

## АННОТАЦИЯ

Катетеризация центральных вен (КЦВ) - широко используемый метод осуществления сосудистого доступа для инфузионной терапии с целью восстановления объема циркулирующей крови, мониторинга показателей гемодинамики, введения препаратов и т.д. По данным А.А. Бунятына и соав. (2009) за один год в мире устанавливается до 15 миллионов центральных венозных катетеров (ЦВК). По данным ряда зарубежных авторов, механические осложнения при катетеризации центральных вен встречаются в 5-19% случаев (David C. McGee, Michael K. Gould 2003).

Целью исследования явилось изучение возможности и эффективности применения ультразвуковой навигации при выполнении катетеризации центральных вен в детской реанимационно-анестезиологической практике.

Материалы собраны в клинике Ташкентского педиатрического института в отделении реанимации и интенсивной терапии с помощью ультразвуковых диагностических сканеров Sonoscape SSI 5000 (стационарный), Chison Q5 (портативный) конвексными и линейными датчиками 5,0-7,5 МГц у 84 детей.

Таким образом, исследования показали, что методика катетеризации центральных вен с использованием комплексной ультразвуковой навигации является высокоэффективной и может быть рекомендована для использования в анестезиологической и реаниматологической практике с целью профилактики и снижения количества осложнений при катетеризации центральных вен. Использование ультразвуковой навигации позволяет не только оптимизировать проведение самой процедуры катетеризации и ее отдельных этапов, но и для динамического наблюдения и уточнения расположения катетера и выявления возможных осложнений.

## **ABSTRACT**

Central venous catheterization (CCE) - a widely used method of the vascular access for fluid therapy to restore blood volume, hemodynamic monitoring, administration of drugs, etc. According to A.A. Bunyatyan and Soave. (2009) in a single year in the world is set to 15 million central venous catheters (CVC). According to a number of foreign authors, mechanical complications of central venous catheterization are found in 5-19% of cases (David C. McGee, Michael K. Gould 2003).

The aim of the study was to explore the possibility and efficacy of ultrasound navigation when performing central venous catheterization in pediatric resuscitation, anesthesia practice.

Materials gathered in the clinic of the Tashkent Pediatric Institute in the intensive therapy with ultrasound diagnostic scanners Sonoscape SSI 5000 (stationary), ChisonQ5 (Portable) Convex and linear encoders 5,0-7,5 MHz in 84 children.

Thus, studies have shown that the method of central venous catheterization using complex ultrasonic navigation is a highly effective and can be recommended for use in anesthesia and resuscitation practice to prevent and reduce the number of complications of central venous catheterization. Using ultrasound navigation allows not only to optimize the conduct of the procedure of catheterization and its individual stages, but also for the dynamic monitoring and verifying catheter placement and detect possible complications.

## ANNOTATSIYA

Markaziy venoz kateterizasyonu (CCE) - qon hajmini tiklash uchun suyuq davolash uchun qon tomir kirish keng tarqalgan bo'lib foydalaniladigan usul, gemodinamik monitoring, dori boshqaruvi, va hokazo A.A. ko'ra Bunyatyan va Soave. (2009), dunyoning bir yil chet mualliflar bir qator ko'ra 15 million markaziy vena kateter (CVC) o'rnatilgan bo'ladi, markaziy vena kateterizasyon mexanik asoratlari (David C. McGee Michael K. Gould 2003) hollarda 5-19% da uchraydi.

Tadqiqot maqsadi bolalar jonlantirish, behushlik amaliyot markaziy vena kateterizasyonu amalga qachon ultratovush harakatlanish imkoniyati va samaradorligini tadqiq qilish uchun edi.

5000 (statsionar) ultratovush tashxis brauzerlarning Sonoscape SGK, 84 bolalarda Chison Q5 (Portable) Convex va chiziqli kodlayıcılar 5,0-7,5 MGts bilan intensiv terapiya Toshkent pediatriya tibbiyot instituti klinikasida to'plangan materiallar.

Shunday qilib, tadqiqotlar murakkab ultratovush navigatsiya yordamida markaziy vena kateterizasyon usul juda samarali va oldini olish va markaziy vena kateterizasyon tug'ruq sonini kamaytirish uchun behushlik va reanimatsiya amalda foydalanish uchun tavsiya etilishi mumkin, deb ko'rsatdi. Ultratovush navigatsiya foydalanish kateterizasyon va uning alohida bosqichlari tartibi o'tkazish optimallashtirish, balki dinamik monitoring va tasdiqlovchi kateter joylashtirish uchun va mumkin tug'ruq aniqlash emas, balki faqat beradi.

## СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ.....	3
<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>4</b>
<b>ГЛАВА I. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР</b>	
1.1. Наука должна служить прогрессу страны.....	7
1.2. Общие сведения о катетеризации центральных вен.....	10
1.3. Особенности использования ультразвука для катетеризации сосудов в педиатрии.....	19
Выводы к главе I.....	25
<b>ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ</b>	
2.1. Материалы исследования.....	26
2.2. Методы исследования.....	28
Выводы к главе II.....	46
<b>ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ</b>	
3.1. Катетеризация центральных вен у детей по анатомическим ориентирам.....	48
3.2. Информативность эхографической навигации центральных вен у детей.....	50
3.3. Факторы риска безуспешных пункций, ошибки и трудности во время УЗ-наведения при катетеризации центральных вен у детей.....	62
Выводы к главе III.....	69
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>71</b>
<b>ВЫВОДЫ.....</b>	<b>79</b>
<b>ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....</b>	<b>80</b>
<b>СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ.....</b>	<b>81</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>82</b>

## ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

БА - бедренная артерия

БВ - бедренная вена

БзВ - безымянная вена

ВЯВ - внутренняя яремная вена

ВПВ - верхняя полая вена

ГКС - грудинно-ключично-сосцевидная (мышца)

КПВ – катетеризация подключичной вены

КЦВ – катетеризация центральных вен

МА – местная анестезия

ОА – общая анестезия

ОДН - острая дыхательная недостаточность

ПВ – подключичная вена

УЗДГ – ультразвуковая доплерография

УЗИ – ультразвуковое исследование

СА - сонная артерия

ЦВ - центральная вена

ЦВК – центральный венозный катетер

ЦДК – цветное доплеровское картирование

ЦВД – центральное венозное давление

ЭДК – энергетическое доплеровское картирование

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность.** Катетеризация центральных вен (КЦВ) - широко используемый метод осуществления сосудистого доступа для инфузионной терапии с целью восстановления объема циркулирующей крови, мониторинга показателей гемодинамики, введения препаратов и т.д. По данным А.А. Бунятына и соав. (2009) за один год в мире устанавливается до 15 миллионов центральных венозных катетеров (ЦВК). По данным ряда зарубежных авторов, механические осложнения при катетеризации центральных вен встречаются в 5-19% случаев (David C.McGee, Michael K. Gould 2003).

Согласно литературным данным, частота развития больших и малых механических осложнений может достигать 15%, в зависимости от сопутствующей патологии, состояния свертывающей системы крови и опыта оператора (Гайденко В.М., Титовский Ю.А., Оскирко В.Б., 1990). Среди осложнений данной манипуляции возможны: непреднамеренная пункция артерии, гематома области пункции, повреждение близ лежащих нервных стволов, пневмоторакс и некорректная позиция катетера (Aldrighetti L., 2000). Кроме того, более чем в 10% случаев попытка катетеризации центральных вен по анатомическим ориентирам оказывается неудачной (Калашников Р.Н., Недашковский Э.В., Савин П.П., Смирнов А.В., 1991). В клинической практике используется множество различных методик пункции и катетеризации центральных вен по внешним ориентирам, однако это не привело к значимому снижению частоты осложнений манипуляции (Тимофеев И.В., 1999; Шулутко Е.М., 1999).

Стандартные методы катетеризации центральных вен подразумевает использование внешних анатомических ориентиров, определяемых физикально, взаимоотношение которых с целевым сосудом может быть очень вариабельно. Однако анатомические особенности центральных вен

могут быть весьма переменными, что в конечном итоге может сказаться на результативности и эффективности процедур катетеризации, а также повысить количество возможных осложнений данной процедуры. Первые публикации о возможности использования доплерографии при катетеризации центральных вен появились в 1984 году (Fares L.G., Block P.I L, Feldman S:D., 1984). В настоящее время в отечественной и зарубежной литературе недостаточно данных об использовании ультразвукового контроля катетеризации центральных вен у детей.

