

ОГЛАВЛЕНИЕ

Авторский коллектив	5
Список сокращений	8
Введение	9
Список литературы	12

ГЛАВА 1. КЛЮЧЕВЫЕ ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОСУДИСТОГО ДОСТУПА.

12

1.1. Характеристика венозных сосудов для обеспечения сосудистого доступа.	12
1.2. Выбор венозного сосуда для катетеризации	13
1.3. Выбор магистрального венозного сосуда для катетеризации.	13
1.4. Показания для катетеризации центральных венозных сосудов.	14
1.5. Противопоказания для катетеризации центральных венозных сосудов	14
1.6. Выбор центрального венозного катетера	14
1.7. Инфекционный контроль при обеспечении сосудистого доступа.	15
1.8. Глубина введения центрального венозного катетера в зависимости от возраста.	17
1.9. Локализация дистального конца катетера.	18
1.10. Инструментарий и оборудование для катетеризации вен	21
Список литературы	24

ГЛАВА 2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ НАВИГАЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОСУДИСТОГО ДОСТУПА

25

2.1. Принципы ультразвуковой визуализации.	25
2.2. Требования к ультразвуковым аппаратам.	26
2.3. Сонографическая идентификация сосудов	26
2.4. Методики катетеризации сосудов.	31
Список литературы	36

ГЛАВА 3. ПУНКЦИЯ И КАТЕТЕРИЗАЦИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ВЕН

37

3.1. Пункция и катетеризация внутренней яремной вены	37
3.2. Пункция и катетеризация подключичной/подмышечной вены.	44
3.3. Пункция и катетеризация бедренной вены	51
3.4. Катетеризация магистральных сосудов через периферические вены	54
3.5. Катетеризация магистральных венозных сосудов посредством постановки глубоких венозных линий через периферические вены в неонатальной практике	72
3.6. Пункция и катетеризация периферических вен.	74
Список литературы	79

ГЛАВА 4. ПУНКЦИЯ И КАТЕТЕРИЗАЦИЯ АРТЕРИЙ

81

4.1. Анатомические особенности периферических артерий.	81
4.2. Анатомия лучевой и бедренной артерий.	81

4.3. Показания для пункции и катетеризации артерий	82
4.4. Противопоказания для пункции и катетеризации артерий	82
4.5. Методики пункции и катетеризации периферических артерий	82
4.6. Правила выбора области катетеризации.	82
4.7. Катетеризация лучевой артерии.	83
4.8. Пункция и катетеризация бедренной артерии	88
4.9. Катетеризация подмышечной артерии.	90
4.10. Катетеризация плечевой артерии	90
4.11. Осложнения катетеризации артерий	91
Список литературы	91
ГЛАВА 5. СОСУДИСТЫЙ ДОСТУП ДЛЯ ОПЕРАЦИЙ ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОЙ ГЕМОКОРРЕКЦИИ	93
Список литературы	94
ГЛАВА 6. УХОД ЗА СОСУДИСТЫМИ КАТЕТЕРАМИ	96
6.1. Фиксация катетера	96
6.2. Повязки	97
6.3. перевязка	98
6.4. Фильтры в линиях катетера	98
6.5. Промывание центрального венозного катетера	98
6.6. Инфузионные порт-системы	99
6.7. «Замок» для центрального венозного катетера.	100
6.8. Длительность использования катетеров и их замена	100
6.9. Замена катетера по проводнику	101
6.10. Удаление центрального венозного катетера.	101
6.11. Посев дистального конца катетера.	101
6.12. Терапия этаноловым «замком»	102
6.13. Катетер-ассоциированные тромботические осложнения	103
6.14. Тромболитическая терапия при катетер-ассоциированных тромбозах	106
6.15. Расчет показателей катетер-ассоциированных инфекций кровотока	108
Список литературы	110
ГЛАВА 7. ВНУТРИКОСТНЫЙ ДОСТУП	113
7.1. Анатомическое и физиологическое обоснование внутрикостного доступа	113
7.2. Ограничения для использования внутрикостного доступа	114
7.3. Оборудование для обеспечения внутрикостного доступа	114
7.4. Точки пункции для внутрикостного доступа	115
7.5. Методика внутрикостного доступа устройством BIG.	119
7.6. Осложнения внутрикостного доступа	121
Список литературы	122
ГЛАВА 8. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВАРИАНТЫ СОСУДИСТОГО ДОСТУПА	124
8.1. Подкожное введение жидкости	124
8.2. Особенности подкожного введения жидкости в педиатрии	126
8.3. Внутривенный доступ	127
Список литературы	128

