

ФГБОУ ВО "Красноярский государственный медицинский университет  
имени профессора В.Ф.Войно-Ясенецкого" Министерства  
здравоохранения Российской Федерации

Кафедра анестезиологии и реаниматологии ИПО

Зав .кафедрой: ДМН, профессор Грицан А. И.

Реферат на тему: «Катетеризация сосудов под контролем  
ультразвука».

Выполнил: Ординатор кафедры  
анестезиологии и реаниматологии  
Шуть Е.В.

Красноярск 2019

# Оглавление

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ПРИНЦИПЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТКАНЕЙ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ИГЛЫ И КАТЕТЕРА С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКА .....	4
ИДЕНТИФИКАЦИЯ СОСУДОВ .....	6
МЕТОДИКИ КАТЕТЕРИЗАЦИИ СОСУДОВ .....	7
Катетеризация вены по длинной оси .....	7
Катетеризация вены по короткой оси .....	7
КАТЕТЕРИЗАЦИЯ ВНУТРЕННЕЙ ЯРЕМНОЙ ВЕНЫ .....	9
КАТЕТЕРИЗАЦИЯ ПОДКЛЮЧИЧНОЙ ВЕНЫ.....	10
КАТЕТЕРИЗАЦИЯ БЕДРЕННОЙ ВЕНЫ.....	12
ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТЕРИЛЬНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ КАТЕТЕРИЗАЦИИ СОСУДОВ ПОД УЛЬТРАЗВУКОВЫМ КОНТРОЛЕМ. .....	13
Список литературы .....	14

## ВВЕДЕНИЕ

Ультразвук был введен в клиническую практику в начале 1970-х годов и в настоящее время широко используется в медицине. Прогресс в области компьютерных технологий сделал ультразвуковые аппараты доступными, портативными и способными показывать изображения тканей и потока крови с высоким разрешением.

Хотя процедура катетеризации центральных сосудов выполняется часто и является неотъемлемой частью медицинского обучения и практики, она может сопровождаться рядом с осложнений. В зависимости от характеристики пациентов, ориентировочный метод сосудистой катетеризации связан с 60-95% успеха. В 2003 г. в Соединенных Штатах отмечено проведение более 5 миллионов катетеризаций центральных вен, при этом частота механических осложнений колебалась от 5% до 19%.

Наиболее частыми осложнениями катетеризации внутренних яремных вен являются попадание в артерию и гематома. Наиболее распространенным осложнением катетеризации подключичной вены является пневмоторакс. Частота механических осложнений возрастает в шесть раз, когда выполняется более чем три попытки одним и тем же оператором.

Использование ультразвукового исследования (УЗИ) до или во время катетеризации значительно повышает вероятность успеха с первой попытки и уменьшает частоту осложнений. После выполнения двух неудачных попыток пункции сосуда одним и тем же оператором следующую попытку, когда это возможно, необходимо выполнить под контролем ультразвука.

## ПРИНЦИПЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТКАНЕЙ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ИГЛЫ И КАТЕТЕРА С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКА

Методы, используемые для ультразвуковой визуализации сосудистых структур и окружающей анатомии, включают серошкальное двухмерное (2D) изображение, цветовую и спектральную доплерографию. Оператору необходимо иметь представление об ориентации датчика, изображении на дисплее, физике ультразвука, механизме генерации изображения, артефактах и уметь интерпретировать 2D изображения просвета сосуда и окружающих структур. Этот метод также требует приобретения необходимых навыков в проведении манипуляций иглой и датчиком, руководствуясь изображением на дисплее. Дополнительное использование цветового доплеровского картирования, подтверждающее наличие и направление потока крови, требует понимания механизмов и недостатков анализа и отображения цветового доплера.

Двухмерное изображение нужного сосуда обычно отображается либо по длинной оси (long axis (LAX)), либо по короткой оси (short axis (SAX)), у каждого метода есть свои преимущества и недостатки при проведении иглы под нужным углом и на нужную глубину.

Изображение в SAX обзоре позволяет одновременно визуализировать срез тела иглы и окружающие анатомические структуры, однако данная проекция не отображает всю длину иглы и не обеспечивает в ходе проведения манипуляции понимания глубины введения.

Катетеризация под контролем ультразвука в LAX обзоре дает возможность визуализировать всю иглу и глубину введения, и тем самым позволяет учитывать анатомические вариации по ходу прохождения иглы по мере того как игла продвигается глубже в пределах участка сосудистого доступа.

