

КОМИТЕТ ПО УЛЬТРАЗВУКОВЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ
ОБЩЕРОССИЙСКОЙ ОБЩЕСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ
«ФЕДЕРАЦИЯ АНЕСТЕЗИОЛОГОВ И РЕАНИМАТОЛОГОВ»

Клинические рекомендации ФАР
Катетеризация сосудов под контролем ультразвука

Под редакцией:

Ляхин Р.Е.¹, Заболотский Д.В.², Теплых Б.А.³.

¹ – ФГБВОУ ВПО Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова

² - ГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет МЗ РФ

³ - НМХЦ имени Н.И.Пирогова

2015

Коллектив авторов:

Лахин Р.Е.¹, Антипин Э.Э.², Баутин А.Е.³, Заболотский Д.В.⁴, Корячкин В.А.⁶,
Теплых Б.А.⁵, Уваров Д.Н.², Ульрих Г.Э.⁴, Закиров И.И.⁷

1 – ФГБВОУ ВПО Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова

2 - ГБОУ ВПО “Северный государственный медицинский университет” МЗ
РФ

3 - Федеральный Центр сердца, крови и эндокринологии имени В. А.
Алмазова

4 - ГБОУ ВПО Санкт-Петербургский государственный педиатрический
медицинский университет МЗ РФ

5 - НМХЦ имени Н.И.Пирогова

6 - ФГБУ "РНИИ травматологии и ортопедии имени Р.Р.Вредена "

7- ГАУЗ «Детская Республиканская клиническая больница МЗ РТ»

Список условных сокращений

CV – cephalic vein

BV – basilica vein

AA – axillary artery

AV – axillary vein

Cl – clavicle

SA - subclavian artery

SV - subclavian vein

BrA – brachial artery

RA – radial artery

IJV - internal jugular vein

CA - carotid artery

GSV – great saphenous vein

FA – femoral artery

FN - femoral nerve

FV - femoral vein

DA – deep artery of thigh

DAF – dorsal artery of foot

SAX - short axis

LAX - long axis

2D – двухмерная

УЗИ – ультразвуковое исследование

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящем документе разработаны рекомендации для катетеризации центральных вен под ультразвуковым контролем: внутренней яремной, подключичной и бедренной вены, а также артерий: бедренной, лучевой на основе научных доказательств, описанных в литературе (табл. 1).

Еще в 2001 году Британское Агентство по исследованиям в области здравоохранения и качества оказания медицинских услуг, в своем докладе: «Как сделать здравоохранение безопаснее: критический анализ безопасности пациента», рекомендовало использовать ультразвук для установки всех центральных венозных катетеров как одну из 11 задач, направленных на улучшение помощи пациентам [1] [2].

2. МЕТОДОЛОГИЯ И ОБЗОР ДОКАЗАТЕЛЬСТВ

Методы для сбора/селекции доказательств

Коллектив авторов провел комплексный поиск медицинской и научной литературы на русском и английском языках, используя базы eLIBRARY, PubMed и MEDLINE. Данные исследования, относящиеся к обеспечению сосудистого доступа с помощью ультразвука опубликованы в рецензируемых научных журналах и монографиях с 1990 до 2013 года.

Методы, использованные для оценки качества и силы доказательств:

- Консенсус экспертов;
- Оценка значимости в соответствии с рейтинговой схемой.

Коллектив рассмотрел научные доказательства для прочности рекомендаций (то есть, соотношение риск/польза), такие как подтверждающие доказательства (категория А), предположительные доказательства (категория В), двусмысленные доказательства (категория С) или недостаточные доказательства (категория D). Вес или "уровень" доказательств был назначен в рамках каждой категории (табл.1).

Таблица 1.

Категории подтверждений научных доказательств

Категория А	Подтверждающая литература
	Рандомизированные контролируемые исследования показывают статистически значимые ($P < 0.01$) различия между клиническими испытаниями для указанного клинического результата.
Уровень 1	В литературе имеется несколько рандомизированных контролируемых исследований, а также обобщенные данные, подтвержденные мета-анализом.
Уровень 2	В литературе имеется несколько рандомизированных контролируемых исследований, но количество исследований недостаточно, чтобы провести жизнеспособный мета-анализ для подтверждения этих указаний.

<i>Уровень 3</i>	В литературе имеются одно рандомизированное контролируемое исследование.
Категория В	Наводящая литература
Информация из наблюдательных исследований позволяет предположить полезные или вредные связи между клиническими испытаниями и клиническими результатами.	
<i>Уровень 1</i>	Литература содержит наблюдательные сравнения (например, когортные и случайно контролируемые исследовательские проекты) двух или более клинических испытаний или обстоятельств и показывает статистически значимые различия между клиническими испытаниями для указанного клинического результата.
<i>Уровень 2</i>	В литературе имеются несравнительные наблюдательные исследования с ассоциативной (например, относительный риск, корреляция) или описательной статистикой.
<i>Уровень 3</i>	В литературе имеются сообщения о случаях.
Категория С	Сомнительная литература
Литература не может определить полезные или вредные связи между клиническими испытаниями и клиническими результатами.	
<i>Уровень 1</i>	Мета-анализ не нашел значимых различий между группами или условиями.
<i>Уровень 2</i>	Существует недостаточное количество исследований для проведения мета-анализа и (1) рандомизированные контролируемые исследования не нашли значительных различий между группами или условиями, или (2) в рандомизированных контролируемых исследованиях сообщаются противоречивые результаты.
<i>Уровень 3</i>	Наблюдательные исследования показывают противоречивые результаты или не делают выводы о полезных или вредных связях.
Категория D	Недостаточно доказательств из литературы.
Отсутствие научных доказательств характеризуется следующими условиями:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Нет известных исследований, указывающих связь между испытаниями и результатами. 2. Имеющаяся литература не может быть использована для оценки связи между клиническими испытаниями и клинические результаты. Используемая литература либо не отвечает критериям содержания, как это определено в "фокусе" руководящих принципов или не позволяет четко толковать выводы из-за методологических проблемы (например, путаница в проекте исследования или реализации). 	

Описание методов, использованных для анализа доказательств

При отборе публикаций, как потенциальных источников доказательств, использованная в каждом исследовании методология изучается для того, чтобы убедиться

в ее валидности. Результат изучения влияет на уровень доказательств, присваиваемый публикации, что в свою очередь влияет на силу, вытекающих из нее рекомендаций. Методологическое изучение базируется на нескольких ключевых вопросах, которые сфокусированы на тех особенностях дизайна исследования, которые оказывают существенное влияние на валидность результатов и выводов. Эти ключевые вопросы могут варьировать в зависимости от типов исследований, и применяемых вопросников, используемых для стандартизации процесса оценки публикаций. На процессе оценки несомненно может сказываться и субъективный фактор. Для минимизации потенциальных ошибок каждое исследование оценивалось независимо, т.е., по меньшей мере, двумя независимыми членами рабочей группы. Какие-либо различия в оценках обсуждались уже всей группой в полном составе. При невозможности достижения консенсуса, привлекался независимый эксперт.

Индикаторы доброкачественной практики (GoodPracticePoints –GPPs)

Рекомендуемая доброкачественная практика базируется на клиническом опыте членов рабочей группы по разработке рекомендаций.

Экономический анализ

Анализ стоимости не проводился и публикации по фармакоэкономике не анализировались.

Метод валидации рекомендаций:

- Внешняя экспертная оценка;
- Внутренняя экспертная оценка.

Описание метода валидации рекомендаций

В предварительной версии рекомендации были рецензированы независимыми экспертами, которых попросили прокомментировать прежде всего то, насколько интерпретация доказательств, лежащих в основе рекомендаций доступна для понимания. Получены комментарии со стороны врачей анестезиологов-реаниматологов в отношении доходчивости изложения рекомендаций и их оценки важности рекомендаций как рабочего инструмента повседневной практики.

Комментарии, полученные от экспертов, тщательно систематизировались и обсуждались членами рабочей группы. Каждый пункт обсуждался, и вносимые в результате этого изменения в рекомендации регистрировались. Если же изменения не вносились, то регистрировались причины отказа от внесения изменений.

Консультация и экспертная оценка

Предварительная версия была выставлена для широкого обсуждения на сайте ФАР (www.far.org.ru), для того, чтобы лица, не участвующие в форумах, имели возможность принять участие в обсуждении и совершенствовании рекомендаций.

Рабочая группа

Для окончательной редакции и контроля качества рекомендации были повторно проанализированы членами рабочей группы, которые пришли к заключению, что все замечания и комментарии экспертов приняты во внимание, риск систематических ошибок при разработке рекомендаций сведен к минимуму

Ключевые слова: стандарты, клинические рекомендации, структура, катетеризация сосудов, ультразвук.

Ситуационная модель пациента

Обязательная составляющая модели	Описание составляющей
Клиническая ситуация	Необходимость катетеризации сосудов
Профиль подразделения, медицинской организации	Отделения анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии
Функциональное назначение подразделения, медицинской организации	Операционный блок, приемное отделение, отделения анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии

Перечень условий оказания и функционального назначения медицинских услуг

Условия оказания медицинских услуг:

- стационарные

Функциональное назначение медицинских услуг:

- лечение заболеваний

3. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ КАТЕТЕРИЗАЦИИ СОСУДОВ С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКА

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 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% [3] [4] [5]. 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 [3] [4] [6] [7]. Использование ультразвукового исследования (УЗИ) до или во время катетеризации значительно повышает вероятность успеха с первой попытки и уменьшает частоту осложнений [8] [9] [10] [11].

Рекомендации	Категория	Уровень
Использование ультразвука до или во время катетеризации сосудов повышает вероятность успеха с первой попытки и уменьшает частоту осложнений	A	I
После выполнения двух неудачных попыток пункции сосуда одним и тем же оператором следующую попытку, когда это возможно, необходимо выполнить под контролем ультразвука.	A	II

3.1. 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 [12]. 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 (рис1).

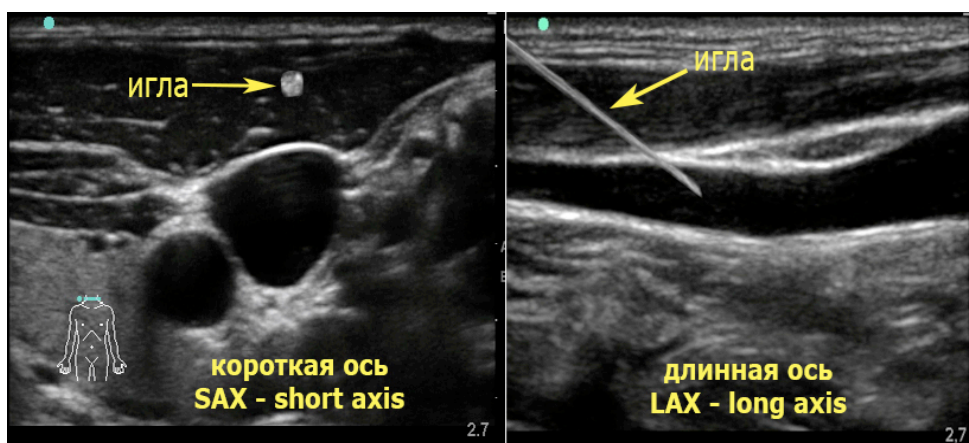


Рисунок 1. Изображение сосудов и визуализация иглы по короткой оси (short axis (SAX), либо по длинной оси (long axis (LAX)).