Возобновление интереса к методам катетеризации сосудов с использованием различного рода визуализации относится к концу XX века, когда стало формироваться новое направление клинической медицины — навигационная хирургия (Балныков С.И., 2010). В то же самое время, появилось большое количество публикаций, посвященных проблеме безопасности больного при проведении инвазивных манипуляций, в том числе в реанимационно-анестезиологической практике (Bazaral M., Harlan S:,- 1981; Nolsoe C., Nielsen L.,Karstrup S.,etal., 1989; Jeffrey M.Rothshild, 2007). В данной ситуации представляется перспективной возможность использования безопасных методов медицинской визуализации при проведении катетеризации центральных вен, а также для контроля этапов проведения ее выполнения и предотвращения, возможных осложнений, что и обуславливает актуальность данного исследования.

### **Цель работы.**

Изучить возможность и эффективность применения ультразвуковой навигации при выполнении катетеризации центральных вен в детской реанимационно-анестезиологической практике.

### **Задачи исследования.**

1. Изучить эхографическую анатомию центральных вен по данным комплексного ультразвукового исследования.

2. Усовершенствовать методику катетеризации центральных вен с использованием ультразвуковой навигации у детей.

3. Определить эффективность ультразвуковой навигации при катетеризации центральных вен и оценить ее результативность в сравнении с традиционной методикой катетеризации по анатомическим ориентирам.

### **Материалы и методы исследования.**

Научное исследование проводилось в клинике ТашПМИ с помощью ультразвуковых диагностических сканеров Sonoscape SSI 5000 (стационарный), Chison Q5 (портативный) конвексными и линейными датчиками 5,0-7,5 МГц у 84 детей, у которых проведены пункции центральных вен, из них 37 внутренней яремной вены, 42 подключичной вены и 5 бедренной вены.

### **Научная новизна.**

- ультразвуковая навигация с применением комплексной эхографии позволила изучить эхографическую анатомию центральных вен у детей в различных возрастных группах.

- изучена эффективность триплексной ультразвуковой навигации с использованием серошкальной эхографии, импульсвольной доплерографии и ЦДК при проведении катетеризации центральных вен.

### **Практическая значимость.**

Внедрение в детскую реанимационно-анестезиологическую практику методики катетеризации центральных вен под ультразвуковым контролем позволило выполнить данную процедуру с учетом индивидуальной анатомии и снизило количество возможных осложнений данной инвазивной манипуляции.

### **Опубликованность результатов исследования.**

По теме магистерской диссертации опубликовано 1 статья и 4 тезисов.



### **Структура и объем магистерской диссертации.**

Диссертация изложена на 96 страницах компьютерного текста и состоит из введения, трех глав, заключения, выводов и практических рекомендаций. Работа иллюстрирована 30 рисунками и эхограммами, содержит 7 таблиц.

Указатель литературы представлен 119 источниками (33 отечественных и 86 зарубежных публикаций).

### **Внедрение в практику.**

Основные положения и результаты диссертационной работы внедрены в клиническую практику в отделении реанимации и интенсивной терапии клиники ТашПМИ и могут быть использованы в отделении реанимации и интенсивной терапии занимающихся методикой катетеризации центральных вен у детей.

### **Личный вклад автора.**

Автор самостоятельно осуществлял набор пациентов, проводил комплексное ультразвуковое исследование, заполнял соответствующие и специально разработанные для данного исследования учетные формы, принимал активное участие в анализе и обобщении полученных результатов.

### **Апробация диссертации.**

Материалы диссертации доложены и обсуждены на кафедральной апробации 28 февраля 2015 при участии сотрудников кафедры Клинической радиологии и студентов магистратуры 1, 2, 3 курсов по специальности «Медицинская радиология».

## ГЛАВА I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### **1.1. Наука должна служить прогрессу страны. Наша цель: свободная и процветающая Родина**

За годы независимого развития создан практически капитальный фундамент, на котором продолжает строиться и обновляться система здравоохранения страны.

Сформирована принципиально новая и по-своему уникальная единая система по оказанию бесплатной неотложной высококвалифицированной медицинской помощи населению, состоящая из специализированных областных больниц и отделений в городах и районах, отвечающих самым высоким требованиям и международным стандартам, служб скорой медицинской помощи, руководство и координацию деятельности которых осуществляет Республиканский научный центр экстренной медицинской помощи [1, 3].

Чрезвычайно важную роль в реформировании системы охраны здоровья людей и усилении ее низового звена играет создание в стране более 3200 сельских врачебных пунктов, оборудованных современной медицинской техникой, в которых первичную медицинскую помощь оказывают врачи общей практики.

