Periphere Regionalanästhesie

Johannes Büttner
Gisela Meier

142 Abbildungen
13 Tabellen

Georg Thieme Verlag
Stuttgart · New York

Йоханнес Бюттнер,
Гизела Майер

Блокады периферических нервов

Перевод с немецкого

Под редакцией проф. ***А.М.Овечкина***

Второе издание

Москва
«МЕДпресс-информ»
2014

УДК 616-089.5-031.83
ББК 54.5
Б98

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

Авторы и издательство приложили все усилия, чтобы обеспечить точность приведенных в данной книге показаний, побочных реакций, рекомендуемых доз лекарств. Однако эти сведения могут изменяться.

Информация для врачей. Внимательно изучайте сопроводительные инструкции изготовителя по применению лекарственных средств.

Книга предназначена для медицинских работников

Перевод с немецкого: ***В.Ю.Халатов***

Бюттнер Й.

Б98 Блокады периферических нервов / Йоханнес Бюттнер, Гизела Майер ; пер. с нем. ; под ред. А.М.Овечкина. – 2-е изд. – М. : МЕДпресс-информ, 2014. – 272 с. : ил.

ISBN 978-5-00030-176-0

В данной книге авторы представили важные сведения по технике выполнения периферических блокад, эффективной и безопасной методике, играющей важную роль в современной анестезиологии.

Рассмотрены особенности блокад у больных с нарушениями свертываемости крови, подбор наиболее подходящих игл, применение электронейростимуляции и ультразвуковой локации нервов. Перечислены хирургические вмешательства, при которых показаны те или иные блокады. Приведено краткое описание ультрасонограмм при выполнении блокад с указанием технических особенностей правильного проведения анестезии в каждом случае.

Настоящая книга может применяться как удобное практическое руководство по выполнению периферических блокад, в котором в сжатом, доступном виде изложен материал для ежедневного применения.

Книга предназначена для врачей-анестезиологов.

УДК 616-089.5-031.83
ББК 54.5

ISBN 978-3-13-148071-2
© 2011 of the original German language edition by Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, Germany. Original title: «Periphere Regionalanästhesie. Memorix AINS.», by J.Büttner, G.Meier.

ISBN 978-5-00030-176-0
© Издание на русском языке, перевод на русский язык, оформление, оригинал-макет. Издательство «МЕДпресс-информ», 2013

Содержание

Предисловие 8

Список сокращений 10

Общие вопросы 11

1 Введение 13

2 Блокады периферических нервов 16

2.1 Неполная блокада 18

2.2 Общие противопоказания к блокадам периферических нервов 20

3 Блокады периферических нервов как метод лечения боли 23

3.1 Местные анестетики: способы применения и дозирование 24

3.2 Фиксация катетера для регионарной аналгезии 24

3.3 Уход за катетером в обычном отделении 25

3.4 Недостаточная аналгезия 26

3.5 Периферические блокады с использованием катетера в амбулаторных условиях 27

3.6 Специфические осложнения, связанные с длительным использованием катетера 28

3.7 Длительность использования катетера, установленного для проведения продленной блокады периферических нервов 29

4 Принципы анестезии у больных с нарушением свертывания крови 32

5 Материалы 36

5.1 Иглы 36

5.2 Инфузионные помпы 43

6 Вспомогательные методы локализации нервов 45

6.1 Электронейростимуляция 45

6.2 Ультразвуковая локация 48

7 Местные анестетики 64

8 Информирование больного и методика выполнения блокад периферических нервов 72
8.1 Информирование больного 72
8.2 Методика выполнения блокад периферических нервов 73

9 Выбор типа блокады 78
9.1 Показания 78
9.2 Варианты анестезии и аналгезии в зависимости от вида операции 82

Техника выполнения периферических блокад 91

10 Верхняя конечность (блокады плечевого сплетения) 93
10.1 Общие сведения 93
10.2 Техника выполнения блокад плечевого сплетения межлестничным доступом (межлестничных блокад) ... 97
10.3 Техника выполнения блокад плечевого сплетения подключичным доступом (подключичных блокад) 106
10.4 Блокада надлопаточного нерва 114
10.5 Подмышечная блокада 117
10.6 Селективная блокада отдельных нервов на уровне плеча, локтевого сгиба и запястья 128
10.7 Проводниковая анестезия пальцев 144