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

Страна 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 (рис.2). 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 (рис.3). При контралатеральном позиционировании датчика левая часть экрана отображает структуры, относящиеся к правой стороне пациента, а правая к левой.

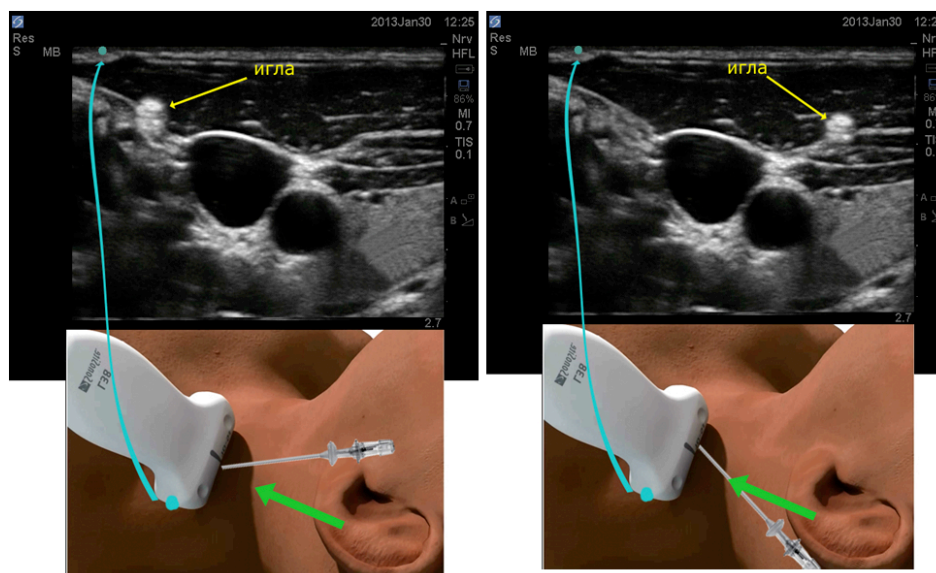


Рисунок 2. Ипсилатеральное положение датчика при катетеризации внутренней яремной вены слева. При ипсилатеральном положении датчика отклонение иглы вправо приведет ее визуальному смещению на экране монитора вправо, при отклонении иглы влево – игла на экране также сместится влево.

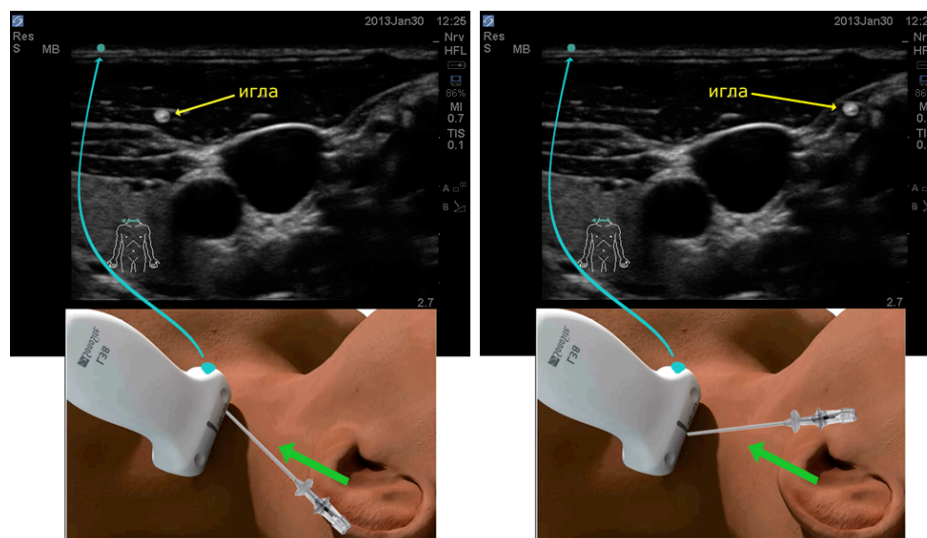


Рисунок 3. Контралатеральное положение датчика при катетеризации внутренней яремной вены слева. При контралатеральном положении датчика отклонение иглы вправо приведет ее визуальному смещению на экране монитора влево, а отклонение иглы влево – игла на экране сместится вправо.

3.2 РЕЖИМ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ И СТАТИЧНЫЙ РЕЖИМ ИЗОБРАЖЕНИЯ

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 [4] [8] [13] [14] [15] [16] [17].

Рекомендации	Категория	Уровень
Использование ультразвука для пункции и катетеризации сосудов более эффективно при его применении в режиме реального времени, чем при его статическом применении	A	I
Как статическое, так и применение ультразвука в реальном времени превосходит традиционный подход, руководствующийся анатомическими ориентирами по успешности и снижению частоты осложнений	A	I

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.

3.3. 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 (рис.4). Отсутствие сжимаемости вены свидетельствует о наличии тромба. Включение доплера помогает отличить вену от артерии (рис.5).

Рекомендации	Категория	Уровень
Основным отличием вены от артерии на ультразвуковом 2D изображении в режиме реального времени является признак сжимаемости вены при небольшом внешнем поверхностном надавливании.	A	I

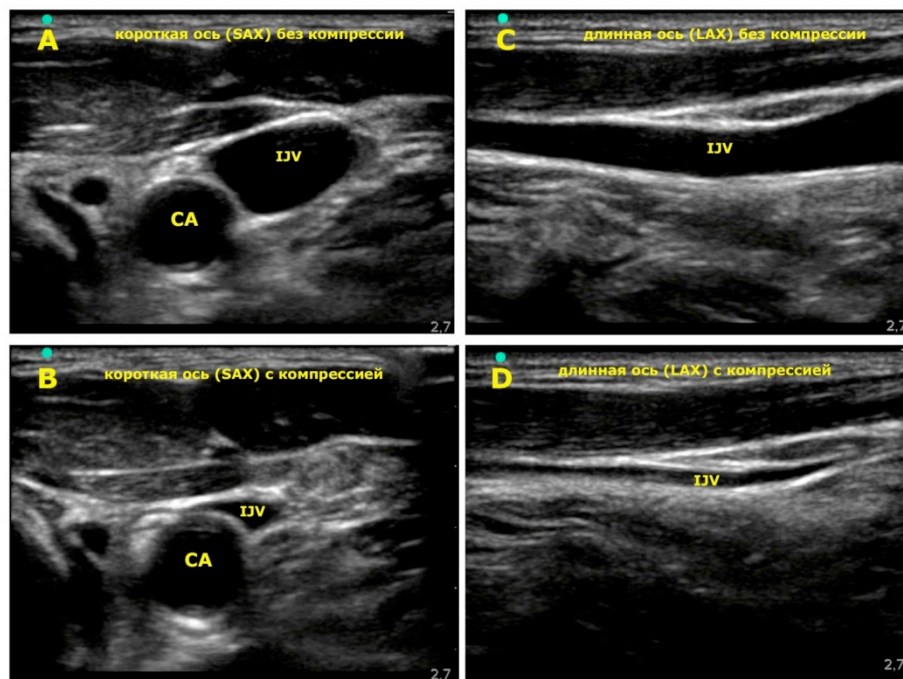


Рисунок 4. Идентификация сосудов. Internal jugular vein (IJV) и carotid artery (CA) в SAX и LAX ориентации. Небольшое внешнее давление сжимает овальную вену, но не сжимает круглую артерию.

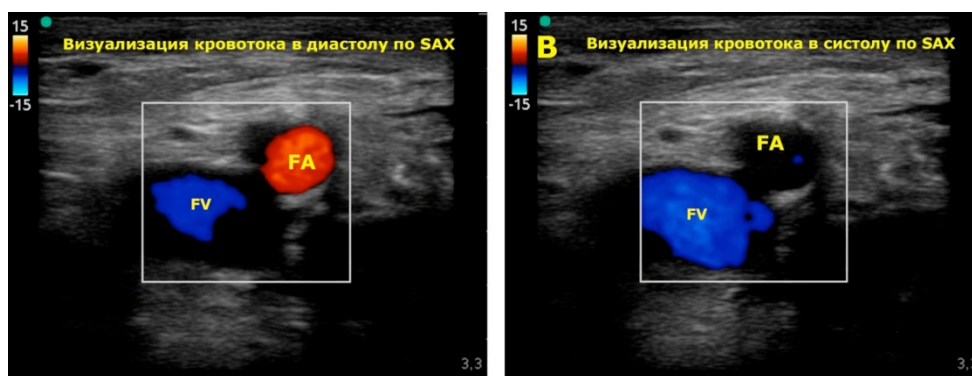


Рисунок 5. Идентификации сосудов с помощью цветового доплера. Артериальный кровоток виден только в систолу. Венозный кровоток виден в систоле и в диастоле. FA – femoral artery, FV - femoral vein

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 (рис.6). 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.

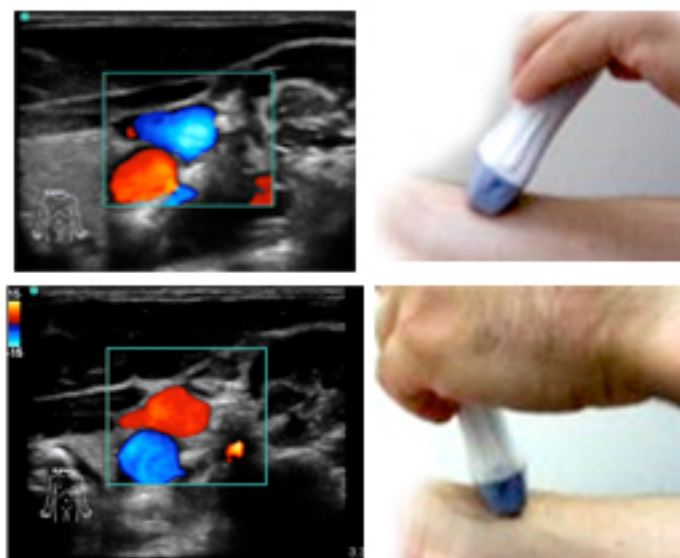


Рисунок 6. Изменение наклона датчика приводит к изменению цвета сосуда на экране ультразвукового аппарата.