Осуществлена оптимизация сети учреждений здравоохранения на районном и областном уровнях, созданы компактные, хорошо оснащенные современным оборудованием и кадрами районные медицинские объединения и областные многопрофильные больницы и поликлиники.

На современном этапе в стране функционируют 10 республиканских специализированных научно-практических медицинских центров на базе признанных научных школ по таким направлениям, как кардиология и

кардиохирургия, акушерство и гинекология, урология, офтальмология, пульмонология и фтизиатрия, эндокринология, и другие, где сосредоточены высококвалифицированные, профессионально подготовленные кадры, которые оказывают высокотехнологичные медицинские услуги на современном оборудовании [2].

Все эти годы усилия были направлены прежде всего на создание условий для рождения и воспитания здорового поколения с целью достижения долгосрочного эффекта – сохранения и улучшения генофонда нации, повышения продолжительности и качества жизни населения.

С целью формирования здоровой семьи и снижения числа возможных случаев наследственных заболеваний в стране была введена система обязательного добрачного медицинского освидетельствования лиц, вступающих в брак.

Сегодня практически во всех областях Узбекистана действуют перинатальные и скрининг-центры матери и ребенка. Все беременные женщины в сельской местности за счет средств государственного бюджета обеспечиваются поливитаминами, необходимыми для формирования здорового плода. Работа, которых позволила уменьшить за период с 2000 года более чем в 1,7 раза рождение детей с наследственными и врожденными заболеваниями.

В Республике проводится бесплатная вакцинация всех детей в возрасте до двух лет, что позволило нам полностью ликвидировать такие заболевания, как дифтерия, столбняк, полиомиелит. Практически 100 процентов детей в возрасте до 14 лет дважды в год охватываются углубленными медицинскими осмотрами, а женщины фертильного возраста – ежегодно [1, 2].

В Узбекистане вся первичная медицинская помощь для населения является бесплатной. На этой же основе оказываются экстренная медицинская и педиатрическая помощь, родовспоможение и услуги по лечению целого ряда социально значимых заболеваний – онкологических, инфекционных и других.

Вместе с тем современная качественная медицинская помощь основана на дорогостоящем оборудовании, которое к тому же нуждается в постоянном обновлении, а также дорогих лекарственных средствах и препаратах, что остро ставит на повестку дня вопрос о разумном сочетании бесплатного и платного лечения.

Как было отмечено Президентом Республики Узбекистан И.А. Каримовым «Когда речь идет о здоровом поколении, лично я, прежде всего, понимаю здоровое потомство, не только сильное физически, но и также поколение со здоровым духом, здоровым сознанием, стойким убеждением, понимаю поколение патриотов - поколение эрудированное, высоконравственное, смелое. Великое государство может построить только здоровая нация, здоровое поколение».

Здоровое сознание состоит из слагаемых социальных, экономических и моральных ценностей, направленных на защиту медицинского, физического, духовного, морального, и идеологического здоровья человека, имеющих собственные исторические особенности, по сути, оно равняется сложению идей, воззрений, понятий, действий, знаний, опыта, навыков, и готовности к деятельности, направленных на защиту и обеспечение здоровья человека [4].

В вопросах воспитания гармонично развитого поколения, который является общенациональной идеологией современного Узбекистана, и особенно рассматриваемой тематики – педагогической сущности формирования здорового сознания, проявляются ряд её особенностей.

Государственные программы и документы в области охраны здоровья матерей и детей, регламентирующие также вопросы стимулирования грудного вскармливания, контроля дефицита жизненно важных микроэлементов, постоянного мониторинга роста и развития детей, пропаганда здорового образа жизни среди общества, а также ряд инициатив по продовольственной безопасности, внесли и вносят большой вклад в улучшение качества жизни населения Узбекистана [2, 4].

## 1.2. Общие сведения о катетеризации центральных вен

Катетеризация центральных вен является одним из необходимых мероприятий интенсивной терапии критических состояний. Как правило, эту операцию врачи делают на основании знаний о нормальной анатомии, руководствуясь наружными ориентирами (ключица, грудино-ключично-сосцевидная мышца, яремная вырезка и т.д.). Однако существует множество факторов, затрудняющих налаживание сосудистого доступа у больных, находящихся в тяжелом состоянии: особенности телосложения, гиповолемия, шок, врожденные деформации и аномалии развития. В связи с этим вероятность таких тяжелых ятрогенных осложнений, встречающихся при катетеризации центральных вен, как пневмоторакс, гемоторакс, лимфоторакс и их сочетаний (при ранении легкого, вены, артерии или грудного лимфатического протока), остается достаточно высокой даже при проведении процедуры опытными специалистами.