ГЛАВА 2

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ НАВИГАЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОСУДИСТОГО ДОСТУПА

Использование ультразвука в режиме реального времени для поиска и катетеризации сосудов существенно повысило показатель успешности и безопасности процедуры, позволило увеличить вероятность установки катетера с первой попытки и сократить время для обеспечения сосудистого доступа [1 – 3].

2.1. ПРИНЦИПЫ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Ультразвук — это звуковые волны с частотой колебаний выше порога восприятия человеческим ухом (более 20 000 циклов в секунду). Частоты, используемые в клинической практике, находятся в диапазоне от 1 до 20 МГц. Медицинские УЗ-датчики изготовлены из пьезоэлектрических материалов, которые генерируют и принимают УЗ-волны. Звуковая волна, возникшая за счет преобразования электрического сигнала в звуковую энергию, проходя через исследуемые ткани, отражается или рассеивается. Информацию о структуре ткани несет энергия, полученная от отраженного эхо, которая преобразуется датчиком в электрический сигнал для дальнейшей обработки и получения звуковых изображений.

2.1.1. Эффект Допплера

УЗ-метод исследования позволяет получать не только информацию о структурном состоянии органов и тканей, но и характеризовать потоки в сосудах.

Эффект Допплера возникает, когда источник УЗ-волны и отражатель движутся относительно друг друга. Перемещение объектов, отражающих УЗ-волну, приводит к изменению ее частоты, которая зависит от скорости отражателей и угла, под которым излучается УЗ-волна. Эритроциты являются основными отражателями и производят доплеровский эффект в клинической медицине.

В режиме доплеровского цветового картирования кодируется цвет на основании полученных частот и предоставляется информация о направлении движения (синий цвет указывает

направление потока от ультразвукового датчика, в то время как красный цвет указывает на движение потока к нему).

Импульсный доплер позволяет различать артерию и вену по скорости кровотока.

2.1.2. Артефакты

Артефакт в УЗ-диагностике — это появление на изображении несуществующих структур или отсутствие существующих, неточные их размеры, расположение, очертания и яркость. Ряд основных артефактов включают реверберацию, преломление, эффект акустической тени, дистальное усиление.

Реверберация наблюдается в том случае, если УЗ-импульс попадает между двумя или более отражающими поверхностями. Артефакт реверберации обычно проявляется как неоднократно дублированное изображение (рис. 2.1).

Артефакт акустической тени возникает за сильно отражающими или сильно поглощающими ультразвук структурами (рис. 2.2).

Артефакт дистального псевдоусиления сигнала возникает позади слабо поглощающих ультразвук структур; как правило, это полости, содержащие жидкость (рис. 2.3).

2.2. ТРЕБОВАНИЯ К УЛЬТРАЗВУКОВЫМ АППАРАТАМ

- Мобильность (портативность).
- Удобный интерфейс, позволяющий пользователю выбирать режимы сканирования, глубину, тип исследования и т.д.
- Высокое качество УЗ-изображения.
- Широкий спектр подключаемой периферии.

При пункции и катетеризации сосудов используют, как правило, линейный датчик с частотой более 7 МГц, который дает УЗ-изображение с прямоугольным полем зрения. При необходимости сканирования ограниченной по площади поверхности используют компактный линейный (клюшкови́дный) датчик (рис. 2.4). Конвексный датчик дает изображение в формате сектора и полезен при исследовании глубоко лежащих структур.