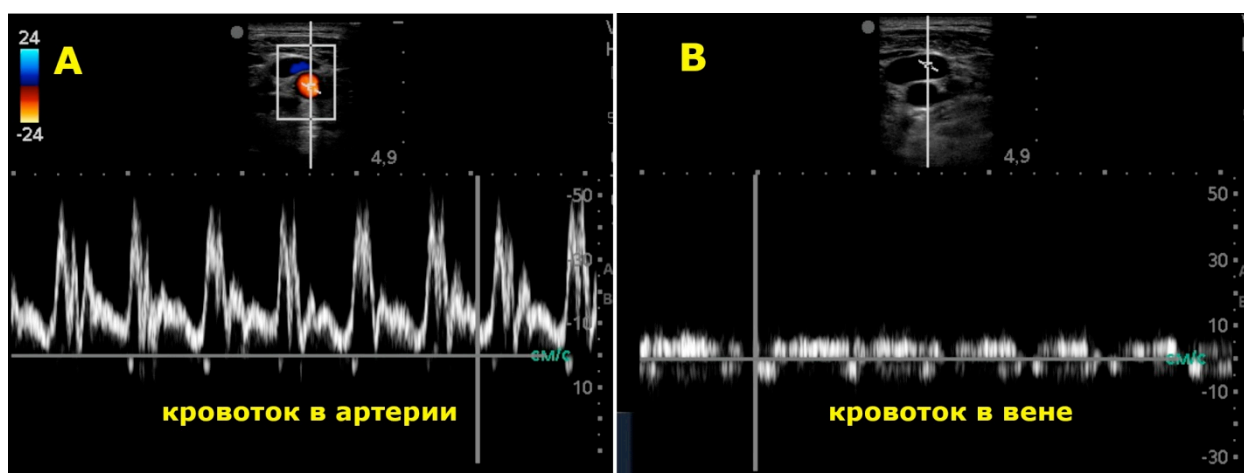


Рисунок 7. Идентификация сосуда с помощью импульсно-волнового доплера будет отличать артерию (А) от вены (В) характеру кровотока. Артериальный кровоток имеет преимущественно систолический компонент и большую скорость (А) по сравнению с венозным кровотоком (В), который имеет систолический и диастолический компонент и значительно более низкую скорость.

Использование импульсного доплера различает артерию и вену по скорости кровотока. Артериальный кровоток имеет преимущественно систолический компонент и

большую скорость (А) по сравнению с венозным кровотоком (В), который имеет систолический и диастолический компонент и значительно более низкую скорость (рис.7).

4.МЕТОДИКИ КАТЕТЕРИЗАЦИИ СОСУДОВ

4.1. 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 (рис.8).

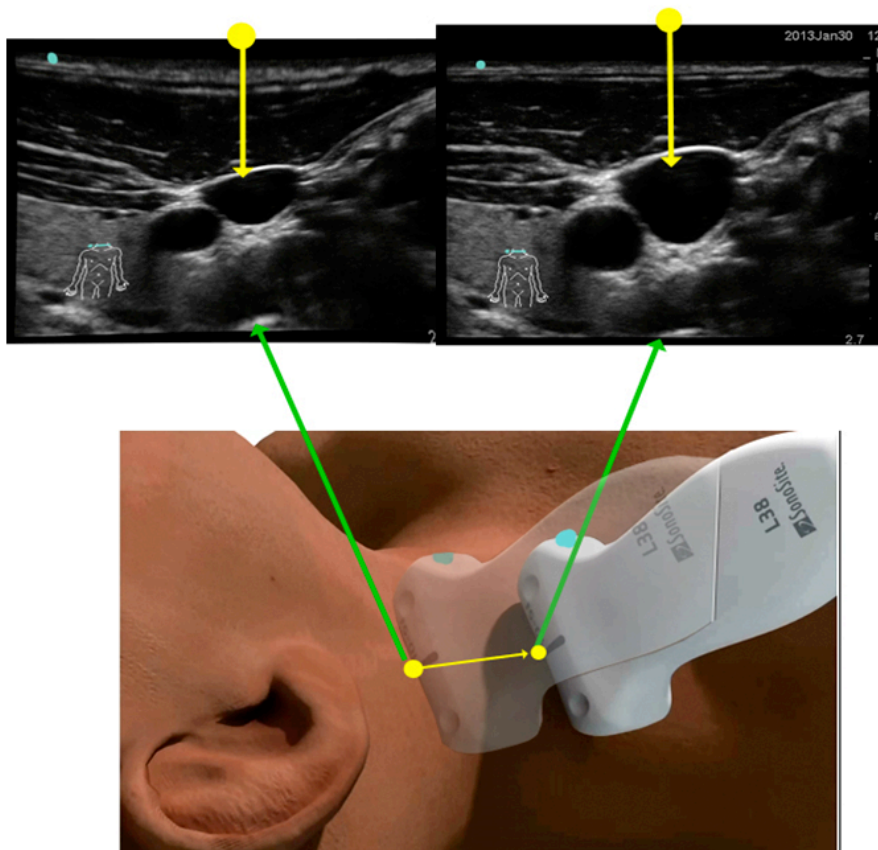


Рисунок 8. Разворот датчика из SAX в LAX по двум точкам. Разметка двух точек для разворота датчика для визуализации вены в продольной плоскости.

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 (рис.9), также контролируется заведение проводника в вену.

Методика выполнения катетеризации по длинной оси имеет вариант ее выполнения одним оператором без аспирационной пробы [18]. 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.



Рисунок 9. Пункция внутренней яремной вены при продольном сканировании по оси LAX

4.2. 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.

4.2.1. 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° . Отмечается глубина расположения стенки вены (на рис. 10 представлен пример с глубиной залегания вены 1,5 см). Такое же расстояние откладывается на коже. Равные катеты прямоугольного треугольника определяют угол в треугольнике у гипотенузы равным 45° . Соблюдение угла вкола 45° позволит достигнуть места входа иглы в вену как раз в плоскости визуализации.

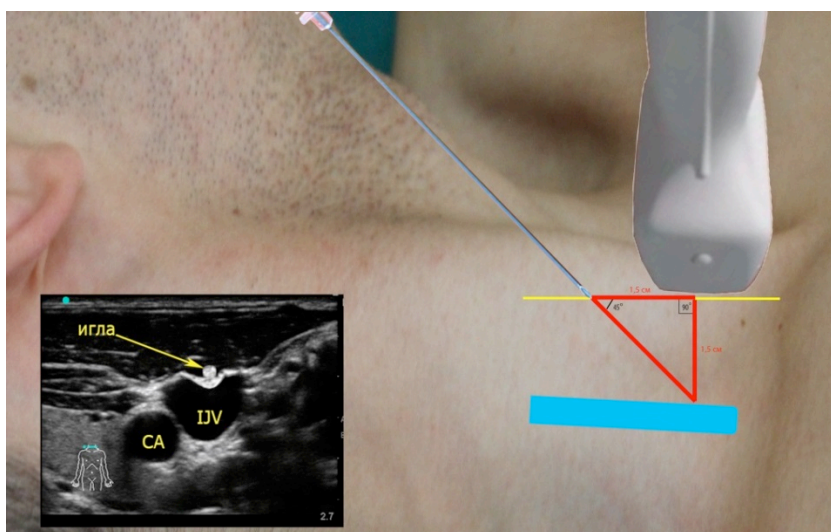


Рисунок 10. Методика «треугольников» основана на расчете катетов и углов прямоугольного треугольника. Датчик установлен перпендикулярно коже. Отмечают глубину залегания вены - 1,5 см. Такое же расстояние откладывают на коже. Введение иглы производят под углом равным 45° .

4.2.2. Пункция вены по короткой оси методикой «сверху вниз».

Методика «сверху вниз» регламентирует ориентировочный проход иглой в поверхностных слоях относительно вены (рис. 11А). 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 (рис. 11В).

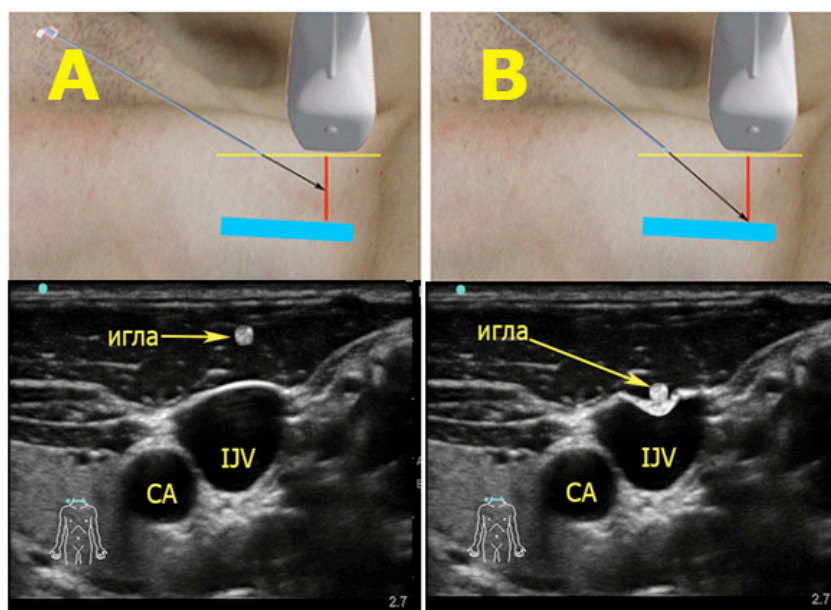


Рисунок 11. Методика «сверху вниз». Ориентировочный проход иглой в поверхностных слоях относительно вены (А). Коррекция траектории движения с учетом полученной информации (В).

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

В основе методики «движения перед иглой» также лежит появление иглы на экране монитора выше вены (рис.12). Обязательным условием является расположение кончика иглы в непосредственной близости над веней 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.

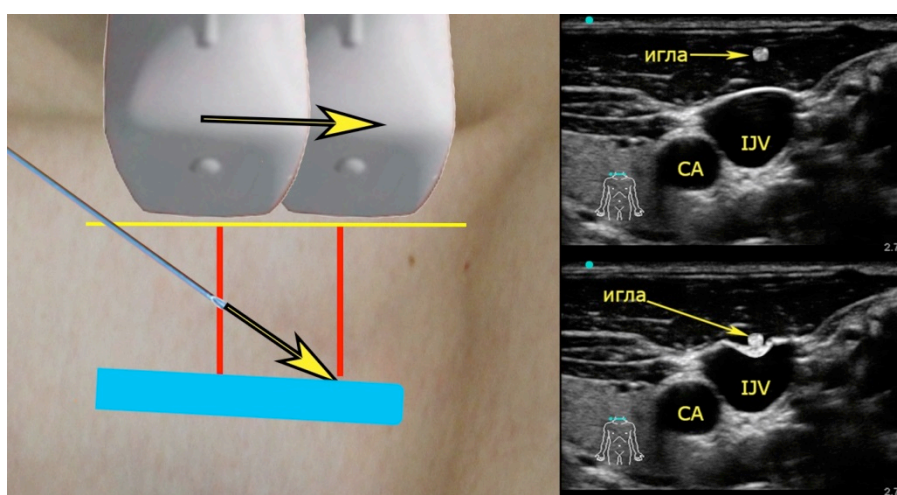


Рисунок 12. Методика «движения перед иглой». Принцип «движения перед иглой»: сначала немного сдвигается датчик, затем продвигается игла до появления ее кончика на экране.