11 Нижняя конечность 147
11.1 Общие сведения 147
11.2 Блокады поясничного сплетения 152
11.3 Инфильтрационная анестезия гребня подвздошной кости 170
11.4 Проксимальные блокады седалищного нерва 172
11.5 Дистальные блокады седалищного нерва 194
11.6 Периферические блокады отдельных нервов нижней конечности 201
11.7 Проводниковые блокады отдельных нервов на уровне голеностопного сустава 212

Периферические блокады у детей 219

12 Периферические блокады у детей 221
12.1 Общие сведения 221
12.2 Подмышечная блокада плечевого сплетения 224
12.3 Блокада бедренного нерва 227
12.4 Поясничная блокада у детей 228
12.5 Дистальная блокада седалищного нерва у детей 230
12.6 Блокада нервов полового члена 233
12.7 Блокада подвздошно-пахового и подвздошно-подчревного нервов 235

Внутривенная регионарная анестезия 241

13 Внутривенная регионарная анестезия 243
13.1 Внутривенная регионарная анестезия верхней и нижней конечности 243

Приложение 247

Литература 249

Алфавитный указатель 250

Предисловие

Современное обезболивание при выполнении операций, а также лечение боли в предоперационном и, особенно, послеоперационном периоде немыслимы без выполнения блокад периферических нервов и сплетений. Эти методики анестезии и аналгезии в равной мере эффективны и безопасны. Побочные эффекты, такие как тошнота, рвота, кожный зуд, при выполнении блокад периферических нервов (БПН) наблюдаются значительно реже, чем при послеоперационном назначении опиоидов.

Пристальное внимание приковано также к БПН нижних конечностей как альтернативе спинномозговой и эпидуральной анестезии, выполнение которых невозможно у большой группы больных со снижением показателей свертываемости крови, например получающих антикоагулянты. Такие блокады являются существенной альтернативой общей анестезии.

В настоящей книге авторы представили важные сведения по технике выполнения периферических блокад, а также по таким аспектам, как особенности блокад у больных со снижением свертываемости крови, подбор игл наиболее подходящего типа, применение электронейростимуляции (ЭНС) и ультразвуковой (УЗ-) локации нервов, профилактика и лечение осложнений. В рубрике «Показания» перечислены хирургические вмешательства, при которых показаны те или иные блокады. При выполнении БПН необходимо учитывать рекомендации, помещенные в конце описания каждой из блокад. Наряду с ЭНС для контроля правильности введения иглы все чаще применяют УЗ-локацию. Поэтому приводится краткое описание типичных ультрасонограмм при выполнении блокад с указанием правильного направления для подведения иглы к блокируемому нерву.

Авторы надеются, что с этой книгой читатель получит в свое распоряжение практическое руководство по выполнению периферических блокад. Данная книга, разумеется, не может заменить многочисленные учебники, в которых освещается тема регионарной анестезии. Она скорее является карманным справочным руководством с лаконично изложенным материалом, предназначенным для каждодневного использования.

Авторы с благодарностью примут все предложения и критические замечания, которые помогут улучшить качество данной книги.

В создании этой книги участвовали не только авторы, над ней работали также сотрудницы издательства «Thieme» Korinna Engeli и Ursula Biehl-Vatter, а также Susanne Schimmer. Авторы сердечно благодарны им за редактирование, приятную совместную работу и издание книги.

Й.Бюттнер,
Г.Майер

Мурнау/Оберамергау, лето 2010 г.