2.3. СОНОГРАФИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ СОСУДОВ

Сосуды визуализируют как анэхогенные образования с четким контуром. В перпендикулярной плоскости сканирования артерии

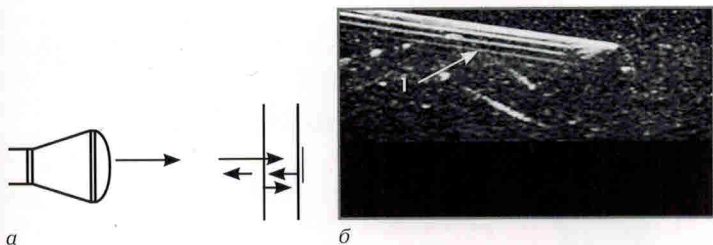


Рис. 2.1. Артефакт иглы: *а* — схематичный рисунок; *б* — ультразвуковая картина (1 — реверберация)

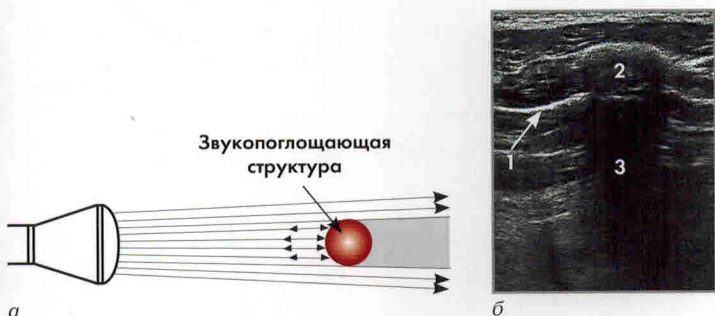


Рис. 2.2. Артефакт акустической тени: *а* — схематичный рисунок; *б* — ультразвуковая картина (1 — плевра; 2 — ребро; 3 — акустическая тень)

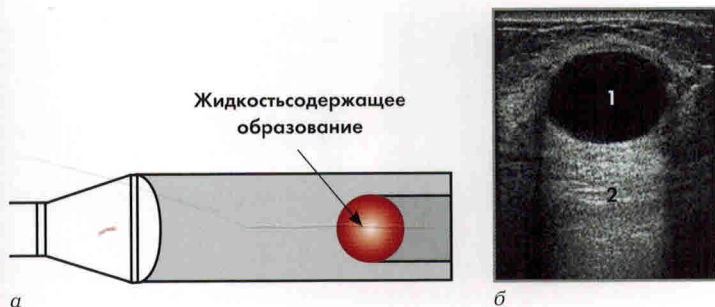
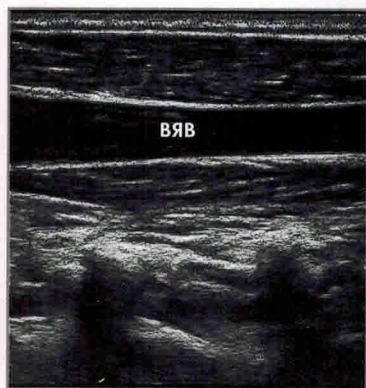


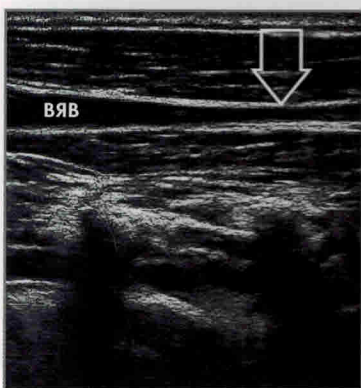
Рис. 2.3. Артефакт дистального псевдоусиления сигнала: *а* — схематичный рисунок (1 — жидкостьсодержащее образование); *б* — ультразвуковая картина (1 — сосуд; 2 — артефакт)



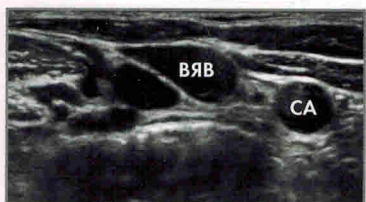
Рис. 2.4. Линейный (клюшководный) датчик