4.3. Эффект сжатия вены иглой при ее пункции

Как правило, передняя стенка вены сдавливается, когда игла приближается к вене (Рис.13, 14).

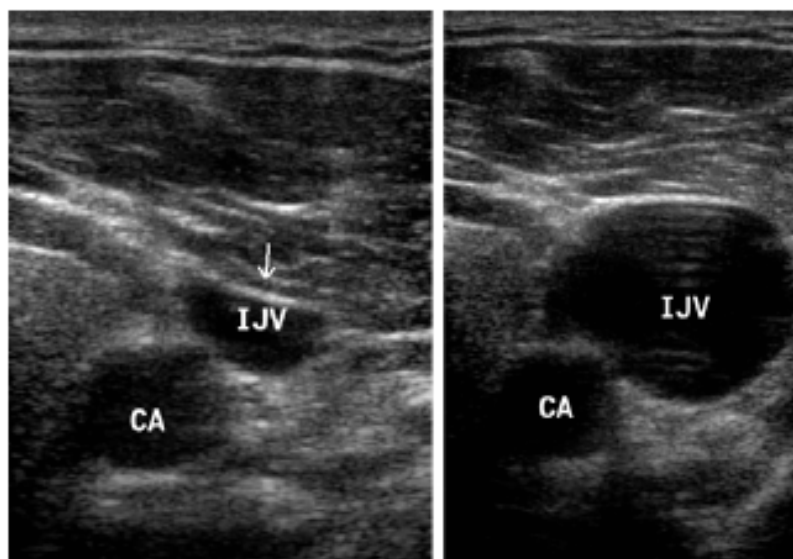


Рисунок 13. Передняя стенка внутренней яремной вены вдавливается, когда игла приближается к вене (слева). Вена приобретает свою нормальную форму после того, как игла проникает через ее стенку (справа).

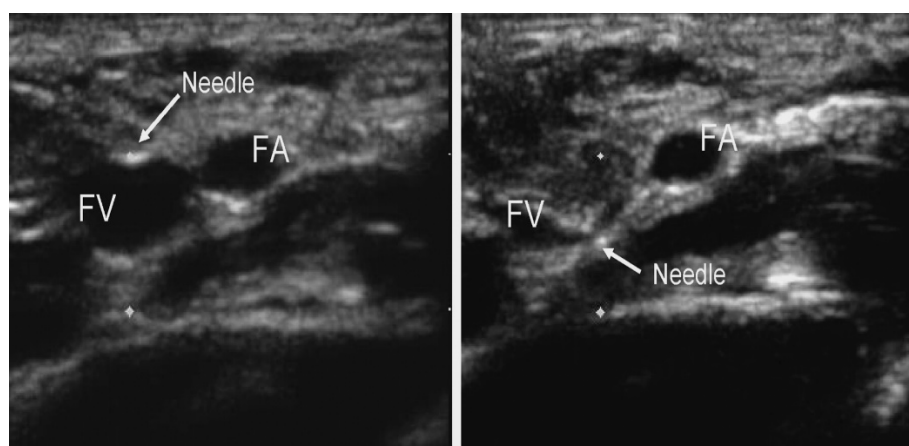


Рисунок 14. Передняя стенка бедренной вены вдавливается, когда игла приближается к вене (слева). Обе стенки вены могут быть проколоты при полном смыкании и без аспирации крови (справа). Адаптировано из P.Murphy and P.Arnold (2011) [19].

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 [20] или полностью сжиматься во время продвижения иглы, в результате чего передняя и задняя стенки могут быть проколоты без аспирации крови в шприц [19] [21] [22] [23].

5. 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) [24] 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. Вариабельность расположения дополнительно усложняет сосудистый доступ при использовании «слепого» метода пункции внутренней яремной вены (рис.15).

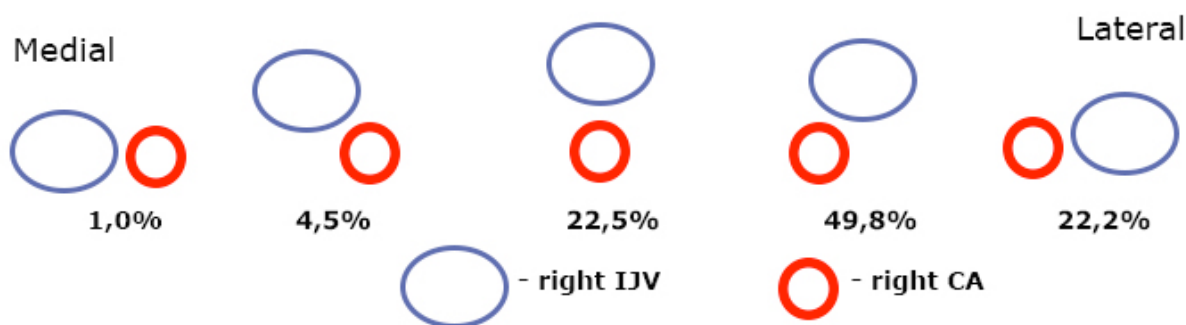


Рисунок 15. Вариабельность положения сонной артерии и внутренней яремной вены справа. Адаптировано из Gordon AC, Saliken (1998) [25].

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. (рис.16) [26].

Производят ипсилатеральное сканирование сосудов в поперечной плоскости (рис.1). Идентифицируют внутреннюю яремную вену по принципам, изложенным выше. Диаметр внутренней яремной вены изменяется в зависимости от положения и волемического статуса пациента. При катетеризации внутренней яремной вены, если это не противопоказано, пациенты должны быть помещены в положение Тределенбурга для

увелечения диаметра вены и уменьшения риска воздушной эмболии [20] [27] [28]. Проба Вальсальвы также увеличивает диаметр вен и особенно полезна у пациентов с гиповолемией [27].

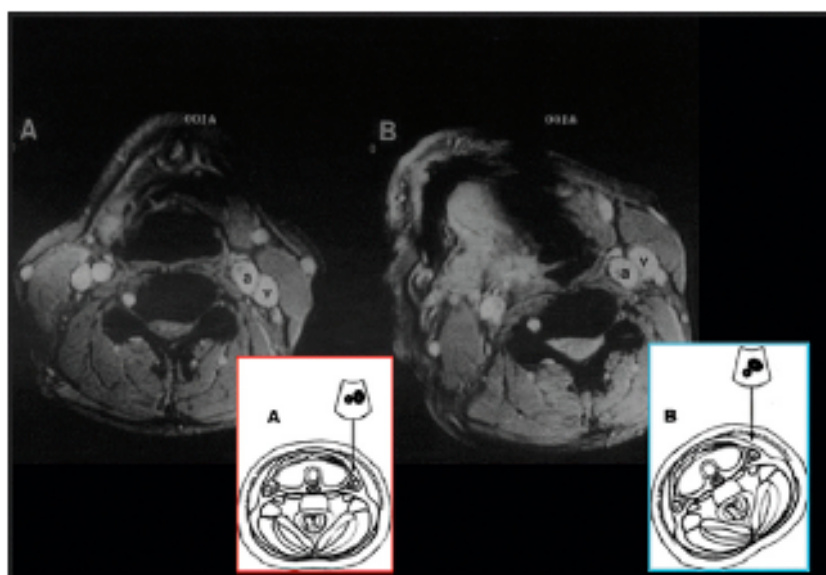


Рисунок 16. Магнитно-резонансная изображение шеи. Контралатеральный поворот шеи увеличивает перекрытие между внутренней яремной веной и сонной артерией. Адаптировано из Troianos C.A, et al. (1996) [26].

Рекомендации	Категория	Уровень
Положение Тренделенбурга позволяет увеличить диаметр внутренней яремной вены и облегчить выполнение ее пункции и катетеризации	A	II

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.

Рекомендации	Категория	Уровень
Использовать ультразвук для пункции и катетеризации внутренней яремной вены в реальном времени, когда это возможно, для идентификации вены, повышения вероятности катетеризации с первой попытки, а также уменьшения вероятности повреждения сонной артерии.	А	I

6. 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 [29]. 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 (рис.17).

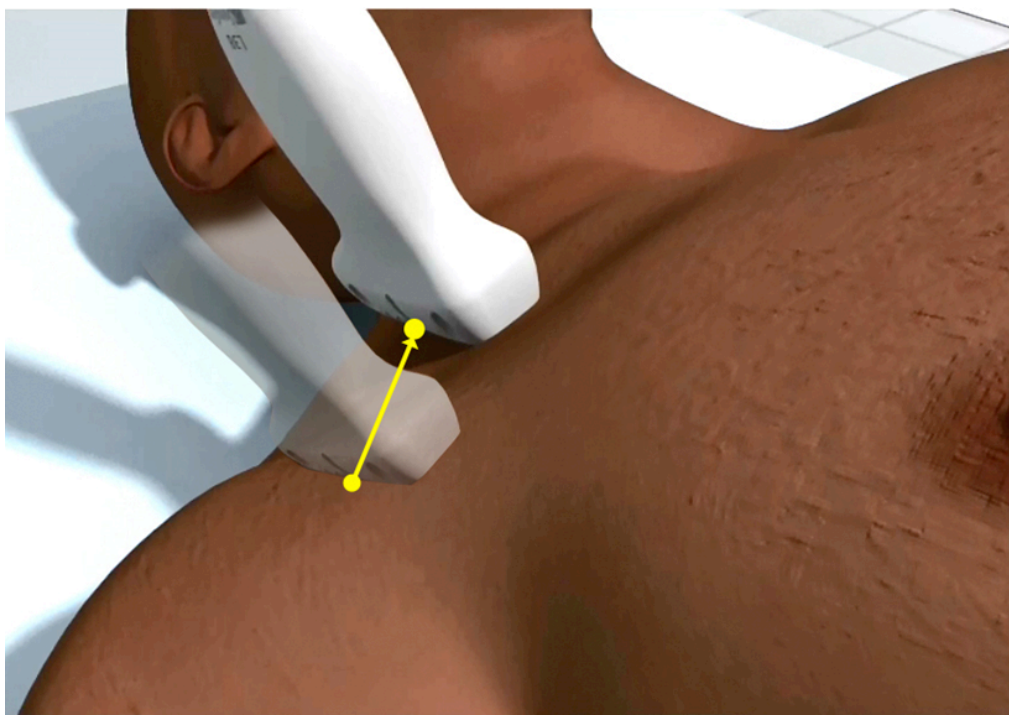


Рисунок 17. Пример сканирования подключичной области для поиска подключичной вены.

