некоторые данные в пользу того, что оптимальное обезболивание, обеспечиваемое эпидуральной аналгезией, может снизить потенциал для развития **послеоперационных хронических болевых синдромов** [60].
- B. Блокада периферического нерва также обладает позитивным действием на качество обезболивания при реабилитации. С накоплением таких данных становится более очевидным, что преимущества аналгетических режимов, изложенных выше, значительны, и их применение оправдано.

VI. Служба острой боли

- A. Использование такого количества методик, очевидно, сложно и обычно требует создания **специальной анестезиологической службы боли** [5]. В целом, учреждения, которые организовали службы боли, пришли к выводу, что они представляют собой существенное благо для пациентов в послеоперационном периоде.
- B. **Основные проблемы** службы острой боли включают следующие.
1. **Обучение сестринского персонала и хирургов** тому, что описанные ограничения и осложнения этих методов жизненно важны.

2. **Экспертное обеспечение также требуется** для контроля за дозированием при использовании этих методик, ведение необычных осложнений и особенно технических проблем с катетерами эпидуральными и к периферическим нервам. Эти проблемы требуют круглосуточной доступности бригады опытных анестезиологов. Такая служба требует ответственного отношения анестезиологического персонала, и, в более крупных госпиталях, часто требует круглосуточного дежурства в самом госпитале. В небольших районных госпиталях было возможно обеспечивать службы боли по принципу дежурства на дому, но это требует интенсивного обучения всего сестринского персонала и полного набора постоянно действующих указаний для покрытия внезапных событий. Идеально, если такая бригада не реже двух раз в день делает обход пациентов с болями и постоянно доступна для консультаций.
 3. Принципиально важным компонентом этой службы является **разработка постоянно действующих методичек**, обеспечивающих четкое руководство для персонала отделений по распознаванию и первичному лечению осложнений и побочных эффектов, описанных выше. Полезно использование стандартных протоколов назначения анальгетиков, равно как и набора постоянно действующих приказов по ведению осложнений. В постоянно действующие приказы должны входить конкретные действия по адекватному респираторному мониторингу и распределению действий сестринского персонала отделения по первичному лечению (обычно с налоксона) до прибытия сотрудников службы боли.
- В.** Работа службы боли значительно улучшается, если в нее входят **специально обученные медсестры**. Они помогают в обучении и поддержке медсестер отделений, а также обеспечивают постоянный и последовательный уровень ухода за пациентом.

Литература

1. Ferrante FM, VadeBoncouer TR. *Postoperative pain management*. Philadelphia: WB Saunders, 1993.
2. Macintyre PE, Schug S. *Acute pain management*. Philadelphia: WB Saunders, 2007.
3. Rawal N, Jones RM, Aitkenhead AR. *Management of acute and chronic pain*. London: BMJ Publishing, 1998.
4. Hadzic A. *Textbook of regional anesthesia and acute pain management*. McGraw-Hill, 2007.
5. Ready LB, Oden R, Chadwick HS, et al. Development of an anesthesiology-based postoperative pain management service. *Anesthesiology* 1988;68:100.
6. White PF, Kehlet H. Improving pain management: are we jumping from the frying pan into the fire? *Anesth Analg* 2007;105(1):10—12.
7. Brennan F, Carr DB, Cousins M. Pain management: a fundamental human right. *Anesth Analg* 2007;105:205—221.
8. Etches RC. Respiratory depression associated with patient-controlled analgesia: a review of eight cases. *Can J Anaesth* 1994;41:125.
9. Macintyre PE. Safety and efficacy of patient-controlled analgesia. *Br J Anaesth* 2001;87:36.
10. Hudcova J, McNicol E, Quah C, et al. Patient controlled opioid analgesia versus conventional opioid analgesia for postoperative pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2006;(4):CD003348.