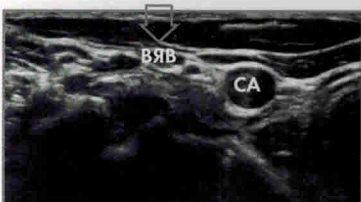
а



б



в



г

Рис. 2.5. Сдавление внутренней яремной вены при легком надавливании УЗ-датчиком: *а* — продольное сканирование внутренней яремной вены; *б* — легкое давление датчиком при продольном сканировании внутренней яремной вены; *в* — поперечное сканирование внутренней яремной вены; *г* — легкое давление датчиком при поперечном сканировании внутренней яремной вены. ВЯВ — внутренняя яремная вена; СА — сонная артерия

ГЛАВА 4

ПУНКЦИЯ И КАТЕТЕРИЗАЦИЯ АРТЕРИЙ

Катетеризация артерий является довольно частой инвазивной процедурой, выполняемой в ОРИТ [1]. Наиболее часто катетеризируют лучевую и бедренную, значительно реже — подмышечную артерию и артерию тыла стопы [2]. В связи с риском трудноустраняемой диссекции и ишемии верхней конечности настоятельно не рекомендуют катетеризировать плечевую артерию.

4.1. АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ АРТЕРИЙ

Основными анатомическими особенностями периферических артерий, делающих их привлекательными для пункции и катетеризации, являются большой диаметр, наличие четких анатомических ориентиров, позволяющих их идентифицировать, и относительно легкая доступность, а также безопасность манипуляции.

4.2. АНАТОМИЯ ЛУЧЕВОЙ И БЕДРЕННОЙ АРТЕРИЙ

Лучевая артерия является продолжением плечевой артерии на медиальной поверхности предплечья. В области нижней трети предплечья, где мышцы переходят в сухожилия, лучевая артерия прикрыта с поверхности лишь фасцией и кожей, что делает ее легкодоступной для пункции и катетеризации. Дойдя до верхушки шиловидного отростка лучевой кости, лучевая артерия переходит на тыл, огибая латеральный край запястья и располагаясь в так называемой табакерке, откуда выходит на ладонь.

Бедренная артерия является продолжением наружной подвздошной артерии, выходит на бедро через *lacuna vasorum* под паховой складкой, проходит через все бедро, достигает подколенной ямки, где и впадает в подколенную артерию. В области бедренного треугольника, где чаще всего выполняются пункция и катетеризация, бедренная артерия расположена между бедренным нервом и бедренной веной (см. рис. 3.12).

4.3. ПОКАЗАНИЯ ДЛЯ ПУНКЦИИ И КАТЕТЕРИЗАЦИИ АРТЕРИЙ

- Забор проб артериальной крови для исследования газового состава и кислотно-основного состояния.
- Инвазивный мониторинг артериального давления и посредством оценки формы пульсовой волны — производных показателей (вариабельность пульсового давления и ударного объема, dPmax, непрерывный мониторинг сердечного выброса).
- Применение интрааортальной баллонной контрапульсации.
- Внутриаортальное введение лекарственных препаратов.
- Вспомогательное кровообращение.
- Рентген-хирургические эндоваскулярные процедуры.

4.4. ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ ДЛЯ ПУНКЦИИ И КАТЕТЕРИЗАЦИИ АРТЕРИЙ

- Наличие синтетического сосудистого трансплантата.
- Неадекватное кровоснабжение конечности.
- Заболевания периферических артерий (синдром Такаясу).

4.5. МЕТОДИКИ ПУНКЦИИ И КАТЕТЕРИЗАЦИИ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ АРТЕРИЙ

Для катетеризации могут быть использованы лучевая, локтевая, подмышечная, бедренная, задняя большеберцовая артерии и тыльная артерия стопы.