Ультразвуковой аппарат, используемый для катетеризации сосудов должен обладать следующими режимами визуализации: серошкальным двухмерным, цветовым доплеровским картированием, спектральным доплером. Применяются линейные высокочастотные (>7 МГц) ультразвуковые датчики, так как обеспечивают лучшее разрешение поверхностных структур в непосредственной близости от поверхности кожи.

Сторона маркировки на датчике соответствует значку на экране (по умолчанию – левый верхний угол). Эта маркировка может быть малопонятной,

особенно при помещении датчика в чехол для создания стерильности. Простым приемом определения стороны датчика является создание небольшого внешнего давления с одной стороны датчика. Для выполнения манипуляции важно правильно ориентировать датчик. Ультразвуковой датчик удерживают так, чтобы каждая часть экрана отображала ипсилатеральные структуры. Ипсилатеральное положение ориентирует датчик так, чтобы правая половина экрана соответствовала правой стороне больного, а левая половина экрана – левой стороне больного. Это облегчает проведение манипуляций под прямым визуальным контролем, поскольку при ипсилатеральном положении датчика отклонение иглы вправо приведет ее визуальному смещению на экране монитора вправо, при отклонении иглы влево – игла на экране также сместится влево. При контралатеральном положении датчика отклонение иглы вправо приведет ее визуальному смещению на экране монитора влево, а при отклонении иглы влево – игла на экране сместится вправо. При контралатеральном позиционировании датчика левая часть экрана отображает структуры, относящиеся к правой стороне пациента, а правая к левой.

Ультразвуковой контроль для обеспечения сосудистого доступа наиболее эффективен при его использовании в режиме реального времени (во время продвижения иглы). Иглу визуализируют на дисплее, направляют к целевому сосуду и продвигают на соответствующую глубину.

Статическая ультразвуковая визуализация использует ультразвук для идентификации места ввода иглы в кожу над сосудом. Под контролем ультразвука производит разметку на коже для дальнейшей катетеризации вслепую. Как статическое, так и УЗИ в реальном времени превосходит традиционный подход, руководствующийся ориентирами.

Катетеризацию под ультразвуковым контролем в реальном времени обычно может выполнять один или два оператора. Если катетеризацию выполняет один оператор, то недоминирующей рукой он держит датчик, а доминирующей рукой управляет иглой. Визуально успешную пункцию подтверждают аспирацией крови, датчик откладывают в сторону и проводят традиционную катетеризацию вены. Если катетеризацию осуществляют двое, то один выполняет УЗИ навигацию области центральной вены в

режиме реального времени, а другой - катетеризацию.

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ СОСУДОВ

Основными различиями вены от артерии на ультразвуковом 2D изображении являются неправильная форма вены (артерия как правило круглая), стенки артерии более толстые, но главным отличием является признак сжимаемости вены при небольшом внешнем поверхностном надавливании. Отсутствие сжимаемости вены свидетельствует о наличии тромба. Включение доплера помогает отличить вену от артерии.

Артериальный кровоток виден только в систолу. Венозный кровоток виден в систоле и в диастоле. Необходимо помнить, что цвет не определяет характер кровотока (венозный или артериальный), а зависит от направления потока (от датчика или к датчику) По умолчанию аппарат красным цветом маркирует поток крови, направленный к датчику, а синим – от датчика. Изменение наклона датчика может приводить к изменению цвета сосуда на экране ультразвукового аппарата. При строго перпендикулярной постановке датчика к оси сосуда, одновременно могут быть различные цвета или цвет может отсутствовать, поскольку аппарат не может определить направление тока крови.

Артериальный кровоток имеет преимущественно систолический компонент и большую скорость по сравнению с венозным кровотоком, который имеет систолический и диастолический компонент и значительно более низкую скорость.

## МЕТОДИКИ КАТЕТЕРИЗАЦИИ СОСУДОВ

### Катетеризация вены по длинной оси

Для катетеризации вены по LAX необходимо выполнить продольное сканирование вены. Если не получается осуществить сканирование вены в плоскости LAX, то выполняется прием разворота датчика из SAX в LAX по двум точкам. Для этого недоминирующей рукой проводится сканирование немного выше места предполагаемой пункции, вена ориентируется посередине экрана, что соответствует середине датчика. Доминирующей рукой осуществляют разметку на коже. Затем датчик проводят дальше предполагаемой точки пункции и снова ориентируют вену посередине экрана. Ставят вторую метку. Эти две метки позволяют создать линию, по которой производится разворот датчика для визуализации вены в продольной плоскости. При пункции и катетеризации вены по длинной оси, продвижение кончика и тела иглы визуально контролируется в течение всего времени пункции вены, также контролируется заведение проводника в вену.