11. Stein C, Comisel K, Haimerl E, *et al.* Analgesic effect of intraarticular morphine after arthroscopic knee surgery. *N Engl J Med* 1991;325:1123.
12. Kavanagh BP, Katz J, Sandler AN. Pain control after thoracic surgery. A review of current techniques. *Anesthesiology* 1994;81:737.
13. Richman JM, Liu SS, Courpas G, *et al.* Does continuous peripheral nerve block provide superior pain control to opioids? A meta-analysis. *Anesth Analg* 2006;102:248–257.
14. Ilfeld BM, Enneking FK. Continuous peripheral nerve blocks at home: a review. *Anesth Analg* 2005;100:1822–1833.
15. McCartney CJ, Duggan E, Apatu E. Should we add clonidine to local anesthetic for peripheral nerve blockade? A qualitative systematic review of the literature. *Reg Anesth Pain Med* 2007;32(4):330–338.
16. Salinas FV, Liu SS, Mulroy MF. The effect of single-injection femoral nerve block versus continuous femoral nerve block after total knee arthroplasty on hospital length of stay and long-term functional recovery within an established clinical pathway. *Anesth Analg* 2006;102(4):1234–1239.
17. Ilfeld BM, Gearen PF, Enneking FK, *et al.* Total hip arthroplasty as an overnight-stay procedure using an ambulatory continuous psoas compartment nerve block: a prospective feasibility study. *Reg Anesth Pain Med* 2006;31(2):113–118.
18. Ilfeld BM, Gearen PF, Enneking FK, *et al.* Total knee arthroplasty as an overnight-stay procedure using continuous femoral nerve blocks at home: a prospective feasibility study. *Anesth Analg* 2006;102(1):87–90.
19. Wiegel M, Gottschaldt U, Hennebach R, *et al.* Complications and adverse effects associated with continuous peripheral nerve blocks in orthopedic patients. *Anesth Analg* 2007;104(6):1578–1582.
20. Swenson JD, Bay N, Loose E, *et al.* Outpatient management of continuous peripheral nerve catheters placed using ultrasound guidance: an experience in 620 patients. *Anesth Analg* 2006;103:1436–1443.
21. Offerdahl MR, Lennon RL, Horlocker TT. Successful removal of a knotted fascia iliaca catheter: principles of patient positioning for peripheral nerve catheter extraction. *Anesth Analg* 2004;99(5):1550–1552.
22. Cousins MJ, Mather LE. Intrathecal and epidural administration of opioids. *Anesthesiology* 1984;61:276.
23. Wheatley RG, Schug SA, Watson D. Safety and efficacy of postoperative epidural analgesia. *Br J Anaesth* 2001;87:47.
24. Liu S, Carpenter RL, Neal JM. Epidural anesthesia and analgesia. Their role in postoperative outcome. *Anesthesiology* 1995;82:1474.
25. Wu CL, Cohen SR, Richman JM, *et al.* Efficacy of postoperative patient-controlled and continuous infusion epidural analgesia versus intravenous patient-controlled analgesia with opioids: a meta-analysis. *Anesthesiology* 2005;103(5):1079–1088.
26. Block BM, Liu SS, Rowlingson AJ, *et al.* Efficacy of postoperative epidural analgesia: a meta-analysis. *J Am Med Assoc* 2003;290(18):2455–2463.
27. Ready LB, Chadwick HS, Ross B. Age predicts effective epidural morphine dose after abdominal hysterectomy. *Anesth Analg* 1987;66:1215.
28. Dahl JB, Rosenberg J, Hansen BL, *et al.* Differential analgesic effects of low-dose epidural morphine and morphine-bupivacaine at rest and during mobilization after major abdominal surgery. *Anesth Analg* 1992;74(3):362–365.
29. Liu SS, Allen HW, Olsson GL. Patient-controlled epidural analgesia with bupivacaine and fentanyl on hospital wards: prospective experience with 1,030 surgical patients. *Anesthesiology* 1998;88:688.
30. Ummenhofer WC, Arends RH, Shen DD, *et al.* Comparative spinal distribution and clearance kinetics of intrathecally administered morphine, fentanyl, alfentanil, and sufentanil. *Anesthesiology* 2000;92:739.