Общие вопросы

1 Введение *13*

2 Блокады периферических нервов *16*
2.1 Неполная блокада *18*
2.2 Общие противопоказания к блокадам периферических нервов *20*

3 Блокады периферических нервов как метод лечения боли *23*
3.1 Местные анестетики: способы применения и дозирование *24*
3.2 Фиксация катетера для регионарной аналгезии *24*
3.3 Уход за катетером в обычном отделении *25*
3.4 Недостаточная аналгезия *26*
3.5 Периферические блокады с использованием катетера в амбулаторных условиях *27*
3.6 Специфические осложнения, связанные с длительным использованием катетера *28*
3.7 Длительность использования катетера, установленного для проведения продленной блокады периферических нервов *29*

4 Принципы анестезии у больных с нарушением свертывания крови *32*

5 Материалы *36*
5.1 Иглы *36*
5.2 Инфузионные помпы *43*

6 Вспомогательные методы локализации нервов *45*
6.1 Электронейростимуляция *45*
6.2 Ультразвуковая локация *48*

7 Местные анестетики *64*

8 Информирование больного и методика выполнения блокад периферических нервов *72*
8.1 Информирование больного *72*
8.2 Методика выполнения блокад периферических нервов *73*

9 Выбор типа блокады *78*
9.1 Показания *78*
9.2 Варианты анестезии и аналгезии в зависимости от вида операции *82*

1 Введение

Сравнительная характеристика периферических и центральных блокад

БПН при хирургических вмешательствах на нижних конечностях выполняют реже и в меньшем объеме, чем при вмешательствах на верхних конечностях. Для достижения полной анестезии нижней конечности необходимо блокировать крестцовое сплетение и часть поясничного, для чего выполняют две инъекции.

Сердечно-сосудистая система. БПН является альтернативой эпидуральной анестезии (ЭА) и спинномозговой (спинальной) анестезии (СА); они технически более просты и требуют меньше времени для выполнения. СА и ЭА (нейроаксиальные методы анестезии) сопровождаются снижением артериального давления (АД), в то время как БПН на сердечно-сосудистую систему не влияют. Кроме того, осложнения, такие как инфицирование, кровотечение, повреждение нервов, при БПН протекают не так тяжело, как при СА и ЭА.

Свертывающая система. В то время как для выполнения СА и ЭА нормальная свертываемость крови является абсолютно необходимой предпосылкой, условия выполнимости периферических блокад не столь строги. Для выполнения БПН, как правило, достаточно анамнестических и клинических данных об отсутствии повышенной кровоточивости (исключение составляют поясничная и паравертебральная блокады).

БПН как метод выбора

При определенных условиях БПН оказываются наиболее предпочтительным методом анестезии:

- У больных с выраженным нарушением функций *дыхательной* и *сердечно-сосудистой систем* опасно выполнять не только общую анестезию (падение АД, дыхательная недостаточность), но и СА, а также ЭА, в связи с чем при выполнении хирургических вмешательств на верхней или нижней конечности методом выбора являются периферические блокады. Кроме того, эта категория больных часто *длительное время* принимает препараты, снижающие свертываемость крови, например ацетилсалициловую кислоту, Клопидогрель и др., что делает невозможным выполнение

СА, и особенно ЭА, а отмена таких препаратов опасна. В случаях, когда отложить операцию на достаточный срок после отмены антикоагулянтов невозможно, выполнять нейроаксиальную анестезию не следует.

- У больных, страдающих *ревматическими заболеваниями*, открывание рта в полном объеме бывает ограничено и имеются патологические изменения в позвоночнике. Выполнение таким больным общей и нейроаксиальной анестезии связано со значительными трудностями и риском.

Можно привести и много других примеров, когда периферические блокады являются методом выбора (например, у больных, находящихся в состоянии алкогольного опьянения).

! Анестезиолог должен владеть техникой БПН верхней и нижней конечности, для того чтобы при необходимости воспользоваться этим методом анестезии.

При выполнении БПН у части больных достичь полной анестезии не удается (см. раздел 3).

Длительные блокады в лечении периоперационной боли

Многочисленные исследования показали, что для устранения боли после хирургических вмешательств на плечевом и коленном суставах выполнение периферических блокад более предпочтительно по сравнению с внутривенной контролируемой пациентом аналгезией (КПА) опиоидными анальгетиками. При больших операциях на коленном суставе длительная эпидуральная аналгезия достаточно эффективна, но из-за меньшего риска более предпочтительна БПН.