4.6. ПРАВИЛА ВЫБОРА ОБЛАСТИ КАТЕТЕРИЗАЦИИ

1. Приоритетной является катетеризация дистальных артерий.
2. Предварительная оценка коллатерального кровоснабжения дистальнее места пункции (для лучевой, локтевой, задней большеберцовой артерии и тыльной артерии стопы) — проба Аллена.
3. При катетеризации артерий верхней конечности приоритетным является ее выполнение на недоминантной конечности.
4. Если ипсилатеральная дистальная артерия конечности была неудачно пунктирована, то для катетеризации выбирают артерию другой конечности.

У новорожденных для катетеризации периферических артерий используются катетеры 22 — 24 G, у подростков и взрослых пациентов — 20 G (табл. 4.1, 4.2).

Таблица 4.1. Выбор катетера для обеспечения артериального доступа у детей

Масса тела, кг	Лучевая артерия, артерии тыла стопы, задняя большеберцовая артерия	Плечевая артерия
Менее 2	24 G	—
2,0 – 5,0	22 G	24 G
5,0 – 30,0	22 G	22 G
Более 30	20 G	22 G

Таблица 4.2. Выбор катетера для обеспечения артериального доступа у детей и подростков

Масса тела, кг	Бедренная, подмышечная артерии	
	диаметр катетера	глубина введения
Менее 10	2,5 F	5
10 – 50	3,0 F	8
Более 50	4,0 F	12

6. Перед пункцией необходимо собрать систему, заполненную раствором гепарина (0,5 – 1,0 ЕД гепарина на 1 мл 0,9% раствора натрия хлорида).

7. Для поверхностной анестезии кожи перед пункцией лучевой артерии используется 5% крем EMLA, который наносят на кожу около 2 – 3 мм толщиной.

4.7. КАТЕТЕРИЗАЦИЯ ЛУЧЕВОЙ АРТЕРИИ

Лучевая артерия является наиболее предпочтительным местом для артериальной катетеризации из-за адекватного коллатерального кровоснабжения, низкой частоты осложнений и легкой доступности.

Диаметр лучевой артерии у взрослых в среднем составляет $2,2 - 2,3 \pm 0,4$ мм, а у детей — $1,2 - 1,3 \pm 0,2$ мм [3, 4].

Расстояние от кожи до лучевой артерии у взрослых и детей составляет $2,5 \pm 0,3$ мм и $2,3 \pm 0,7$ мм [5, 6] соответственно.

Тестом, свидетельствующим о возможности катетеризации лучевой артерии, является отрицательная проба Аллена.

4.7.1. Оригинальный тест Аллена

Пациенту предлагают одновременно сжимать оба кулака в течение минуты. Затем одновременно надавливают на обе лучевые артерии, пациента просят разжать кулаки и сравнивают цвет ладоней и пальцев на обеих руках. Первоначальная бледность

должна быстро замениться розовым цветом. Положительный результат теста регистрируется при покраснении ладони в течение 7 с, отрицательный — при покраснении более чем за 15 с. В интервале от 8 до 15 с тест считается сомнительным [7]. По ряду данных, чувствительность и специфичность теста являются низкими.

4.7.2. Модифицированный тест Аллена

В модифицированном тесте Аллена проверяют только одну руку, которую пациенту предлагают поднять и сжимать кулак примерно в течение 30 с. Затем сдавливают локтевую и лучевую артерии. Кулак просят разжать, при этом кожа кисти должна стать бледной. После прекращения давления на локтевую артерию цвет кожи должен восстановиться в течение 5–15 с (рис. 4.1). Если цвет кожи не восстанавливается, тест считается отрицательным.

Одновременно сдавливают лучевую и локтевую артерии до тех пор, пока кожа кисти не станет бледной (рис. 4.1, а). После прекращения сдавливания локтевой артерии кожа приобретает нормальную окраску (рис. 4.1, б).