По данным ряда зарубежных авторов, механические осложнения при катетеризации центральных вен встречаются в 5-19% случаев (David C. McGee, Michael K. Gould 2003).

Количество осложнений во время катетеризации центральных вен у детей варьирует от 2,5 до 16,6% при катетеризации подключичной вены (James, Myers, Blackett et al.) и от 3,3 до 7,5% при катетеризации внутренней яремной вены (Prince et al., Hall, Geefhuysen). По нашим данным, осложнения при катетеризации внутренней яремной вены до использования предварительного ультразвукового исследования (УЗИ) встречались в 11% случаев. Все это побуждало врачей-исследователей искать пути визуализации центральных вен с целью снижения частоты осложнений.

Следует отметить, что потенциально менее опасными являются пункция и катетеризация периферических вен. Однако данный метод в клинической практике не может быть достаточным, так как разнообразные ситуации диктуют необходимость доступа именно к центральному венозному руслу.

Так, по данным А. А. Бунятына и соавт. (2008), за один год в мире устанавливается до 15 миллионов центральных венозных катетеров (ЦВК).

Катетеризация центральных вен позволяет клиницисту начать гемодинамический мониторинг, введение лекарственных препаратов, жидкостей и парентерального питания, введение периферических внутривенных устройств и проведение гемодиализа. Внутренняя яремная вена, подключичная и бедренная вены - наиболее часто катетеризируемые сосуды при выполнении сосудистого доступа. Многие анестезиологи для катетеризации выбирают внутреннюю яремную вену (ВЯВ). Использованию внутренней яремной вены способствует возможность визуализации и пальпации определенных анатомических ориентиров. Дополнительные вспомогательные методики включают в себя использование иглы меньшего диаметра для локации ВЯВ, а затем стандартной иглы для канюляции; применение предварительной ультразвуковой локации, во время которой врач помечает на теле пациента расположение вены перед пункцией, и, наконец, ультразвуковую навигацию в реальном времени, сопровождающую пункцию [14, 18, 19].

В ряде случаев наиболее предпочтительным доступом к центральному венозному руслу является подключичный, если учесть сравнительную быстроту, надёжность, атравматичность вмешательства. Катетеризация подключичной вены (КПВ) является методом выбора в случаях, когда необходимы мониторинг центрального венозного давления, длительная лекарственная инфузия, парентеральное питание, а также при проведении эфферентных методов лечения. Осложнения как при удавшейся, так и безуспешной постановке ЦВК составляют, по данным разных авторов, от 1,2 до 16% всех катетеризаций. Это обусловлено как топографо-анатомическими особенностями расположения вены, так и факторами субъективного характера, а именно отсутствием необходимых практических навыков у персонала, неправильным выбором доступа, нарушением правил асептики. Применение ультразвука при катетеризации сосудов включено в стандарты

лечения во многих странах Европы и США. В Российской Федерации публикации об использовании указанной методики единичны [19, 23].

Согласно исследованиям, риск осложнений во время катетеризации центральных сосудов варьируется от 2 до 15%. Эти показатели во многом зависят от опытности медицинского персонала и общего состояния пациента. Наиболее часто встречающиеся осложнения катетеризации – это пневмоторакс (0-6.6%), прокол сонной артерии (6%), прокол подключичной артерии (0,5%-4%) и гемоторакс (1%). Общий процент неудачных попыток катетеризации ВЯВ составляет 12% [18, 26, 32].

Ранние работы в этой области показали, что использование ультразвука может снизить число травматических осложнений и повысить процент удачных попыток катетеризации. Более современные публикации подтверждают, что применение ультразвуковой навигации во время установки ЦВК увеличивает процент успешных первых попыток катетеризации и снижает опасность повреждения близлежащих артерий.