Нужно иметь ввиду, что образование подключичной вены происходит при слиянии v. axillaris и v. cephalica. Это слияние может происходить близко от перехода подключичной вены под ключицу (рис.18). Пунктировать вену целесообразнее после слияния.

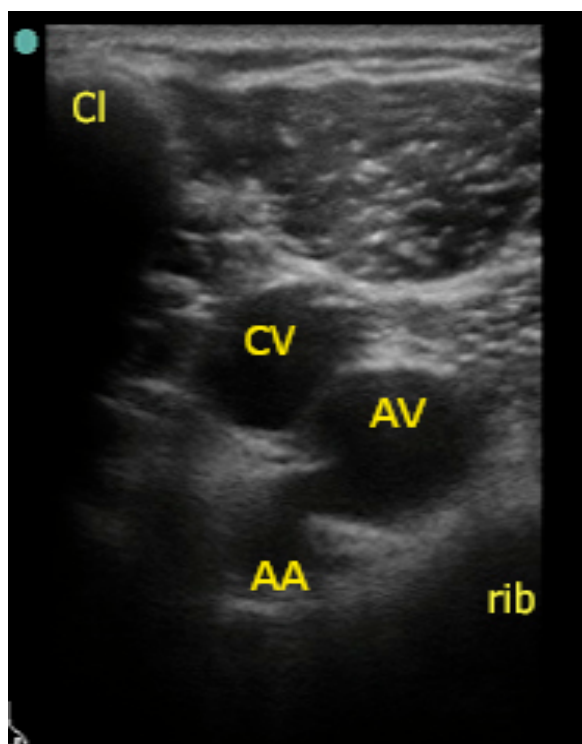


Рисунок 18. Визуализация слияния подмышечной и подкожной латеральной вен руки в подключичной области. CV – cephalic vein, Cl – clavicle, AA – axillary artery, AV – axillary vein.

Вена появляется как гипоэхогенная эхолоцируемая структура под ключицей (рис. 19). Оптимальным местом пункции является место перехода вены под ключицу. У астеничных людей плевральная полость может находиться в непосредственной близости от подключичной вены (рис.19 справа). 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).

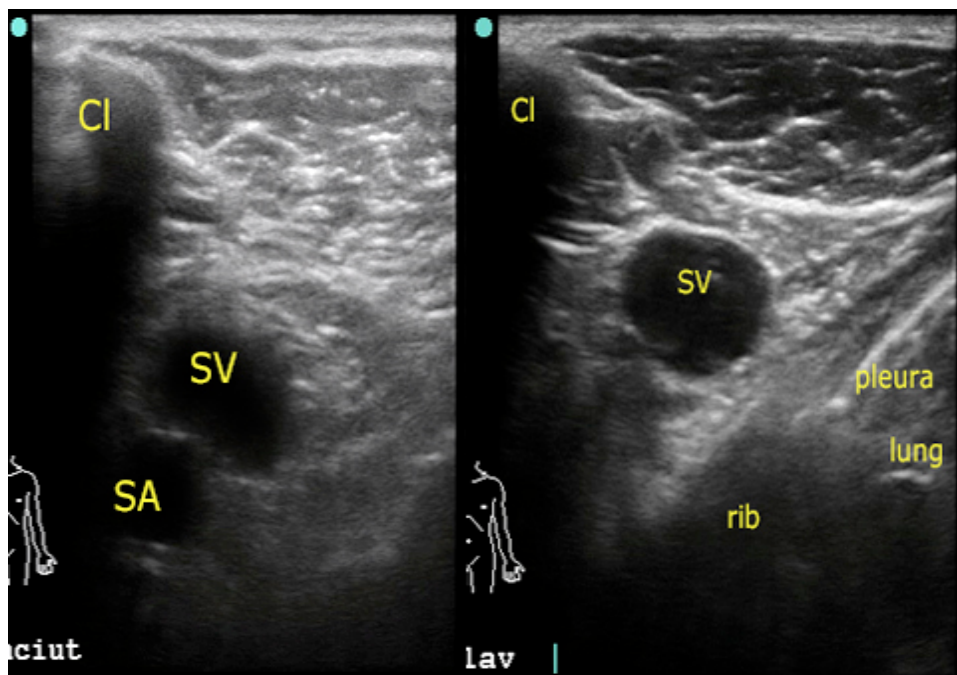


Рисунок 19. Двумерное ультразвуковое изображение подключичной вены и подключичной артерии, полученное с правой стороны пациента. SA - subclavian artery SV - subclavian vein, Cl – clavicle

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.

Рекомендации	Категория	Уровень
Использование ультразвука для пункции и катетеризации подключичной вены в реальном времени у пациентов с низким риском осложнений не является обязательным	A	III
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.	A	III
При выполнении более чем двух неудачных попыток катетеризации подключичной вены, дальнейшие попытки необходимо проводить под ультразвуковым контролем.	A	III

7. 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 (рис.20).

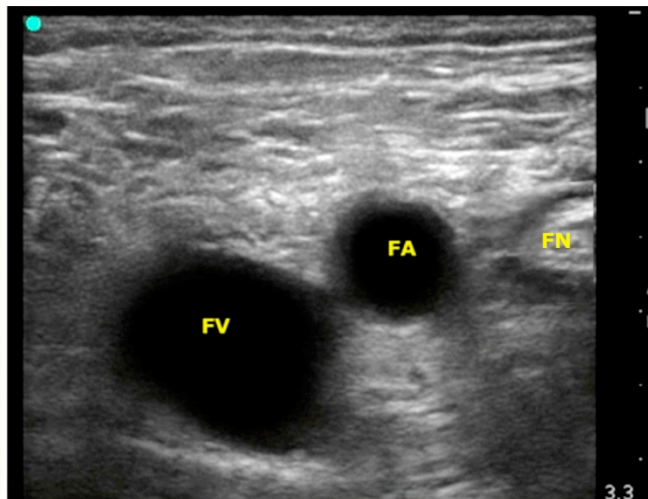
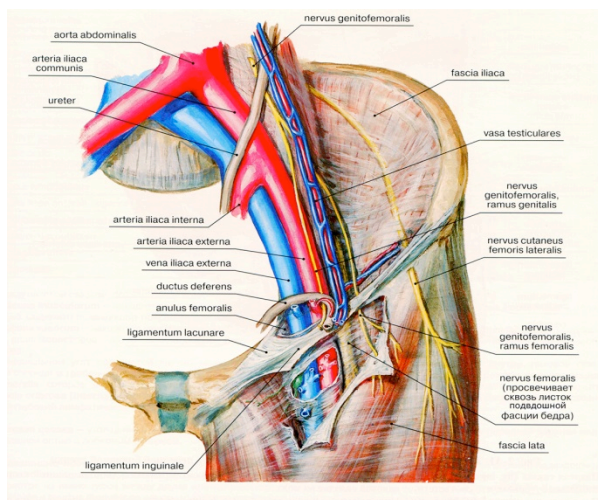


Рисунок 20. Двумерное ультразвуковое изображение бедренной вены и бедренной артерии, полученное с левой стороны пациента. На рисунке слева (адаптировано из атласа Анатомия по Пирогову, 2011 г.) показано, что бедренный нерв находится латеральнее, а бедренная вена медиальнее бедренной артерии. FA – femoral artery, FN - femoral nerve, FV - femoral vein

Это взаимоположение общей бедренной артерии и бедренной вены находится в непосредственной близости от паховой связки, но может произойти значительное перекрытие сосудов, особенно у детей (рис.21) [30] [31].

Пациента укладывают на спину, бедро пациента находится либо в нейтральном положении, либо немного отводится и ротируется кнаружи. 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 [32] [33]. Положение обратное положению Тренделенбурга увеличивает площадь поперечного сечения общей бедренной вены более чем на 50% [34]. Поверхностным ориентиром для идентификации бедренной вены является точка максимальной пульсации бедренной артерии на 1-2 см ниже середины паховой связки [35] [36].

Датчик осуществляют визуализацию бедренных сосудов в поперечной плоскости. Определяется бедренная артерия и медиальнее бедренная вена. Катетеризацию чаще проводят по SAX, но возможен и разворот датчика в продольное сканирование и катетеризация по LAX.

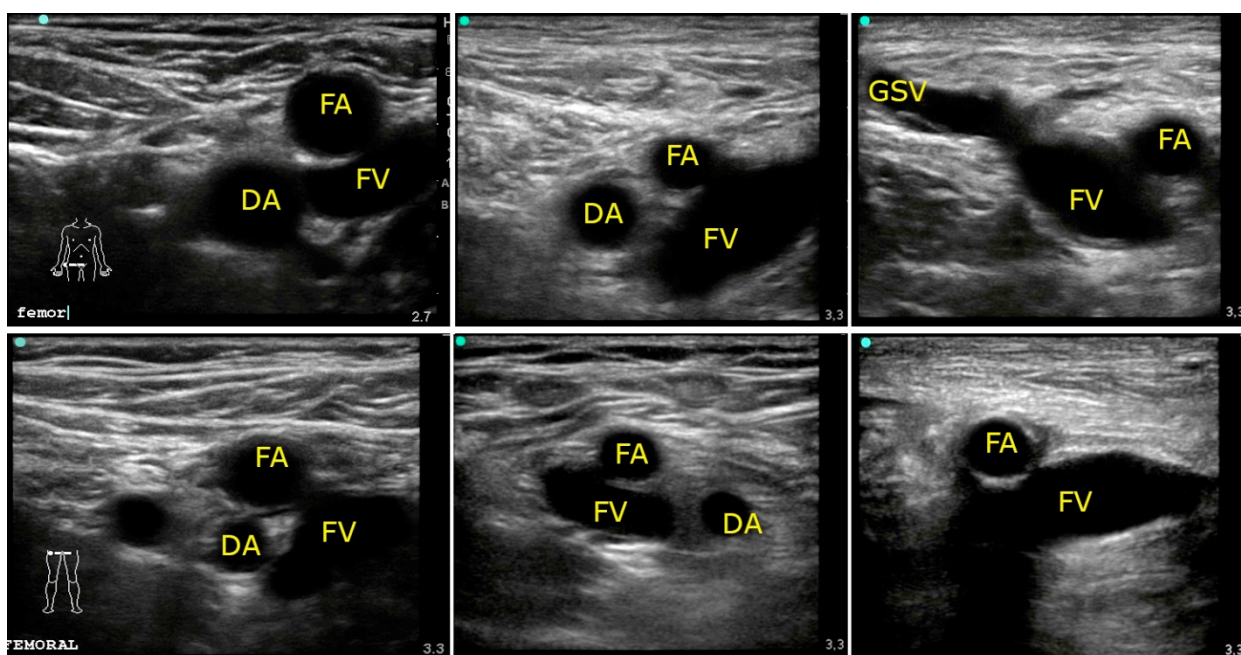


Рисунок 21. Примеры взаимоотношения сосудов ниже паховой связки. FA – femoral artery, FV - femoral vein, DA – deep artery of thigh, GSV – great saphenous vein.