У новорожденных и детей первых месяцев жизни для оценки коллатерального кровоснабжения тест Аллена выполняют



а



б

Рис. 4.1. Тест Аллена: а — бледный кожный покров кисти после одновременного сдавливания лучевой и локтевой артерий; б — восстановление окраски кожного покрова кисти после прекращения сдавливания лучевой и локтевой артерий

следующим образом: запястье ребенка осторожно сдавливают двумя руками на несколько секунд для прекращения кровотока по лучевой и локтевой артериям. Свидетельством прекращения кровотока в кисти является побледнение кожи кисти. Когда кисть бледнеет, надавливание прекращают и оценивают цвет кожи ладони и пальцев. Если кожа кисти розовеет в течение 3–5 с, это значит, что имеется хороший кровоток по локтевой артерии и можно выполнять пункцию лучевой артерии. Если цвет кожи кисти и пальцев не восстанавливается в течение более чем 10 с, это означает, что кровоток локтевой артерии недостаточный. В последнем случае пункция лучевой артерии противопоказана.

Поскольку модифицированный тест Аллена имеет низкую чувствительность для определения коллатерального кровообращения в кисти, рекомендуется перед катетеризацией лучевой артерии выполнять модифицированный тест Аллена с использованием ультразвука и цветовой доплерографии [8, 9].

4.7.3. Тест Барбо

Тест Барбо представляет собой модификацию теста Аллена с дополнением его регистрацией плетизмографической волны

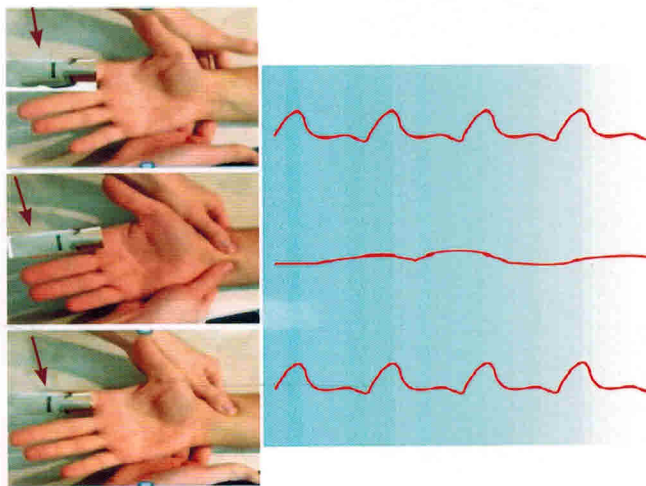


Рис. 4.2. Тест Барбо. Нижняя плетизмографическая кривая свидетельствует о проходимости лучевой артерии. Стрелкой указан датчик пульсоксиметра

с пульсоксиметра на фоне сдавливания лучевой и локтевой артерий [10]. Датчик пульсоксиметра располагают на указательном пальце (рис. 4.2).

4.7.4. Техника катетеризации лучевой артерии

Положение больного лежа на спине. Рука разогнута в запястном суставе (для лучшего разгибания под запястье помещают валик). Кисть расположена ладонью вверх (рис. 4.3). Кожу и подкожную клетчатку инфильтрируют раствором местного анестетика, что, с одной стороны, купирует боль при манипуляции, с другой — профилактирует спазм артерии.

Пункцию осуществляют под углом 45° в области пальпации пульса у дистального конца лучевой кости специальным катетером 20 G с иглой, срез которой направлен вверх (рис. 4.4). При медленном приближении к артерии возникает ощущение передаточной пульсации. На корректное положение иглы в артерии указывает поступление в шприц алой пульсирующей крови. После этого катетер проводят еще на 1–2 мм. Если кровь не появилась, катетер извлекают и повторяют пункцию под углом 60° . При появлении признаков ишемии кисти и/или пальцев катетер удаляют.



Рис. 4.3. Положение кисти и предплечья для пункции лучевой артерии

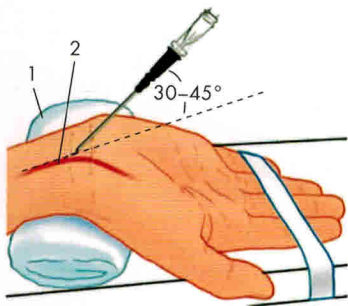


Рис. 4.4. Пункция и катетеризация лучевой артерии: 1 — валик; 2 — лучевая артерия