! При помощи длительных периферических блокад можно избежать развития тяжелых осложнений, которыми чреваты СА и ЭА. При выполнении БПН реже наблюдаются осложнения, характерные для опиоидов (в частности, тошнота, рвота, зуд).

При помощи периферического катетера можно достичь прицельной блокады определенных нервов пораженной конечности.

Это позволяет мобилизовать больного в более ранние сроки, если повреждена только одна конечность. Следует, однако, учесть, что блокада вызывает слабость мышц обезболиваемой конечности (опасность падений!).

! В отличие от эпидуральной блокады при БПН нет необходимости в длительной катетеризации мочевого пузыря.

Противопоказания к выполнению БПН менее строгие, чем к выполнению центральных регионарных блокад, поэтому во многих случаях, когда СА и ЭА противопоказаны или трудновыполнимы, можно подвести катетер к ложу периферических нервов и, вводя через него анестетик, осуществлять длительную периферическую блокаду.

Показания к длительным БПН

Наиболее важными показаниями к длительным периферическим регионарным блокадам являются:

- Боль в периоперационном периоде.
- Боль после травмы.
- Физиотерапевтические процедуры.
- Симпатиколиз.
- Боль в ампутационной культе или фантомная боль.
- Комплексный регионарный болевой синдром; болезнь Зудека.

2 Блокады периферических нервов

Большинство хирургических вмешательств на конечностях можно выполнять исключительно под регионарной анестезией. При вмешательствах на верхних конечностях выполняют *блокаду плечевого сплетения*, а при вмешательствах на нижних конечностях более предпочтительна *СА*.

Спинномозговая анестезия. К достоинствам этого метода анестезии относятся:

- Простота выполнения.
- Высокая частота достижения анальгетического эффекта.
- Отсутствие необходимости в длительной подготовке.

Периферические блокады. Для достижения полной анестезии нижней конечности при помощи периферических блокад в зависимости от области, в которой выполняется хирургическое вмешательство, часто бывает необходима блокада нервных стволов как поясничного (поясничная блокада, блокада бедренного нерва или его ветвей), так и крестцового (блокада седалищного нерва или его ветвей) сплетения. При БПН по сравнению с ЭА расходуется меньше местных анестетиков (МА), что, однако, при правильном введении раствора обычно позволяет достичь достаточной полноты анестезии. Тем не менее, возможны осложнения, обусловленные действием самого МА, например, судороги, остановка сердца.

Преимущества. Периферические блокады для достижения анестезии нижней конечности, в отличие от СА и общей анестезии, не оказывают влияния на кровообращение и дыхание. Прием антикоагулянтов не является абсолютным противопоказанием. Больным, находящимся в состоянии алкогольного опьянения, и больным с поражением верхних дыхательных путей желательно выполнять регионарную анестезию. При выраженных изменениях в позвоночнике, которые характерны, например, для больных с ревматическими заболеваниями, методом выбора являются БПН. В таблице 2.**1** приведены преимущества и недостатки существующих методов анестезии (общая анестезия, СА и БПН).

! БПН (особенно нижней конечности) – идеальный метод обезболивания у больных, относящихся к группе высокого риска.

Таблица 2.**1** Преимущества и недостатки периферических блокад, применяемых в качестве самостоятельного метода анестезии, по сравнению со спинномозговой и общей анестезией

	Общая анестезия	СА	БПН
Чрезмерные затраты времени	недостаток	недостаток	преимущество
Отсутствие эффекта	преимущество	иногда	недостаток
Угнетение дыхания и кровообращения	недостаток	недостаток	преимущество
Возможность выполнения на фоне антикоагулянтной терапии	преимущество	–	преимущество
Обезболивающий эффект продолжается в раннем послеоперационном периоде	недостаток	*	преимущество
Возможность длительного обезболивания	недостаток	недостаток	преимущество

* Трудно судить, так как боль часто появляется в общем отделении и меры, принимаемые для ее устранения, оказываются неадекватными.