31. de Leon-Casasola OA, Lema MJ. Postoperative epidural opioid analgesia: what are the choices? *Anesth Analg* 1996;83:867.
32. Peng PW, Sandler AN. A review of the use of fentanyl analgesia in the management of acute pain in adults. *Anesthesiology* 1999;90:576.
33. Ginosar Y, Riley ET, Angst MS. The site of action of epidural fentanyl in humans: the difference between infusion and bolus administration. *Anesth Analg* 2003;97(5):1428—1438.
34. Scott DA, Beilby DS, McClymont C. Postoperative analgesia using epidural infusions of fentanyl with bupivacaine. A prospective analysis of 1,014 patients. *Anesthesiology* 1995;83:727.
35. Chaplan SR, Duncan SR, Brodsky JB, *et al.* Morphine and hydromorphone epidural analgesia. A prospective, randomized comparison. *Anesthesiology* 1992;77:1090.
36. Liu S, Carpenter RL, Mulroy MF, *et al.* Intravenous versus epidural administration of hydromorphone. Effects on analgesia and recovery after radical retropubic prostatectomy. *Anesthesiology* 1995;82:682.
37. Paech MJ, Moore JS, Evans SF. Meperidine for patient-controlled analgesia after cesarean section. Intravenous versus epidural administration. *Anesthesiology* 1994;80:1268.
38. Rathmell JP, Lair TR, Nauman B. The role of intrathecal drugs in the treatment of acute pain. *Anesth Analg* 2005;101(Suppl 5):S30-S43.
39. Murphy PM, Stack D, Kinirons B, *et al.* Optimizing the dose of intrathecal morphine in older patients undergoing hip arthroplasty. *Anesth Analg* 2003;97:1709—1715.
40. de Leon-Casasola OA, Parker B, Lema MJ, *et al.* Postoperative epidural bupivacaine-morphine therapy. Experience with 4,227 surgical cancer patients. *Anesthesiology* 1994;81:368.
41. Solomon RE, Gebhart GF. Synergistic antinociceptive interactions among drugs administered to the spinal cord. *Anesth Analg* 1994;78:1164.
42. Steinbrook RA. Epidural anesthesia and gastrointestinal motility. *Anesth Analg* 1998;86:837.
43. Jorgensen H, Wetterslev J, Moiniche S, *et al.* Epidural local anaesthetics versus opioid-based analgesic regimens on postoperative gastrointestinal paralysis, PONV and pain after abdominal surgery. *Cochrane Database Syst Rev* 2000;(4):CD001893.
44. Hodgson PS, Liu SS. A comparison of ropivacaine with fentanyl to bupivacaine with fentanyl for postoperative patient-controlled epidural analgesia. *Anesth Analg* 2001;92:1024.
45. Senard M, Joris JL, Ledoux D, *et al.* A comparison of 0.1% and 0.2% ropivacaine and bupivacaine combined with morphine for postoperative patient-controlled epidural analgesia after major abdominal surgery. *Anesth Analg* 2002;95(2):444—449.
46. Curatolo M, Schnider TW, Petersen-Felix S, *et al.* A direct search procedure to optimize combinations of epidural bupivacaine, fentanyl, and clonidine for postoperative analgesia. *Anesthesiology* 2000;92:325.
47. Brodner G, Van Aken H, Hertle L, *et al.* Multimodal perioperative management combining thoracic epidural analgesia, forced mobilization, and oral nutrition reduces hormonal and metabolic stress and improves convalescence after major urologic surgery. *Anesth Analg* 2001;92:1594.
48. Dahl V, Raeder JC. Non-opioid postoperative analgesia. *Acta Anaesthesiol Scand* 2000;44:1191.
49. Tiippana EM, Hamunen K, Kontinen VK, *et al.* Do surgical patients benefit from perioperative gabapentin/pregabalin? A systematic review of efficacy and safety. *Anesth Analg* 2007;104(6):1545—1556.
50. Woolf CJ, Chong MS. Preemptive analgesia treating postoperative pain by preventing the establishment of central sensitization. *Anesth Analg* 1993;77:362.
51. Ong CK, Lirk P, Seymour RA, *et al.* The efficacy of preemptive analgesia for acute postoperative pain management: a meta-analysis. *Anesth Analg* 2005;100(3):757—773.
52. Ready LB, Loper KA, Nessly M, *et al.* Postoperative epidural morphine is safe on surgical wards. *Anesthesiology* 1991;75:452.