### **История применения ультразвуковой навигации при катетеризации центральных вен**

В 1978 году Ullman и Stoelting описали первый опыт использования ультрасонографии для оценки центральных вен. Они использовали доплеровскую визуализацию для нанесения меток на кожу пациента над ВЯВ. Они отметили, что доплерография кровотока позволила им с точностью локализовать ВЯВ и освободила их от необходимости угадывать ее расположение. Согласно этим авторам новая технология увеличит процент успешных попыток катетеризации ВЯВ и снизит количество случайных проколов сонной артерии по сравнению с обычной процедурой, при которой используются только анатомические ориентиры. В 1986 году Yoneietal опубликовали работу об использовании ультразвуковой навигации в реальном времени при проведении канюляции ВЯВ. В 2001 году Агентство по исследованиям и качеству в области здравоохранения (Agency for Health care Researc hand Quality, AHRQ) опубликовало сообщение о том, что на

основании достаточного количества публикаций применение ультразвукографии во время осуществления центрального венозного доступа заслуживает широкого распространения. AHRQ рекомендовало применение ультразвуковой навигации при катетеризации центральных сосудов в числе 11 инструкций по повышению безопасности пациента. В 2002 году Национальный институт здоровья и клинической квалификации Великобритании (National Institute for Health and Clinical Excellence — NICE) заявил, что ультразвуковая навигация является предпочтительным методом при установке ЦВК во внутреннюю яремную вену, и что все клиницисты, осуществляющие сосудистый доступ, должны пройти соответствующий тренинг.

В 2011 году Центр по контролю заболеваний (Center of Disease Control, CDC) рекомендовал применение ультразвуковой навигации при установке ЦВК для снижения количества попыток канюляции и механических осложнений. В продолжение тематики в публикации «Руководство по профилактике инфекционных осложнений, связанных с внутрисосудистым катетером» (Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter- Related Infections) Центр по контролю заболеваний (Center of Disease Control, CDC) постановил, что ультразвуковая навигация должна использоваться только теми клиницистами, которые прошли соответствующее обучение.

### **Виды ультразвуковой навигации при катетеризации центральных вен**

Статическая или непрямая ультразвуковая визуализация во время центрального венозного доступа дает оператору возможность определить точку вкола на коже перед стерильной обработкой места катетеризации. Она позволяет выявить и принять во внимание различия анатомических структур пациентов. По сравнению с традиционным слепым методом с анатомическими метками использование статической ультразвуковой визуализации для маркировки поверхности кожи перед канюляцией ВЯВ увеличивает успешность проводимой процедуры. Динамическая или прямая



ультразвуковая визуализация в реальном времени во время установки ЦВК позволяет визуализировать иглу при продвижении ее к искомому сосуду [64].

Динамическая или прямая ультразвуковая визуализация при проведении катетеризации дает возможность отслеживать продвижение иглы к искомому сосуду. В дополнение к тому, что ультразвуковая навигация более часто позволяет выполнить катетеризацию удачно с первой попытки, возможность наблюдать канюляцию ВЯВ в реальном времени позволяет сократить время, требующееся для выполнения процедуры, частоту прокола близлежащих артерий и имеет более высокую долю успешных попыток [69, 75].

При выборе оптимального венозного доступа рекомендуется принимать во внимание риск возникновения катетерной туннельной инфекции, тромбоза, гематомы, пневмоторакса и артритов [8]. Для минимизации риска возникновения туннельной инфекции и тромбоза предпочтительнее устанавливать ЦВК во внутреннюю яремную вену, подключичную вену и другие доступы верхней части тела, нежели чем использовать бедренный доступ. Место пункции должно быть свободным от воспаления и иметь самый низкий потенциал заражения по сравнению с другими возможными доступами. При выборе доступа и места пункции следует обходить участки тела с близко расположенными ранами, ожогами, а также избегать попадания слюны, экскрементов и инфекции на место пункции [52, 56, 79].

Подключичный доступ имеет преимущества перед яремным доступом в случае длительного нахождения катетера в центральной вене и характеризуется наиболее низким процентом возникновения катетерной туннельной инфекции и тромбоза. Однако в отличие от катетеризации ВЯВ под контролем ультразвука, пользующейся всеобъемлющей поддержкой как в публикациях, так и у пользователей, работа с ультразвуком при канюляции подключичной вены является более технологичной. Ключица затрудняет визуализацию сосуда, тем самым усложняя динамическую визуализацию канюляции. Тем не менее, для работы с пациентами, у которых затруднено распознавание поверхностных ориентиров (тучные дети, дети с

послеоперационными и постлучевыми рубцовыми изменениями области шеи), применение статического ультразвука перед манипуляцией может упростить визуализацию сосуда и исключить наличие тромбоза.