Ультразвуковое исследование бедренных сосудов показало, что взаимоотношение бедренных сосудов более постоянно, если катетеризация проводится максимально близко к паховой связке, дистальнее вариабельность нарастает (рис. 21) [16]. Катетеризация под ультразвуковым контролем бедренной артерии и бедренной вены снижает частоту развития осложнений, так как лучше определяются анатомические образования [37] [38] [39].

Рекомендации	Категория	Уровень
Рекомендован статический метод использования ультразвука при катетеризации бедренной вены, когда это возможно, поскольку ультразвуковой осмотр перед катетеризацией приводит к снижению сосудистых осложнений	A	II
Данные о катетеризации бедренной вены под ультразвуковым контролем в режиме реального времени обладают недостаточными научными доказательствами для утверждения рекомендации для повседневного использования	C	II
При выполнении более чем двух неудачных попыток катетеризации бедренной вены, дальнейшие попытки необходимо проводить после ультразвуковой оценки анатомии сосудов или под ультразвуковым контролем в режиме реального времени.	B	I

8. ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ КАТЕТЕРИЗАЦИИ СОСУДОВ В ПЕДИАТРИИ

В ряде мета-анализов и рандомизированных педиатрических исследований, был подтвержден более высокий показатель успеха при использовании 2D ультразвука по сравнению с анатомической ориентировочной техникой для катетеризации внутренней яремной вены у младенцев [40] [40] [17] Hosokawa et al. (2007) [14] показали в рандомизированном исследовании среди 60 новорожденных, что использование ультразвука в режиме реального времени сократило время катетеризации и число попыток

необходимых для катетеризации правой внутренней яремной вены по сравнению с поверхностно-ориентировочной техникой.

8.1. Внутренняя яремная вена. Внутренняя яремная вена является наиболее часто используемой центральной веной для обеспечения венозного доступа с использованием ультразвука в педиатрической практике. Ультразвук позволяет легко визуализировать сосуд, демонстрируя его положение, проходимость и наличие тромба [41]. Ряд исследований, выполненных среди младенцев и детей продемонстрировал 100% успешность катетеризаций, отсутствие попадания в сонную артерию, гематомы, гемоторакса или пневмоторакса. Все исследования использовали ультразвук либо для предварительной локализации, либо в режиме реального времени [41] [42] [43]. Компрессия печени может быть использована для увеличения размера внутренней яремной вены у детей [5]. В качестве альтернативы может быть использовано положение Тренделенбурга.

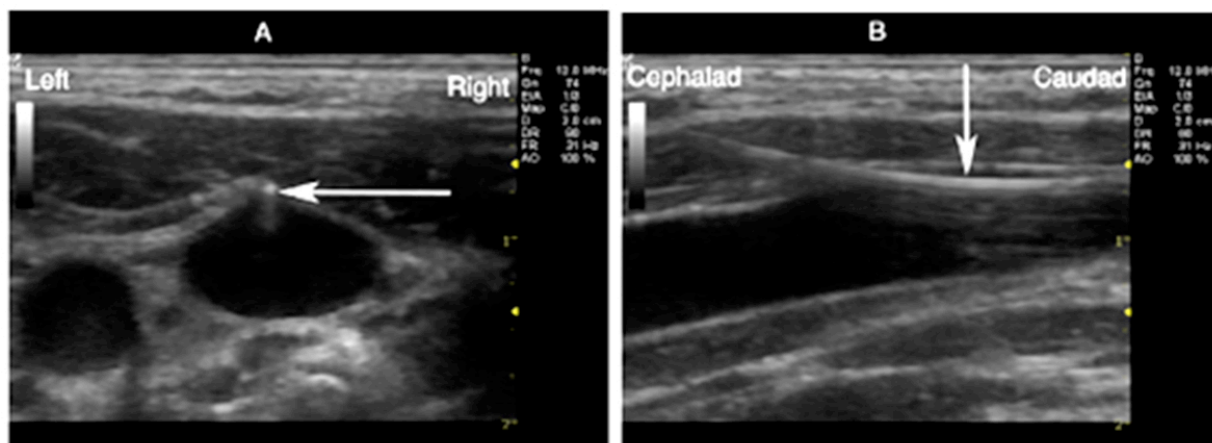


Рисунок 22. Проволочный проводник (стрелка) показан входящим в правую внутреннюю яремную вену в SAX (A) и LAX (B) обзоре.

Целесообразно использовать ультразвуковые датчики для педиатрии, меньшие по размеру и с более высокочастотными характеристиками. Визуализация, пункция и катетеризация внутренней яремной вены у детей производят по общепринятым принципам. После введения проводника или катетера необходимо подтвердить его присутствие в просвете вены и его отсутствие в артерии в двух плоскостях изображения (рис.22).

8.2. Бедренные сосуды. Бедренную вену и бедренную артерию часто используют у новорожденных в качестве доступа во время процедур на сердце. Особенностью у детей является более частое перекрытие бедренной вены бедренной артерией [33] Ротирование

бедра с 60-градусным отведением ноги уменьшает перекрытие бедренной артерии на уровне паховой складки, как у младенцев, так и у детей [44].

Визуализация бедренной вены у новорожденных улучшается при использовании нескольких приемов. Небольшое полотенце или простынь подкладывают под ягодицы ребенка, либо ребенок помещается в положение обратное положению Тренделенбурга и, наконец, компрессия живота, если это возможно, также расширяет вену.

Визуализацию, пункцию и катетеризацию бедренной вены у детей производят по общепринятым принципам. Необходимо учитывать, что при подведении иглы к вене, последняя может сжиматься вплоть до полного смыкания [19]. Так как вена располагается более поверхностно у детей, важно, направлять иглу под углом менее 30 градусов к коже при попытке катетеризации у педиатрических пациентов. После введения проводника или катетера необходимо подтвердить его присутствие в просвете вены и его отсутствие в артерии в двух плоскостях изображения.

Многие исследования показали явное преимущество ультразвукового контроля над ориентировочным методом катетеризации бедренной вены [38] [45]

Рекомендации для педиатрических пациентов	Категория	Уровень
Использовать ультразвук для пункции и катетеризации внутренней яремной вены у педиатрических пациентов в реальном времени, когда это возможно, для облегчения идентификации вены, повышения вероятности катетеризации с первой попытки, а также уменьшения вероятности повреждения смежной артерии.	A	I
Рекомендовано использование ультразвука, когда это возможно, перед попыткой пункции и катетеризации бедренной вены у педиатрических пациентов, поскольку это приводит к снижению сосудистых осложнений	B	II
Данные о катетеризации бедренной вены у педиатрических пациентов под ультразвуковым контролем в режиме реального времени обладают недостаточными научными доказательствами для утверждения рекомендации для рутинного использования	C	II

9. КАТЕТЕРИЗАЦИЯ АРТЕРИЙ ПОД УЛЬТРАЗВУКОВЫМ КОНТРОЛЕМ

Доступ к артериальному руслу включает в себя катетеризацию лучевой, плечевой, подмышечной, бедренной артерии, и тыльной артерии стопы (рис.23).

Предпочтительное место доступа зависит от опыта оператора, пригодности места доступа, и ожидаемой продолжительности использования доступа. Преимуществами

лучевой артерии являются ее доступность, предсказуемость расположения, и низкая частота осложнений, связанных как с обеспечением доступа, так и с его использованием. Она, как правило, пальпируется у большинства пациентов по пульсации. Другим преимуществом использования лучевой артерии, как места катетеризации, является то, что эта артерия не является единственной кровоснабжающей дистальную конечность, [46] в отличие от подмышечной, плечевой и бедренной артерии. Ультразвуковой контроль при артериальной катетеризации улучшает успех и сокращает сроки катетеризации по сравнению с методом пальпации в проспективном сравнении ультразвукового метода и метода слепого размещения катетера в лучевой артерии [47].