53. de Leon-Casasola OA. Postoperative pain management in opioid-tolerant patients. *Reg Anesth* 1996;21:114.
54. Kehlet H, Holte K. Effect of postoperative analgesia on surgical outcome. *Br J Anaesth* 2001;87:62.
55. Ballantyne JC, Carr DB, deFerranti S, *et al.* The comparative effects of postoperative analgesic therapies on pulmonary outcome: cumulative meta-analyses of randomized, controlled trials. *Anesth Analg* 1998;86:598.
56. Christopherson R, Beattie C, Frank SM, *et al.* Perioperative Ischemia Randomized Anesthesia Trial Study Group. Perioperative morbidity in patients randomized to epidural or general anesthesia for lower extremity vascular surgery. *Anesthesiology* 1993;79:422.
57. Rodgers A, Walker N, Schug S, *et al.* Reduction of postoperative mortality and morbidity with epidural or spinal anaesthesia: results from overview of randomised trials. *Br Med J* 2000;321:1493.
58. Breslow MJ, Parker SD, Frank SM, *et al.* The PIRAT Study Group. Determinants of catecholamine and Cortisol responses to lower extremity revascularization. *Anesthesiology* 1993;79:1202.
59. Beattie WS, Badner NH, Choi P. Epidural analgesia reduces postoperative myocardial infarction: a metaanalysis. *Anesth Analg* 2001;93:853—858.
60. Perkins FM, Kehlet H. Chronic pain as an outcome of surgery. A review of predictive factors. *Anesthesiology* 2000;93:1123.

Указатель

2-Хлоропрокаин 33, 104, 362

Е

ELA-макс 346

А

Абсолютные и относительные противопоказания к спинальной анестезии 95

Адаптер 75

Люер-Локк 70

с тремя кольцами 70

Адреналин 42, 47, 51, 139, 215, 335

Аллергические реакции 33, 52, 67

Альфентанил 61

Амид 13, 47, 53

Амиодарон 49

Амнезия 59, 61

Анестезия

глубокого шейного сплетения 330

инфильтрационная 34

спинальная 34

ствола мозга 343

эпидуральная 34

Артикаин 37

Ацидоз 47, 49

Б

Бактериемия 55

Барбитураты 63

Баричность 97

Бензодиазепины 61

Бензокаин 20, 31

Бетадин 42

Бикарбонат 29

Бинт Эсмарха 247

Блокада

бедренного нерва 269, 355

Бира 244

блуждающего нерва 332

верхнего подчревного сплетения 208

верхних конечностей 355

возвратного гортанного нерва 332

диафрагмального нерва 332

дорсального нерва полового члена 354

запирательного нерва 276

запястья 257

звездчатого ганглия 196

кожного нерва 274

бедра 280

конечностей 354

лицевого нерва 336

межреберного нерва 172

межреберных нервов,

доступ по средней подмышечной

линии 178

задний доступ 174

Надбада—Ремана 338

надглазничного и надблокового нервов 352

нерва парасакральным доступом 288

нижних конечностей 356

области голеностопного сустава 309

пальца 259

плечевого сплетения 356

подвздошной фасции 271

подвздошно-паховая 353

подвздошно-подчревная 353

подглазничного нерва 352

полового члена 353

седалищного нерва 355

в подколенной ямке 302

задний доступ с периферическим нейростимулятором 299

задний

подъязычно-околodвуглавый доступ 294

подъязычный доступ 291

чрезъязычный доступ 290

под ультразвуковым наведением 296

спинальная 35

субтеноновая 343

фасциального футляра прямой мышцы 179, 352

чревного сплетения 199

Боль в спине 161

Большой затылочный нерв 325

Брадикардия 122

Бронхоспазм 242

Бугорок Шассиньяка 197, 221
 Бупивакаин 35, 104, 138, 174, 215, 245,
 335, 348, 361, 364, 385

В

Вазодилатация 27, 34
 Вазоконстрикторы 28
 Вазоконстрикция 34
 Вазоспазм 241
 Введение эпидуральной иглы 146
 Верификация срединного доступа 110
 Верхнечелюстной нерв 321, 326
 Верхняя блокада гортани 314
 Внутривенная миграция 151
 Внутрисосудистое введение иглы 191
 Временная болезненность 43
 Выбор местного анестетика 26