Бедренная вена — доступ выбора в кардиологии, неотложной медицине и в других случаях, требующих осуществления краткосрочного доступа к сосуду. Ясные анатомические ориентиры, относительно быстрое проведение катетеризации и безопасность являются преимуществами при канюляции бедренной вены. Исследование области прокола перед пункцией позволяет уточнить расположение сосудов и окружающих структур. Однако данных в пользу того, что ультразвуковой контроль в реальном времени во время катетеризации бедренной вены позволяет улучшить или ускорить процесс катетеризации, недостаточно. Исследования свидетельствуют о том, что рутинное использование ультразвука во время процедуры не имеет влияния на ее проведение [13, 26].

Во избежание случайной дилатации артерии во время катетеризации необходимо подтвердить расположение проводника перед дилатацией сосуда. Ультразвуковая навигация в реальном времени - надежный способ определить местонахождение проводника (в вене или артерии). Использование ультразвука дает возможность избежать дилатации сонной артерии при попытке катетеризации ВЯВ.

С целью минимизации риска инфекционных осложнений предпочтительнее выбирать подключичный доступ. По завершении процедуры установки катетера рекомендуется использовать биоокклюзивные повязки. Любые манипуляции с уже установленным катетером (извлечение и замена, обработка катетера) должны выполняться специально обученным медицинским персоналом. В случае возникновения катетерассоциированной инфекции необходимо установить новый катетер в новый доступ. Производить замену катетера в том же доступе не рекомендуется. Как только необходимость наличия катетера в вене исчезает, необходимо немедленно извлечь ЦВК [28, 34, 76]. Согласно публикациям, использование

ультразвуковой навигации во время катетеризации не приводит к инфицированию места установки катетера. Использование стерильных проводников и чехлов для датчиков дает возможность сохранить полную стерильность рабочего поля при установке ЦВК.

Показания и противопоказания к катетеризации центральных вен

Катетеризация центральных вен должна осуществляться только при учете показаний и противопоказаний.

Показаниями к катетеризации центральных вен являются:

- длительные операции с большой кровопотерей;
- продолжительная и интенсивная инфузионная терапия;
- недоступность периферических вен;
- необходимость контроля за изменениями центрального венозного давления;
- парентеральное питание, предусматривающее переливания гипертонических растворов;
- диагностические и контрольные исследования;
- проведение специальных лечебных мероприятий (гемосорбция и др.).

Противопоказания для катетеризации центральных вен:

- патологические процессы в местах катетеризации вен (травмы, воспаления и др.);
- катетеризация верхней полой вены противопоказана при синдроме верхней полой вены, синдроме «Педжета-Шреттера», двустороннем пневмотораксе и при тяжелой эмфиземе легких с выраженной дыхательной недостаточностью.

Относительное противопоказание - нарушения свертывающей системы крови. Вопросы показаний и противопоказаний решаются клинико-ситуационно с учетом знаний и умений врача.

### **Осложнения и их профилактика при катетеризациях центральных вен**

Пункционная катетеризация центральных вен не является абсолютно безопасной. Так, по данным публикаций, частота различных осложнений при пункционной катетеризации верхней полой вены через подключичную колеблется от 2,7% до 8,1% [22, 41] .

Виды осложнений:

- попадание в артерию при пункции вены (в подключичную при пункции подключичной вены, в общую сонную при пункции внутренней яремной вены, в бедренную артерию при пункции бедренной вены). Повреждение артерий является главной причиной образования распространенных гематом в зонах пункции, а также - осложнений пункционной катетеризации верхней полой вены гемотораксом (при одновременном повреждении купола плевры) и кровоизлиянием в средостение.

Осложнение распознается по поступлению в шприц алой крови под давлением, пульсации вытекающей струи крови.

В случае этого осложнения иглу следует извлечь и место пункции прижать. При пункции подключичной артерии это не позволяет эффективно прижать место ее повреждения, но уменьшает образование гематом.

- повреждение купола плевры и верхушки легкого с развитием пневмоторакса и подкожной эмфиземы. При пункции подключичной вены как над, так и подключичным доступом в 1,4 процентах случаев происходит ранение иглой верхушки легкого с развитием пневмоторакса.

В случае поздней диагностики объем легкого и давление в плевральной полости нарастают и возникает напряженный пневмоторакс, приводящий к выраженной гиповентиляции, гипоксемии, нестабильности гемодинамики.

Очевидно, что пневмоторакс должен быть диагностирован и устранен на ранней стадии его возникновения.

Вероятность осложнения пневмотораксом повышена при различных деформациях грудной клетки (эмфизематозной и др.), при одышке с глубоким дыханием. В этих же случаях пневмоторакс наиболее опасен.