Методика выполнения катетеризации по длинной оси имеет вариант ее выполнения одним оператором без аспирационной пробы. При катетеризации без аспирационной пробы перед началом процедуры к игле подсоединяют футляр с J-образным проводником. Визуализируют вену по LAX, под постоянным продольным УЗ контролем продвигают иглу до передней стенки вены и осуществляют ее пункцию. После определения иглы в просвете вены тотчас, без аспирации, вводят J-образный проводник.

### Катетеризация вены по короткой оси

При катетеризации вены по SAX кончик иглы визуализируется на экране в виде точки только в месте пересечения иглы и плоскости сканирования. В процессе проведения пункции продвижение иглы не видно, поэтому основной проблемой катетеризации является отклонение иглы от желаемой траектории. Подобное отклонение может приводить к пункции двух стенок вены еще до того, как игла достигнет плоскости сканирования. Для того, чтобы избежать подобного осложнения существуют несколько методик пункции вены по короткой оси.

Пункция вены по короткой оси методикой «треугольников».

Методика «треугольников» основана на расчете катетов и углов прямоугольного треугольника. Датчик ставится строго перпендикулярно коже, образуя угол  $90^\circ$ . Отмечается глубина расположения стенки вены. Такое же расстояние откладывается на коже. Равные катеты прямоугольного

треугольника определяют угол в треугольнике у гипотенузы равным  $45^\circ$ . Соблюдение угла вкола  $45^\circ$  позволит достигнуть места входа иглы в вену как раз в плоскости визуализации.

Пункция вены по короткой оси методикой «сверху вниз».

Методика «сверху вниз» регламентирует ориентировочный проход иглой в поверхностных слоях относительно вены. Изначально игла вводится под более острым углом, чем необходимо, над сосудом. Обязательная визуализация этого предварительного хода иглы позволяет определить насколько произошло отклонение от срединной линии и предотвратить прокол двух стенок. Коррекция траектории движения иглы осуществляется уже с учетом полученной информации.

Пункция вены по короткой оси методикой «движения перед иглой».

В основе методики «движения перед иглой» также лежит появление иглы на экране монитора выше вены. Обязательным условием является расположение кончика

иглы в непосредственной близости над веной так, чтобы дальнейшее продвижение иглы гарантировало ее попадание в сосуд. Важно соблюдать принцип «движения перед иглой»: сначала немного сдвигается датчик, затем продвигается игла до появления ее кончика на экране.

Эффект сжатия вены иглой при ее пункции. Как правило, передняя стенка вены сдавливается, когда игла приближается к вене. Вена приобретает свою нормальную форму после того, как игла проникает через ее стенку. Эффект сжатия прерывается, когда игла входит в вену (о чем говорит аспирация крови в шприц) и сосуд принимает свою нормальную форму. При низком давлении в вене, она может частично или полностью сжиматься во время продвижения иглы, в результате чего передняя и задняя стенки могут быть проколоты без аспирации крови в шприц.

## КАТЕТЕРИЗАЦИЯ ВНУТРЕННЕЙ ЯРЕМНОЙ ВЕНЫ

Внутренняя яремная вена выходит из наружного яремного отверстия в основании черепа кзади от внутренней сонной артерии и, направляясь каудально, смещается к переднелатеральному положению (по отношению к сонной артерии). Исследователи Дэнис и Уретски (1991) показали, что внутренняя яремная вена расположена в переднебоковом положении от внутренней сонной артерии у 92% пациентов, у 1% - более 1 см латеральнее сонной артерии, у 2% - медиальнее сонной артерии, у 5,5% - кнаружи.

Подготовка пациента для катетеризации под ультразвуком не отличается от традиционной методики. Пациента укладывают на спину, голову поворачивают в противоположную сторону. Вероятность перекрытия внутренней яремной веной сонной артерии увеличивалась при повороте головы в контралатеральную сторону от 0 до 40 и 80 град.

Производят ипсилатеральное сканирование сосудов в поперечной плоскости. Идентифицируют внутреннюю яремную вену по принципам, изложенным выше. Диаметр внутренней яремной вены изменяется в зависимости от положения и волемиического статуса пациента. При катетеризации внутренней яремной вены, если это не противопоказано, пациенты должны быть помещены в положение Тределенбурга для увеличения диаметра вены и уменьшения риска воздушной эмболии. Проба Вальсальвы также увеличивает диаметр вен и особенно полезна у пациентов с гиповолемией.