Меры предосторожности. При БПН, когда используют относительно большой объем раствора МА или существует опасность попадания инъекционной иглы в артерию, непосредственно питающую головной мозг (например, при межлестничной блокаде), необходимо принять меры предосторожности. Они включают обеспечение периферического венозного доступа, готовность к выполнению интубации трахеи, ингаляцию 100% кислорода, а также доступность реанимационных средств. Следует выбрать МА, обладающий по возможности меньшей токсичностью, и придерживаться рекомендуемых доз. Вводить раствор МА следует медленно, наблюдая за состоянием больного.

Условия выполнения БПН:

- Налаженный периферический венозный доступ.
- Возможность ингаляции кислорода.
- Готовность к интубации трахеи и проведению искусственной вентиляции легких (ИВЛ).
- Наличие дефибриллятора и средств, необходимых для реанимации.

4 Принципы анестезии у больных с нарушением свертывания крови

Принципы введения и удаления катетера при БПН такие же, как и при нейроаксиальной анестезии (рис. 4.**1**, табл. 4.**1**).

При выполнении периферических блокад (за исключением блокады поясничного сплетения) больным, принимающим антикоагулянты для профилактики или лечения тромбоза, также необходимо взвешивать ожидаемую пользу от блокады и связанный с ней риск. Показано, что отмена антикоагулянтов (например, Аспирина, Клопидогреля) может отрицательно сказаться на состоянии больных, поэтому следует обсудить возможность выполнения операции на фоне лечения этими препаратами. Поскольку люмбальная пункция для выполнения СА или ЭА на фоне приема антикоагулянтов противопоказана, следует прибегнуть к БПН. Именно для этой категории больных БПН является наиболее подходящим методом анестезии для выполнения операции.

Методик с сознательным пунктированием сосудов (трансартериальная техника) следует избегать. Больные с нарушениями свертывания крови требуют повышенного внимания в связи с риском

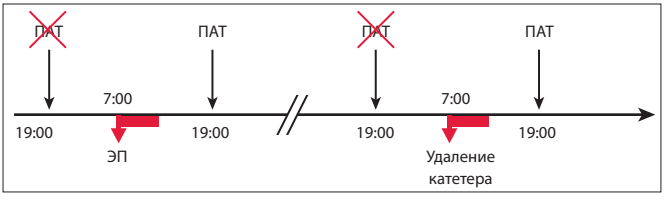


Рис. 4.**1** При выполнении блокад у больных, получающих профилактическую антикоагулянтную терапию (ПАТ) фондапаринуксом или ацетилсалициловой кислотой в сочетании с низкомолекулярным гепарином, последний прием антикоагулянтов должен производиться за 36–42 ч до эпидуральной пункции (ЭП) или удаления катетера из эпидурального пространства, а следующий за этим прием допускается не ранее чем через 6 ч после пункции или удаления катетера из эпидурального пространства (цит. по: Gogarten W, van Aken H, Büttner J et al. Rückenmarksnahe Regionalanästhesie und Thromboembolieprophylaxe/antithrombotische Medikation. Anästh Intensivmed 2007; 48:118).

Временной интервал до выполнения ЭП или удаления катетера.

Таблица 4.1 Рекомендуемые сроки приема антикоагулянтных препаратов до и после эпидуральной пункции и удаления катетера (цит. по: Gogarten W, Van Aken H, Büttner J et al. Rückenmarksnahe Regionalanästhesie und Thromboembolieprophylaxe/antithrombotische Medikation. Anästh Intensivmed 2007; 48:112)

	Последнее введение перед пункцией или удалением катетера*	Первое введение после пункции или удаления катетера*	Анализы
Нефракционированный гепарин (профилактика, ≤15 000 МЕ/сут.)	4 ч	1 ч	Количество тромбоцитов при длительности лечения >5 дней
Нефракционированный гепарин (лечение)	4–6 ч	1 ч	АЧТВ, (АВС), количество тромбоцитов
Фракционированный гепарин (профилактика)	12 ч	2–4 ч	Количество тромбоцитов при длительности лечения >5 дней
Фракционированный гепарин (лечение)	24 ч	2–4 ч	Количество тромбоцитов, (анти-Ха)
Фондапаринукс (профилактика, ≤2,5 мг/дл)	36–42 ч	6–12 ч	(анти-Ха)
Антагонисты витамина К	МНО	После удаления катетера	МНО
Гирудин (Лепирудин, Дезирудин)	8–10 ч	2–4 ч	АЧТВ, ЭВС
Аргатробан**	4 ч	2 ч	АЧТВ, ЭВС, АВС
Ацетилсалициловая кислота (100 мг)***	Не выполняют	Не выполняют	
Клопидогрель	7 сут.	После удаления катетера	
Тиклопидин	10 сут.	После удаления катетера	
НПВС	Не выполняют	Не выполняют	

* Все сроки приведены для больных с нормальной выделительной функцией почек.