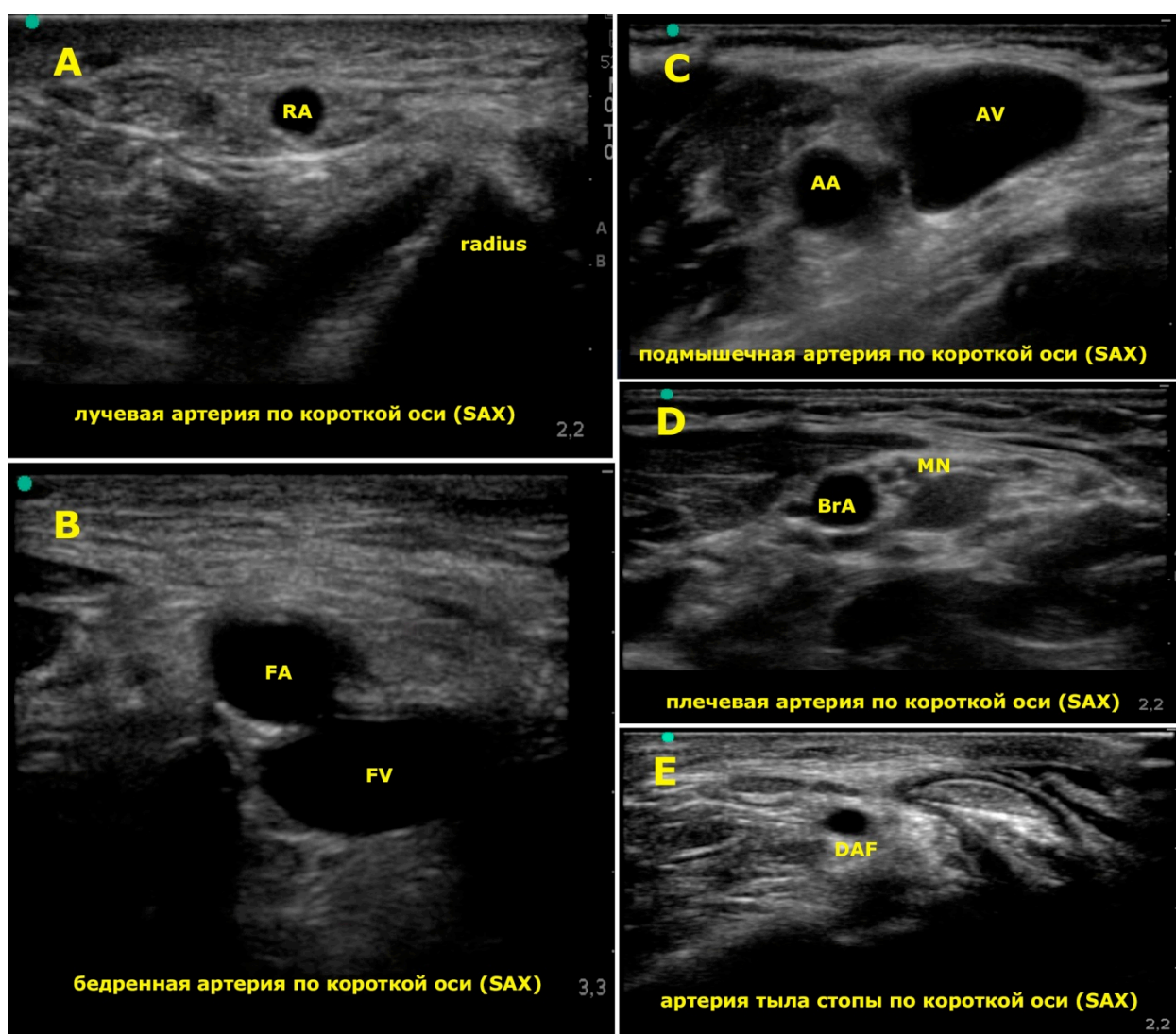


Рисунок 23. Двухмерное изображение лучевой (A), бедренной (B), подмышечной (C), плечевой (D) артерии, и тыльной артерии стопы (E). RA – radial artery, AA – axillary artery, AV – axillary vein, FA – femoral artery, FV - femoral vein, MN – median nerve, BrA – brachial artery, DAF – dorsal artery of foot

Идентификация артериального кровотока производится при двухмерном и доплеровском исследовании. При 2D эхокардиографии артерии визуализируют

пульсирующими и не сжимающимися при небольшом внешнем давлении датчика (рис. 24А).

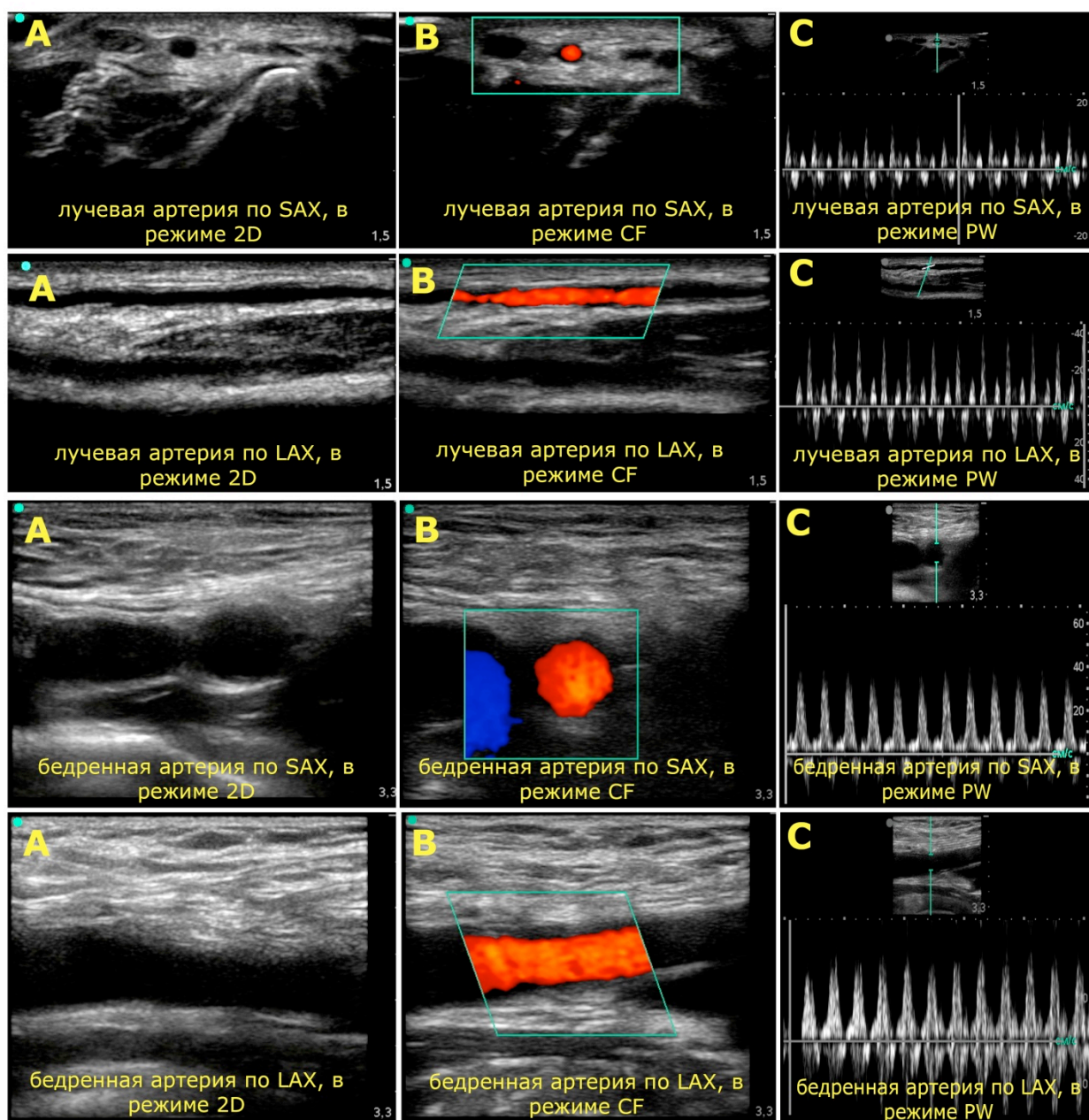


Рисунок 24. Ультразвуковая визуализация лучевой и бедренной артерии по SAX и LAX. 2D – двухмерный режим, CF - color flow (цветовой доплер), PW - pulsed wave (импульсный доплер).

Добавление цветового доплеровского картирования демонстрирует фазовый поток крови либо в SAX либо LAX ориентации (рис.24В). Включение импульсного доплера в просвете артерии демонстрирует типичный систолическо-диастолический паттерн артериального кровотока (рис.24С). Введение катетера при помощи УЗИ в реальном времени (с или без проводника) является предпочтительным по сравнению с

техникой статического изображения. Методики катетеризации применяются такие же, как и при катетеризации вен. Недоминирующей рукой оператор держит ультразвуковой датчик, в то время как доминирующая рука держит артериальный катетер. Система катетер-игла направляется под углом 45 градусов к коже и продвигается под ультразвуковым контролем, пока не будет наблюдаться внутри сосуда в SAX или LAX обзоре. Катетер вводится на игле или с помощью проводника.

Вероятность успеха с первой попытки при артериальной катетеризации выше при использовании ультразвукового подхода по сравнению с методом пальпации. Вероятность успеха при ультразвуковом подходе находится в диапазоне от 62% до 87% у взрослых (по сравнению с 34-50% для метода пальпации) [47] [48] [49] и от 14% до 67% у педиатрических пациентов (по сравнению с 14-20% для метода пальпации) [50] [51]. Мета-анализ, который включил в себя четыре контролируемых исследования катетеризации лучевой артерии в общей сложности у 311 взрослых пациентов и детей показал более чем 71 процентное улучшение успеха первой попытки [52].

Рекомендации	Категория	Уровень
Использовать ультразвук для пункции и катетеризации лучевой артерии в реальном времени, когда это возможно, для облегчения идентификации и повышения вероятности катетеризации артерии с первой попытки.	A	I
Рекомендовано использование ультразвука, когда это возможно, перед попыткой пункции и катетеризации артерий (кроме лучевой артерии), поскольку это приводит к повышению вероятности катетеризации с первой попытки и снижению сосудистых осложнений	A	II
Данные о катетеризации артерий (кроме лучевой артерии) под ультразвуковым контролем в режиме реального времени обладают недостаточными научными доказательствами для утверждения рекомендации для рутинного использования	C	II

10. 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 [53] [54].

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] A. Bodenham, «Can you justify not using ultrasound guidance for centralvenous access?,» *Critical Care*; 10, pp. 175-6, 2006.
- [2] J. Rothschild, «Ultrasound guidance of central vein catheterization. In: Making healthcare safer: a critical analysis of patient safety practices.,» *AHRQ Publication No 01-E058. Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality*, pp. 245-53, 2001.
- [3] D. McGee и . M. Gould, «Preventing complications of central venous catheterization,» *N Engl J Med*, т. 348, pp. 1123-33, 2003.
- [4] C. Troianos, D. Jobes и . N. Ellison, «Ultrasound-guided cannulation of the internal jugular vein. A prospective, randomized study,» *Anesth Analg*, т. 72, pp. 823-6, 1991.
- [5] E. Lobato, C. Sulek, R. Moody и T. Morey, «Cross-sectional area of the right and left internal jugular veins,» *J Cardiothorac Vasc Anesth*, № 13, pp. 136-8, 1999.
- [6] P. Mansfield, D. Hohn и B. Fornage, «Complications and failures of subclavian-vein catheterization,» *N Engl J Med*, т. 331, pp. 17-35, 1994.
- [7] M. Kilbourne, G. Bochicchio, T. Scalea и Y. Xiao, «Avoiding common technical errors in subclavian central venous catheter placement,» *J Am Coll Surg*, т. 208, pp. 104-9, 2009.
- [8] T. J. Milling, J. Rose, W. Briggs и R. Birkhahn, «Randomized, controlled clinical trial of point-of-care limited ultrasonography assistance of central venous cannulation: The third sonography outcomes assessment program (SOAP-3)trial,» *Crit Care Med*, т. 33, pp. 1764-9, 2005.