Г

Гематома 191, 199, 207, 209, 241
 Герниоррафия 348
 Гиалуронидаза 29, 335
 Гидроморфин 382
 Гидроморфон 375
 Гидрофобность 16
 Гидроцеле 348
 Гипербаричная спинальная анестезия 97
 Гиперкарбия 49
 Гипертензия 170
 Гипобаричная спинальная анестезия 100
 Гипотензия 182, 191
 Голова 319
 Головная боль 160

Д

Давление инъекции 44
 Двойной манжет 248
 Дексаметазон 246
 Дексмететомидин 63, 246, 385
 Депо-эффект 37
 Дерматомальное распределение блокады 185
 Дерматомом 89
 Диафрагмальный нерв 242
 Дизестезия в ногах или ягодицах 43

Дисритмия 49
 Дифференциальный блок 30
 Добавки 28
 Доза 25
 Доза/концентрация местного анестетика 42
 Доступ
 Брайс-Смита 207
 ван Линта 336
 О'Брайена или Надбад-Ремана 336
 Тейлора 117
 Дуральный мешок 87, 348

З

Забавная косточка 252
 Задержка мочи 161, 362, 389
 Задний
 бедренный кожный нерв 282
 блок поясничного сплетения 266
 Задняя стенка спинального канала позвоночника 85
 Запирательный нерв 263
 Затылочные нервы 319
 Зоны связывания 19
 Зрительный нерв 320
 Зуд 388

И

Иазоконстрикция 27
 Игла
 для регионарных блокад 70
 Кроуфорда 73
 с кончиком Квинке 73
 Туохи 73, 220, 231
 Туохи и Хастеда 146, 150
 электроизолированная 78
 Изгибы в поясничном и грудном отделах 85
 Изменения зубца Т 52
 Изобаричная спинальная анестезия 101
 Изомер 13
 Изопропиловый спирт 67
 Интралипид 50
 Интраневральная инъекция 44
 Интраоперационная седация 59
 Интрааткальное введение 29, 383

Инфекция 55
Исходно существующие неврологические заболевания 43

К

Катетеры 74
 к бедренному нерву 366
 подколенной ямки 367
Каудальная анатомия у детей 348
Каудальный канал 165
Кетамин 63, 386
Кислород 63
Клонидин 28, 141, 215, 246, 336, 385
Клювовидный доступ 230
Коагулопатии 54
Кокаин 31
Кольцевой блок 353
Комбинированная
 спинально-эпидуральная
 анестезия 73
 методика 157
 эпидурально-общая
 анестезия 158
Конский хвост 89
Концентрация 25
Костная анатомия 133
Крестцовое скопление
 местного анестетика 121
Крестцовое сплетение 282

Л

Левобупивакаин 35, 104, 138, 215, 385
Лейкоцитоз 55
Лидокаин 34, 104, 138, 186, 215, 245, 313, 335, 361, 364
Линия
 Лабата 290
 Тафье 90
Лицо 320
Локализация нерва 76
Локтевой нерв 236, 255
Лучевой нерв 236, 256

М

Малый затылочный нерв 319
Межлестничные катетеры 366
Межпозвонковые отверстия 83

Мезатон 159
Менингеальные оболочки 87
Менингит 126
Ментальный статус 64
Мепередин 61, 246, 375, 382
Мепивакаин 34, 104, 138, 186, 215, 245, 335, 364
Место инъекции 25
Метгемоглобинемия 35
Методика
 висящей капли 156
 с периферическим периневральным катетером 264
Миграция катетера 151
Мидазолам 62
Миелинизированные аксоны 21
Микроспинальные катетеры 42
Минимальная локальная концентрация местного анестетика 20
Минимально альвеолярная концентрация (МАК) 64
Миотоксичность 44
Модифицированный доступ Аткинсона 336
Мозговые оболочки 83
Мониторинг артериального давления 64
Морфин 61, 106, 375, 383
Мощность 20
Музыка 63
Мультимодальная аналгезия 386
Мышечно-кожный нерв 238, 252
Мягкая мозговая оболочка 87