** При печеночной недостаточности сроки удлиняются.

*** При комбинированном лечении с низкомолекулярным гепарином (НМГ): одно введение НМГ пропускают. Эпидуральную пункцию и операцию можно выполнять не ранее чем через 36–42 ч после последнего введения НМГ.

Таблица 4.**2** Рекомендуемые сроки приема антикоагулянтных препаратов до и после эпидуральной пункции и удаления катетера: дополнение (новые пероральные антитромботические средства)*

	Последнее введение перед пункцией или удалением катетера**	Первое введение после пункции или удаления катетера*
Ривароксабан	18 ч***	6 ч
Дабигатран	****	2–4 ч

* Данные фирм-производителей и официальные рекомендации, разработанные Обществом анестезиологов-реаниматологов Германии.
** При нормальной функции почек (при почечной недостаточности сроки удлиняются).
*** При травматичной пункции следующее введение ривароксабана откладывают на 24 ч.
**** Назначать дабигатран при не удаленном после операции эпидуральном катетере не рекомендуется; после удаления катетера при необходимости переходят на прием дабигатрана. Дабигатран принимают не раньше очередного запланированного парентерального введения антикоагулянта, который больной изначально получал.

осложнений. Сообщений о стойком повреждении нервов в результате образования гематомы после БПН нет.

! Периферические блокады, за исключением блокады поясничного сплетения и паравертебральной блокады, можно выполнять и у больных, принимающих антикоагулянты с профилактической и лечебной целью, взвесив преимущества и риск этого метода анестезии.

Новые антикоагулянты для приема внутрь ривароксабан и дабигатран в ранее разработанных рекомендациях не упоминаются. Приводимые в таблице 4.**2** рекомендации по применению этих антикоагулянтов разработаны фирмами-производителями. БПН (за исключением блокады поясничного сплетения) не противопоказаны также и на фоне приема этих препаратов.

Формула Кокграфта. Многие из упомянутых выше средств при сниженной выделительной функции почек могут кумулироваться. Существенным фактором для образования эпидуральной гематомы у пожилых больных является снижение выделительной функции почек. По формуле Кокграфта можно определить клиренс креатинина в зависимости от массы тела, уровня креатинина в сыворотке крови и пола больного.

Формула Кокграфта имеет вид:

$$\frac{(140 - \text{возраст}) \cdot \text{масса тела}}{72 \cdot \text{уровень креатинина в сыворотке крови}}.$$

У женщин значение умножается на 0,85.

5 Материалы

5.1 Иглы

5.1.1 Обычные иглы для инъекций

Выбор оптимальной иглы для выполнения периферической блокады зависит от целого ряда факторов.

Длина и диаметр иглы. В таблицах 5.**1**–5.**3** приводится информация о том, какой должна быть игла для выполнения анестезии тем или иным способом. Выбирая иглу, важно учесть, как будет вводиться анестетик: разово или длительно через катетер.

- Для одноразового введения МА используют относительно тонкие иглы (22G).
- Для длительного введения анестетика можно использовать системы двух типов:
  - пластиковую канюлю, через которую после удаления мандрена вводят катетер;
  - иглу, которая позволяет вводить катетер непосредственно через нее (см. ниже).

Кончик иглы. От конструкции кончика иглы существенно зависит легкость выполнения пункции и риск повреждения нерва. Возможность травмирования нерва различными типами игл и мандренов была изучена в многочисленных экспериментах, результаты которых порой противоречивы. В связи с большой редкостью случаев повреждения нервов у больных клинические данные о том, какие иглы реже вызывают повреждение нервов, основанные на принципах доказательной медицины, отсутствуют.