- [9] . L. Julie, D. Martin и F. Andrew, «Real time ultrasonographically guided internal jugular vein catheterization in the emergency department increases success rates and reduces complications: A randomized, prospective study,» *Ann Emerg Med*, т. 48, pp. 540-7, 2006.
- [10] L. Cavanna, G. Civardi, P. Mordenti и D. Vallisa, «Central venous catheter care for the patients with cancer: ultrasound-guided insertion should be strongly recommended for internal jugular vein catheterization,» *Ann Oncol*, т. 24 (11), pp. 2928-2929, 2013.
- [11] М. Быков, Ультразвуковые исследования в обеспечении инфузионной терапии в отделениях реанимации и интенсивной терапии, Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2011, р. 36.
- [12] M. Dowling, H. Jala, J. Hardman и N. Bedforth, «Real-time threedimensional ultrasound-guided central venous catheter placement,» *Anesth Analg*, т. 112, pp. 378-81, 2011.
- [13] J. Augoustides, J. Horak, A. Ochroch, W. Vernick, A. Gambone и J. Weiner, «A randomized controlled clinical trial of real-time needle-guided ultrasound for internal jugular venous cannulation in a large university ananesthesia,» *J Cardiothorac Vasc Anesth*, т. 19, pp. 310-5, 2005.
- [14] K. Hosokawa, N. Shime, Y. Kato и S. Hashimoto, «A randomized trial of ultrasound image-based skin surface marking versus real-time ultrasound-guided internal jugular vein catheterization in infants,» *Anesthesiology*, т. 107, pp. 720-4, 2007.
- [15] B. Denys, B. Uretsky и P. Reddy, «Ultrasound-assisted cannulation of the internal jugular vein—a prospective comparison to the external landmark guided technique,» *Circulation*, т. 87, pp. 1557-62, 1993.
- [16] D. Karakitsos, . N. Labropoulos, . E. De Groot, A. Patrianak, G. Kouraklis и J. Poularas, «Real-time ultrasound-guided catheterisation of the internal jugular vein: a prospective comparison with the landmark technique in critical care patients,» *Crit Care*, № 10, p. R162, 2006.
- [17] D. Hind, N. Calvert, R. McWilliams, A. Davidson, S. Paisley и C. Beverley, «Ultrasonic locating devices for central venous cannulation: meta-analysis,» *BMJ*, т. 327, pp. 361-8, 2003.
- [18] Д. Заболотский, Г. Ульрих, А. Кулев, Н. Малашенко и А. Колосов, «Ультразвуковой контроль катетеризации внутренней яремной вены у вертебрологических больных,» *Хирургия позвоночника*, № 2, pp. 53-57, 2011.
- [19] P. Murphy и P. Arnold, «Ultrasound-assisted vascular access in children,» *Contin Educ Anaesth Crit Care Pain*, № 11 (2), pp. 44-49, 2011.
- [20] D. Mallory, T. Shawker, R. Evans, W. McGee, M. Brenner и M. Parker, «Effects of clinical maneuvers on sonographically determined internal jugular vein size during venous cannulation,» *Crit Care Med*, т. 18, pp. 1269-73, 1990.
- [21] M. Blaivas и S. Adhikari, «An unseen danger: frequency of posterior vessel wall penetration by needles during attempts to place internal jugular vein central catheters during ultrasound guidance,» *Crit Care Med*, т. 37, pp. 2345-9, 2009.

- [22] J. Lieberman, K. Williams и A. Rosenberg, «Optimal head rotation for internal jugular vein cannulation when relying on external landmarks,» *Anesth Analg*, т. 99, pp. 982-8, 2004.
- [23] B. Docktor, D. Sadler, R. Gray, J. Saliken и C. So, «Radiologic placement of tunneled central catheters: rates of success and of immediate complications in a large series,» *Am J Roentgenol*, т. 173, pp. 457-60, 1999.
- [24] B. Denys и B. Uretsky, «Anatomical variations of internal jugular vein location: impact on central venous access,» *Crit Care Med*, т. 19, pp. 1516-9, 1991.
- [25] Gordon AC, Saliken JC, Johns D, Owen R, Gray R., «US-guided puncture of the internal jugular vein: complications and anatomic considerations,» *J Vasc Interv Radiol*, № 9, pp. 333-8, 1998.
- [26] C. Troianos, R. Kuwik, J. Pasqual, A. Lim и D. Odasso, «Internal jugular vein and carotid artery anatomic relation as determined by ultrasonography,» *Anesthesiology*, т. 85, pp. 43-8, 1996.
- [27] P. Armstrong, R. Sutherland и D. Scott, «The effect of position and different manoeuvres on internal jugular vein diameter size,» *Acta Anaesthesiol Scand*, т. 38, pp. 229-31, 1994.
- [28] Н. Малашенко, Ультразвуковая навигация инвазивных манипуляций в анестезиологии. // Автореферат канд. дис., Санкт-Петербург: 16, 2012.
- [29] A. Goetz, M. Wagener, J. Miller и R. Muder, «Risk of infection due to central venous catheters: effect of site of placement and catheter type,» *Infect Control Hosp Epidemiol*, т. 19, pp. 842-5, 1998.
- [30] P. Hughes, C. Scott и A. Bodenham, «Ultrasonography of the femoral vessels in the groin: implications for vascular access,» *Anaesthesia*, т. 55, pp. 1198-202, 2000.
- [31] F. Warkentine, M. Pierce, D. Lorenz и I. Kim, «The anatomic relationship of femoral vein to femoral artery in euvolemic pediatric patients by ultra-sonography: implications for pediatric femoral central venous access,» *Acad Emerg Med*, т. 15, pp. 426-30, 2008.
- [32] S. Werner, R. Jones и C. Emerman, «Effect of hip abduction and external rotation on femoral vein exposure for possible cannulation,» *J Emerg Med*, т. 35, pp. 73-5, 2008.
- [33] J. Hopkins, F. Warkentine, E. Gracely и I. Kim, «The anatomic relationship between the femoral artery and common femoral vein in frog leg position versus straight leg position in pediatric patients,» *Acad Emerg Med*, № 16, pp. 579-84, 2009.
- [34] M. Stone, D. Price и B. Anderson, «Ultrasonographic investigation of the effect of reverse Trendelenburg on the cross-sectional area of the femoral vein,» *J Emerg Med*, т. 30, pp. 211-3, 2006.
- [35] P. Abboud и J. Kendall, «Ultrasound guidance for vascular access,» *Emerg Med Clin North Am*, т. 22, pp. 749-73, 2004.
- [36] R. Dailey, «Femoral vein cannulation: a review,» *J Emerg Med*, № 2, pp. 367-72, 1985.

- [37] M. Prabhu , D. Juneja, P. Gopal, M. Sathyanarayanan, S. Subhramanyam и S. Gandhe, «Ultrasound-guided femoral dialysis access placement: a single-center randomized trial,» *Clin J Am Soc Nephrol*, Т. 1 из 2 Prabhu MV, Juneja D, Gopal PB, Sathyanarayanan M, Subhramanyam S, Gandhe S, et al., № 5, pp. 235-9, 2010.
- [38] S. Iwashima, T. Ishikawa и T. Ohzeki, «Ultrasound-guided versus landmark- guided femoral vein access in pediatric cardiac catheterization,» *Pediatr Cardiol*, т. 29, pp. 339-42, 2008.
- [39] A. Seto, M. Abu-Fadel, J. Sparling, . S. Zacharias, T. Daly и A. Harrison, «Real-time ultrasound guidance facilitates femoral arterial access and reduces vascular complications: FAUST (Femoral Arterial Access With Ultrasound Trial),» *J Am Coll Cardiol Interv*, № 3, pp. 751-8, 2010.
- [40] Закиров И.И., Овезов А.М., «Катетеризация внутренней яремной вены у детей под ультразвуковым контролем,» *Казанский медицинский журнал*, т. XCI, № 6, pp. 815-817, 2010.
- [41] . T. Pirotte, «Ultrasound-guided vascular access in adults and children: beyond the internal jugular vein puncture,» *Acta Anaesth Belg*, т. 59, pp. 157-66, 2008.
- [42] Hanslik A, Thom K, Haumer M, Kitzmuller E, Albinni S, Wolfsberger M, et al., «Incidence and diagnosis of thrombosis in children with short-term central venous lines of the upper venous system,» *Pediatrics*, т. 122, pp. 1284-91, 2008.
- [43] S. A. S. I. G. N. Y. C. I. e. a. Sigaut S, «Sigaut S, Skhiri A, Stany I, Golmar, Nivoche Y, Constant I, et al. Ultrasound guided internal jugular vein access in children and infant: a meta-analysis of published studies,» *Paediatr Anaesth* , № 19, pp. 1199-206, 2009.
- [44] Suk EH, Lee KY, Kweon TD, Jang YH, Bai SJ., «Ultrasonographic evaluation of the femoral vein in anaesthetised infants and young children,» *Anaesthesia*, т. 65, pp. 895-8, 2010.
- [45] Aouad MT, Kanazi GE, Abdallah FW, Moukaddem FH, Turbay MJ, Obeid MY, et al., «Femoral vein cannulation performed by residents: a comparison between ultrasound-guided and landmark technique in infants and children undergoing cardiac surgery,» *Anesth Analg*, т. 111, pp. 724-8, 2010.
- [46] Brzezinski M, Luisetti T, London MJ. , «Radial artery cannulation: a comprehensive review of recent anatomic and physiologic investigations,» *Anesth Analg*, т. 109, pp. 1763-81, 2009.
- [47] Shiver S, Blaivas M, Lyon M., «A prospective comparison of ultrasound-guided and blindly placed radial arterial catheters,» *Acad Emerg Med*, № 13, pp. 1257-79, 2006.
- [48] Levin PD, Sheinin O, Gozal Y, «Use of ultrasound guidance in the insertion of radial artery catheters,» *Crit Care Med*, т. 31, pp. 481-4, 2003.
- [49] Amagasa S, Horikawa H, «Usefulness of ultrasonic two-way Doppler flow detector in routine percutaneous arterial puncture in patients with hemorrhagic shock,» *J Anesth*, № 17, pp. 70-1, 2003.
- [50] Schwemmer U, Arzet HA, Traunter H, Rausch S, Rower N, Greim CA., «Ultrasound-guided arterial

cannulation in infants improves success rate,» *Eur J Anaesthesiol*, т. 23, pp. 476-80, 2006.

- [51] Ganesh AG, Kaye R, Cahill AM, Stern W, Pachikara R, Gallagher PR, et al. , «Evaluation of ultrasound-guided radial artery cannulation in children,» *Pediatr Crit Care Med*, № 10, pp. 45-8, 2009.
- [52] Shiloh AL, Savel RH, Paulin LM, Eisen LA, «Ultrasound-guided catheterization of the radial artery: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials,» *Chest*, т. 139, pp. 524-9, 2011.
- [53] A. J. B. C. e. a. Rupp SM, «Practice guidelines for central venous access: a report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Central Venous Access,» *Anesthesiology*, № 116(3), pp. 539-573, 2012.
- [54] O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, et al. , «Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. Guidelines for the prevention of intravascular catheter related infections,» *Am J Infect Control*, т. 39(4 Suppl 1), pp. 1-34, 2011.
- [55] C. Grebenik, A. Boyce, M. Sinclair, R. Evans, D. Mason и В. Martin, «NICE guidelines for central venous catheterization in children: is the evidence base sufficient?,» *Br J Anaesth*, т. 92, pp. 827-30, 2004.