Пункцию вены производят по короткой или длинной оси. Появление крови в шприце свидетельствует о том, что игла попала в просвет внутренней яремной вены. Отделяют шприц от иглы и проводят катетеризацию вены по методу Сельдингера. Для этого через просвет иглы в вену вводят проводник. Иглу удаляют, проводник остается в вене. Целесообразно с помощью ультразвука убедиться в нахождении проводника в полости внутренней яремной вены. Затем по проводнику поступательными вращательными движениями вводят катетер. Проводник извлекают. Проверяют правильность нахождения катетера.

Использование ультразвука для пункции и катетеризации внутренней яремной вены в реальном времени, когда это возможно, для идентификации вены, повышает вероятность катетеризации с первой попытки, а также уменьшения вероятности повреждения сонной артерии.

## КАТЕТЕРИЗАЦИЯ ПОДКЛЮЧИЧНОЙ ВЕНЫ

Преимуществами использования подключичной вены для центрального венозного доступа являются: постоянные для всех поверхностные анатомические ориентиры и локализация вены, комфорт для пациента, и более низкий риск инфицирования. В отличие от катетеризации внутренней яремной вены, при которой непреднамеренная травма соседней сонной артерии может поставить под угрозу кровообращение мозга, непреднамеренная травма расположенной рядом подключичной артерии во время катетеризации подключичной вены приводит к менее серьезным осложнениям.

Подготовка пациента для катетеризации под ультразвуковым контролем схожа с традиционным подходом. Поскольку костная ткань ключицы у взрослых непроницаема для ультразвука, основная особенность катетеризации подключичной вены из подключичного доступа под контролем ультразвука заключается в том, что визуализацию и пункцию вены производят до перехода вены под ключицу. Пациента укладывают на спину, руки вдоль тела, голова повернута в противоположную сторону. Датчик ориентирует изображение подключичной вены по SAX во фронтальной плоскости. Маркировку направляют ипсилатерально. Для облегчения поиска вены выполняют ее сканирование в поперечной плоскости от подмышечной впадины до перехода под ключицу.

Нужно иметь в виду, что образование подключичной вены происходит при слиянии *v. axillaris* и *v. cephalica*. Это слияние может происходить близко от перехода подключичной вены под ключицу. Пункцировать вену целесообразнее после слияния.

Оптимальным местом пункции является место перехода вены под ключицу. У астеничных людей плевральная полость может находиться в непосредственной близости от подключичной вены. Важно различать подключичную вену и подключичную артерию. Анатомически под ключицей сначала скрывается артерия, затем вена. Определению подключичной вены может способствовать умеренное надавливание датчиком или пальцем - вена будет сжиматься. Включение цветового доплера с наклоном латерально приведет к тому, что артериальный кровоток на экране будет отображаться синим (поток крови движется от датчика), в то время как венозный кровоток будет красным (поток крови движется к датчику).

Пункцию вены производят по короткой оси. Появление крови в шприце свидетельствует о том, что игла попала в просвет внутренней яремной вены.

Отделяют шприц от иглы и проводят катетеризацию вены по методу Сельдингера. Целесообразно с помощью ультразвука убедиться в нахождении проводника в полости вены. Затем по проводнику поступательными вращательными движениями вводят катетер. Проводник извлекают. Проверяют правильность нахождения катетера.

Использование ультразвука для пункции и катетеризации подключичной вены в реальном времени у пациентов с низким риском осложнений не является обязательным

Пациентам с высоким риском осложнений, когда это возможно, рекомендуется использовать ультразвуковое исследование подключичной вены перед попыткой катетеризации и/или в выполнение катетеризации под ультразвуковым контролем в режиме реального времени.

При выполнении более чем двух неудачных попыток катетеризации подключичной вены, дальнейшие попытки необходимо проводить под ультразвуковым контролем.

## КАТЕТЕРИЗАЦИЯ БЕДРЕННОЙ ВЕНЫ

Общая бедренная артерия и бедренная вена лежат в пределах бедренного треугольника. Верхней границей этого треугольника является паховая связка, медиальная граница образована длинной приводящей мышцей и боковой границей является портняжная мышца. Важным ориентиром является пульсация бедренной артерии, так как общая бедренная вена обычно лежит медиальнее общей бедренной артерии в сосудистой лакуне бедренного треугольника. Это взаимоположение общей бедренной артерии и бедренной вены находится в непосредственной близости от паховой связки, но может произойти значительное перекрытие сосудов, особенно у детей.