При использовании ЭНС следует обратить внимание на то, чтобы канюля до самого кончика была полностью изолирована и жидкость вытекала исключительно из ее среза (монополярные, или униполярные, канюли). Игла с острым срезом (под углом 15°) легче проходит через ткани, однако риск повреждения нерва при использовании такой иглы высок. Во всяком случае, иглы и мандрены, срезанные под углом 15°, следует применять под контролем ЭНС.

5.2 Инфузионные помпы

Эти устройства позволяют эффективно проводить длительную аналгезию, в том числе в режиме КПА. К помпе можно подключить стандартный контейнер объемом 200 мл, например, с раствором ропивакаина. Если нужен раствор более высокой концентрации, можно добавить 40 мл 1% раствора, что позволит получить 240 мл 0,33% раствора ропивакаина. Одно из преимуществ помп состоит в том, что заправлять их раствором МА надо реже, чем шприц инфузомата, емкость которого обычно не превышает 50 мл. Кроме того, такая помпа меньше ограничивает подвижность больного.

В клинической практике используют следующие типы помп:

- Deltec CADD Legacy PCA (SIMS Deltec);
- Pegasus-Vario-PCA (LogoMed).

Эластомерные помпы. Все больший интерес, особенно в амбулаторной практике, вызывают эластомерные помпы, которые позволяют вводить раствор МА (максимальный объем раствора 250 мл)

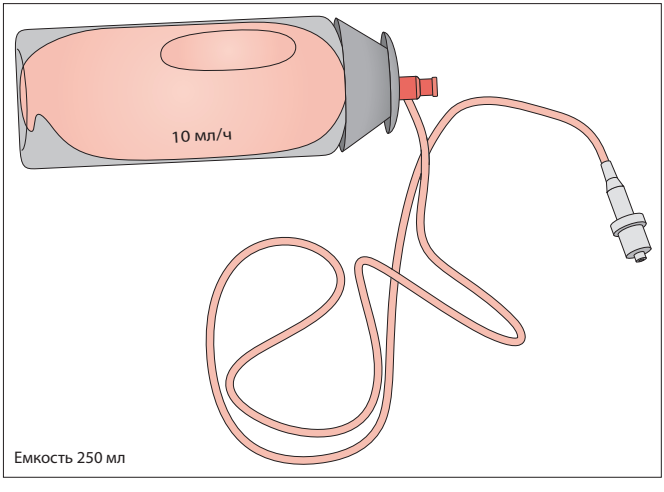


Рис. 5.**5** Эластомерная помпа.

6.2.4 Введение иглы в одной плоскости с УЗ-датчиком (рис. 6.2)

Иглу можно вводить в одной плоскости с датчиком (метод *in-plane*), при этом ее всегда следует располагать так, чтобы при введении она оказалась в визуализируемом датчиком поле. Для этого не следует располагать датчик под сильным наклоном к поверхности тела, а иглу вводить под углом к оси ультразвукового луча.

! Чем меньше угол между продольной осью датчика и иглой, тем хуже изображение иглы на мониторе (см. рис. 6.3).

Разработаны иглы нового образца с мелкими насечками, которые позволяют полнее отражать УЗ-сигнал; их можно вводить даже под очень большим углом наклона, не опасаясь ухудшения качества изображения (см. рис. 6.**3c, d**; также см. с. 38).

6.2.5 Введение иглы в разных плоскостях с УЗ-датчиком (см. рис. 6.4)

Иглу можно вводить и под прямым углом к плоскости ультразвукового луча. В таком случае она видна на экране в виде точки. При этом невозможно определить, как далеко располагается конец иглы от датчика. Небольшие качательные движения при проведении иглы или повторное введение небольших порций жидкости позволяют выяснить, где находится конец иглы.

! УЗ-изображение становится более отчетливым, если визуализируемый объект находится в движении.