Н

Надблоковый нерв 320
Надглазничный нерв 320
Надключичная блокада 364
Надлопаточный нерв 252, 253
Надостистая связка 84
Наружный массаж сердца 124
Натриевый канал 17
Натрий бикарбонат 141
Натрия бикарбонат 215
Неадекватность дыхания 182
Небулайзеры 313
Нейроаксиальные блокады 361
Нейрональные барьеры 25

- Нейропатия 241
Нейростимуляторы 44, 76
Нейротравма 44
Немиелинизированные аксоны 23
Неостигмин 246
Непреднамеренное внутрисосудистое введение 45
Нерв
 надблоковый 325
 надглазничный 325
 пальца 253
 подбородочный 325
 подглазничный 325
Нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП) 54
Нефракционированный гепарин 54
Нижнечелюстной нерв 322, 327
Норадреналин 51
Носовое кровотечение 317
- О**
- Обструкция дыхательных путей 182
Объем 25
Окулокардиальный рефлекс 343
Опиоиды 29, 61, 106, 140
Орхидопексия 348
Осложнение спинальной анестезии 121
Осложнения, связанные с кровотечением 53
Остистые отростки 84
- П**
- Паравертебральная блокада 183
Паравертебральный доступ 172
Парамедиально-латеральный косой доступ 116
Парестезия 44, 113
Паутинная оболочка 87
Пациенты с нарушениями гемостаза 125
Передний блок поясничного сплетения 268
Перибульбарная блокада 342
Периневрий 25
Перфорация глазного яблока 344
Плечевое сплетение 211
Плотная, клиновидная желтая связка 84
- Пневмоторакс 181, 191, 199
Поверхностное шейное сплетение 325
Повидин-йодин 67
Повреждение
 нерва 42, 126
 почки 207
 спинного мозга 207
 спинномозговых нервов 207, 209
Подвздошнопаховая-подвздошноподчревная блокада 180
Подглазничный нерв 321
Поддержание проходимости дыхательных путей 49
Подключичная блокада 364
Подключичные катетеры 366
Подколенная ямка 300, 305, 357
Подмышечная блокада 356, 365
Подмышечные катетеры 366
Позвоночник 83
Позвоночное отверстие 83
Положение Тренделенбурга 118
Поперечные отростки 84
Постоянная межреберная блокада 179
Постспинальная головная боль 362
Потеря слуха 127
Поясничная цистерна 89
Поясничное сплетение 260
Пояснично-крестцовый доступ (доступ Тейлора) 117
Поясничный
 лордоз 86
 симпатический блок 205
Правила асептики 68
Премедикация 48, 59
Препараты для общей анестезии 64
Пресакральная инъекция 170
Прилокаин 34
Производные фентанила 61
Прокаин 31, 47, 104
Пропофол 62
Профилактика системной токсичности 50
Прямая травма иглой 126
Пульсоксиметр 64
Пункция дурального мешка 351
- Р**
- Распределение местного анестетика 97
Растворы для обработки кожи 42

Расширенная сердечная реанимация 49
Регрессия на два дерматома 136
Ремифентанил 61
Реполяризация 17
Ретробульбарная
 блокада 339
 гематома 343
Ретробульбарное кровотечение 342
Ропивакаин 36, 104, 138, 174, 215, 245, 335, 364
Рот и глотка 315

С

Сальтаторное проведение 21
Свободная аспирация крови 54
Связки 134
Связывание с белками 16
Сегмент спинного мозга 89
Седалищный нерв 282
Седельный блок 99
Сенсорно-моторная диссоциация 30
Сердечно-сосудистый коллапс 123
Симпатическая нервная система 193
Симптомы инфекции 55
Синдром
 Горнера 198, 223, 242
 конского хвоста 126
Синергизм местных анестетиков 386
Системная токсичность 33, 45, 182, 192, 199, 249, 317, 343
Скуловой нерв 322
Слизистая носа 313
Смеси местных анестетиков 37
Снижение уровня сознания 388
Сочетанная спинально-эпидуральная анестезия 363
Спинальная анестезия 29, 34, 332
Спинально-эпидуральный абсцесс 126
Спинальные иглы 71
Спинной мозг 87
Спинномозговая жидкость (СМЖ) 83
Спирт 42
Спланхничный блок 205
Сплетение Батесона 136
Сплетения
 легочное 195
 подчревное 195
 сердечное 195
 чревное 195