Пациента укладывают на спину, бедро пациента находится либо в нейтральном положении, либо немного отводится и ротруется наружу. Отведение и внешняя ротация бедра увеличивают доступность общей бедренной вены от 70% до 83% у взрослых и увеличивает диаметр сосуда у детей по сравнению с укладкой ноги строго в срединном положении. Положение обратное положению Тренделенбурга увеличивает площадь поперечного сечения общей бедренной вены более чем на 50%. Поверхностным ориентиром для идентификации бедренной вены является точка максимальной пульсации бедренной артерии на 1-2 см ниже середины паховой связки.

Датчик осуществляют визуализацию бедренных сосудов в поперечной плоскости. Определяется бедренная артерия и медиальнее бедренная вена. Катетеризацию чаще проводят по S<sub>A</sub>X, но возможен и разворот датчика в продольное сканирование и катетеризация по L<sub>A</sub>X. Ультразвуковое исследование бедренных сосудов показало, что взаимоотношение бедренных сосудов более постоянно, если катетеризация проводится максимально близко к паховой связке, дистальнее вариабельность нарастает. Катетеризация под ультразвуковым контролем бедренной артерии и бедренной вены снижает частоту развития осложнений, так как лучше определяются анатомические образования.

Рекомендован статический метод использования ультразвука при катетеризации бедренной вены, когда это возможно, поскольку ультразвуковой осмотр перед катетеризацией приводит к снижению сосудистых осложнений. Данные о катетеризации бедренной вены под ультразвуковым контролем в режиме реального времени обладают недостаточными научными доказательствами для утверждения рекомендации

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТЕРИЛЬНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ КАТЕТЕРИЗАЦИИ СОСУДОВ ПОД УЛЬТРАЗВУКОВЫМ КОНТРОЛЕМ.

При выполнении манипуляции катетеризации сосудов необходимо подготовить место пункции согласно стандартным правилам асептики. Поскольку датчик ультразвукового аппарата устанавливается непосредственно в месте проведения пункции, то на него также распространяются правила асептики и антисептики.

Стерильность датчика обеспечивается одеванием на датчик специальных стерильных одноразовых чехлов. Как альтернативный вариант возможно использование стерильной перчатки для обеспечения асептического барьера. Необходимо помнить, что для обеспечения проведения ультразвука, в том случае, если стерильный чехол не обладает проводящим адгезивным слоем, требуется создание прослойки с помощью ультразвукового геля. Внутри чехла, со стороны датчика можно использовать нестерильный гель, но на поверхность кожи в зоне пункции - только стерильный. Как показывает практика, стерильный гель может быть заменен стерильным раствором.

## Список литературы

1. Клинические рекомендации. Анестезиология-реаниматология. Под ред. Заболотских И.Б., Шифмана Е.М. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016;914-947.
2. Сумин С.А., Шаповалов К.Г. и др. Анестезиология-реаниматология: Учебник для подготовки кадров высшей квалификации: в 2 т. Т. I. Москва: ООО Издательство «МИА», 2018;525-534.
3. Клинические рекомендации. «Профилактика катетер-ассоциированных инфекций кровотока и уход за центральным венозным катетером (ЦВК)» 2017; Национальная ассоциация специалистов по контролю инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи (НП «НАСКИ»); Межрегиональная общественная организации «Общество врачей и медицинских сестер «Сепсис Форум». Январь, 2018: 44.
4. Frykholm P, Pikwer A, Hammarskjöld F, Larsson AT, Lindgren S, Lindwall R, et al. Clinical guidelines on central venous catheterisation. Swedish Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine. Acta Anaesthesiol Scand. 2014;58:508-524.
5. Parienti JJ, Mongardon N, Mégarbane B, Mira JP, Kalfon P, Gros A, et al. 3SITES Study Group. Intravascular Complications of Central Venous Catheterization by Insertion Site. N Engl J Med. 2015;373:1220-1229.
6. Bodenham A, Babu S, Bennett J, Binks R, Fee P, Fox B, et al. Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland: Safe vascular access 2016. Anaesthesia. 2016;71:573-585.
7. Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, Schick G, Smith AF. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for internal jugular vein catheterization. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2015;1:CD006962.