При наклоне и смещении датчика не следует упускать из виду конец иглы. Датчик обычно располагают под прямым углом к исследуемым структурам – визуализация в поперечной плоскости (по короткой оси). Визуализируемый объект необходимо привести в центральную часть изображения. Вводить иглу следует на некотором расстоянии от датчика, чтобы, когда ее продвигают в поисках анатомических структур, располагающихся под датчиком, она была наклонена под очень крутым углом к поверхности тела.

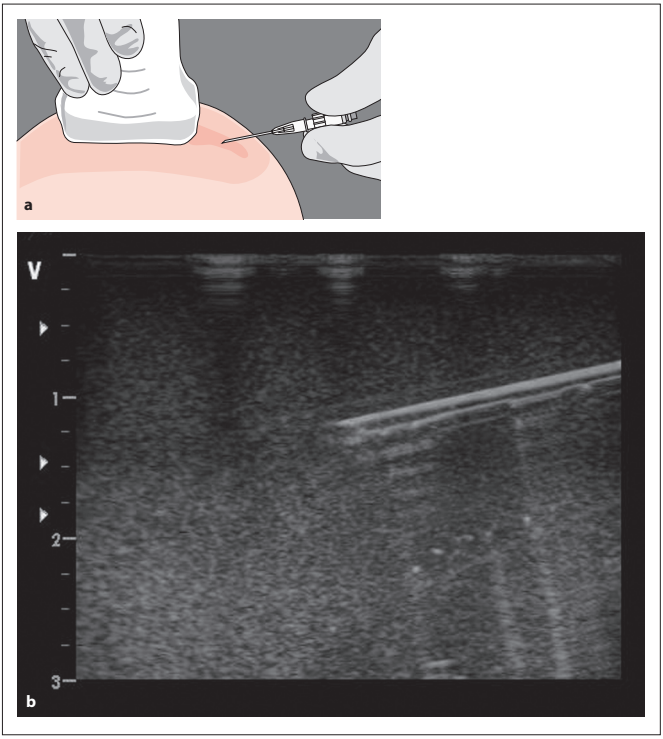
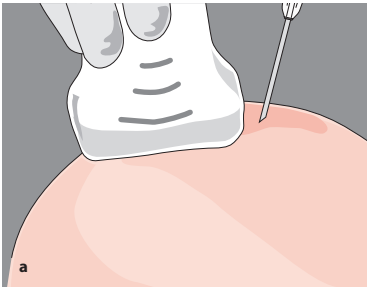


Рис. 6.**2** УЗ-контроль правильности введения иглы.
a Расположение иглы в одной плоскости с УЗ-датчиком.
b Ультрасонограмма: артефакт в виде двоения иглы (реверберация).

Получение изображения исследуемых структур

Изображение исследуемых структур можно получить, располагая датчик под прямым углом к исследуемым структурам (визуализация в поперечной плоскости (по *короткой оси*; см. рис. 6.**5**)) или параллельно им (визуализация по *длинной оси*; см. рис. 6.**6**). Обычно



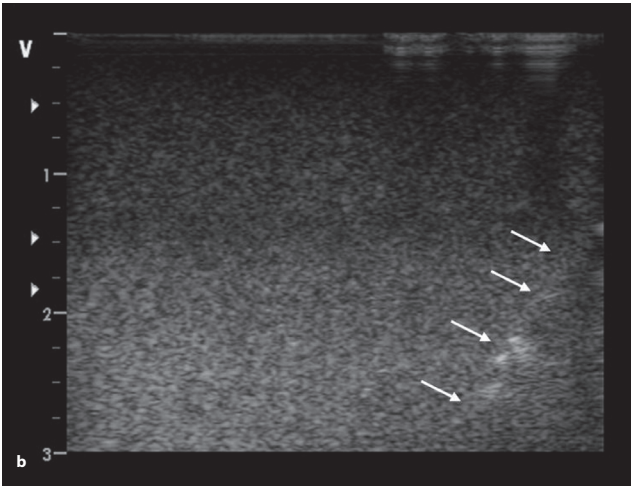


Рис. 6.**3** Расположение иглы в одной плоскости с УЗ-датчиком.
a Введение иглы под большим углом к поверхности кожи.
b Ультрасонограмма. При большом угле введения качество изображения иглы значительно ухудшается.