Сращение Харрингтона 167
Срединный
 нерв 255
 передне-плечевой кожный нерв 238
 плечевой кожный нерв 238
Стеноз аорты 96
Стерилизация 66
Субарахноидальная миграция 151
Субдуральная анестезия 124
Судорожный порог 59
Суфентанил 61, 382, 383

Т

Твердая мозговая оболочка 87
Терапевтический индекс 35
Тест-доза 149
Тест эпидурального катетера 149
Тетракаин 33, 105, 313
Тип аксона 23
Токсическое действие на сердечно-сосудистую систему 49
Токсическое действие на ЦНС 48
Торакальный кифоз 86
Тотальный спинальный блок 124
Точка действия местного анестетика 136
Тошнота 127
Травма
 иглой 44
 спинного мозга 199
Транзиторная неврологическая симптоматика 126
Транзиторный неврологический синдром 43
Транстрахеальная инъекция 316
Третичный амин 14

У

Угнетение дыхания 182, 387
УЗИ 45
Узлы Ранвье 21
Устройства для инфузии 75
Устройство для онемения 346

Ф

Фасция
 Бака 354
 Скарпа 354

Фенилэфрин 122
Фентанил 61, 106, 246, 375, 380, 383
Физико-химические свойства 14
Флумаженил 62
Формы местного анестетика 16

Х

Хлоргексидин 42
Хлоргексидина глюконат 67
Хлорпрокаин 47, 137
Хориаомнионит 55

Ч

Частотнозависимый блок 21, 49
Четвертичный амин 14
Чревный блок 205
Чувствительность к блокаде местными анестетиками 30

Ш

Шейногрудный ганглий 196
Шприцы 68

Э

Энантомер 35, 48
Эндоневрий 25
Эпидуральная 35
 гематома 54, 162, 389
 инфузия 29
Эпидуральное введение 379
Эпидуральный
 абсцесс 162
 блок 363
 жир 134
Эпиневрий 25
Эритема 55
Этидокаин 36, 138
Эутектичная смесь местных анестетиков (EMLA) 346
Эфедрин 122, 158
Эфир 13, 47, 53
Эффект мантии 30

Я

Язычный нерв 324

Минимальные системные требования определяются соответствующими требованиями программы Adobe Reader версии не ниже 11-й для операционных систем Windows, Mac OS, Android, iOS, Windows Phone и BlackBerry; экран 10"

Научное электронное издание

**Малрой Майкл Ф.
Бернардс Кристофер М.
Макдональд Сюзан Б.
Салинас Фрэнсис В.**

**МЕСТНАЯ АНЕСТЕЗИЯ
Практическое руководство**

Ведущий редактор *В. Гейдебрехт*
Редактор *А. Полунина*
Художник *Н. Новак*
Технический редактор *Е. Денюкова*
Компьютерная верстка: *В. Савельев*

Подписано к использованию 02.12.14.

Издательство «БИНОМ. Лаборатория знаний»
125167, Москва, проезд Аэропорта, д. 3
Телефон: (499) 157-5272
e-mail: binom@Lbz.ru, <http://www.Lbz.ru>

Местные анестетики длительного действия, особенно при использовании в сочетании с опиоидами для нейроаксиальной анальгезии и в виде инфузии к периферическим нервам, обеспечивают прекрасное обезболивание в ближайшем и отдаленном послеоперационном периодах. Применению таких методик на сегодняшний день способствует разработка новых и улучшенных игл, катетеров и устройств для локализации нервов. Эта книга сфокусирована на особенностях выбора и применения вида регионарной анестезии.

Для врачей, использующих в практике местную анестезию, а также студентов старших курсов медицинских вузов.

Оригинальное английское издание опубликовано
Lippincott Williams & Wilkins/Wolters Kluwer Health



Wolters Kluwer
Health

Lippincott
Williams & Wilkins