Пункция легкого распознается по свободному поступлению в шприц воздуха при насасывании поршнем. Иногда осложнение остается нераспознанным и проявляется пневмотораксом и подкожной эмфиземой, развивающимися после пункционной чрескожной катетеризации верхней

полой вены. Иногда ошибочная пункция легкого не приводит к пневмотораксу и эмфиземе [22, 15, 36, 49, 56, 89].

Важно учитывать, что при повреждении иглой легкого пневмоторакс и эмфизема могут развиваться как в ближайшие минуты, так и спустя несколько часов после проведения манипуляции. Поэтому при трудной катетеризации, а тем более при случайной пункции легкого, необходимо акцентированно исключить наличие пневмоторакса и эмфиземы не только сразу после пункции, но и в течение последующих суток (частая аускультация легких в динамике, серийный рентген контроль и др.).

Опасности развития тяжелого двухстороннего пневмоторакса побуждают считать, что попытки пункции и катетеризации подключичной вены должны производиться только с одной стороны.

Признаки пневмоторакса:

1. Появление воздуха в шприце с раствором при проведении аспирационной пробы в процессе пункции вены.

2. Ослабление дыхательных шумов на стороне развития пневмоторакса.

3. Коробочный звук при перкуссии на стороне поврежденного легкого.

4. Рентгенография - легочное поле повышенной прозрачности, на периферии нет легочного рисунка. При напряженном пневмотораксе - смещение тени средостения в сторону здорового легкого.

5. Аспирация воздуха при пробной пункции плевральной полости во втором межреберье по среднеключичной линии шприцем с жидкостью подтверждает диагноз.

### **1.3. Особенности использования ультразвука для катетеризации сосудов в педиатрии**

Национальный институт здравоохранения и руководящих клинических указаний Соединенного Королевства рекомендуют использование ультразвука в режиме реального времени при катетеризации центральной

вены у всех пациентов, детей и взрослых [68]. В метаанализе, в который включены педиатрические исследования, Hind et al. (2003) [59] подтвердили более высокий показатель успеха при использовании 2D ультразвука по сравнению с анатомической ориентировочной техникой для катетеризации внутренней яремной вены у младенцев. Hosokawa et al. (2007) [56] показали в рандомизированном исследовании среди 60 новорожденных с весом менее 7,5 кг, 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. Другие исследователи показали, что применение ультразвука во время катетеризации внутренней яремной вены у детей улучшило процент успеха и снизило частоту осложнений [69, 70, 71]. Для того, что бы избежать сжатия мелких вен ультразвуковым датчиком в реальном времени требуется определенный опыт.

Как отметил Hosokawa et al. (2007) [56], большинство исследований, демонстрирующих положительную корреляцию с использованием ультразвука как правило связаны с обучением операторов (например, ординаторов), в то время как отрицательные корреляции исследования обычно связаны с опытными анестезиологами.

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 [76]. Hanslík et al. (2008) [102] показали 28% частоту тромбоза глубоких вен у детей с краткосрочным размещением центральной венозной линии. Это является проблемой у детей, требующих частого центрального венозного доступа, например в детской кардиохирургии.

Один мета-анализ с участием пяти ультразвуковых исследований выполненных среди младенцев и детей продемонстрировал 100% успешность катетеризаций, отсутствие попадания в сонную артерию, гематомы,

гемоторакса или пневмоторакса. Все исследования, включенные в мета-анализ использовали ультразвук либо для предварительной локализации, либо в режиме реального времени [73, 85]. Компрессия печени может быть использована для увеличения размера внутренней яремной вены у детей. [6, 55] В качестве альтернативы может быть использовано положение Тренделенбурга. Датчики, используемые для сканирования у детей, как правило, меньше по размеру и обладают 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.

Бедренную вену и бедренную артерию часто используют у новорожденных в качестве доступа во время процедур на сердце. Hopkins et al. (2009) [90] продемонстрировали, что бедренная вена была перекрыта бедренной артерией на уровне паховой связки у 36% пациентов с выпрямленными ногами и у 45% пациентов в «положении лягушки». Частота перекрытия увеличивалась при обследовании сосудов дистальнее. На расстоянии 3 см от паховой связки, частота перекрытия составила 93% и 86% в положении с прямыми ногами и в «положении лягушки», соответственно. Это значительное перекрытие подтверждает оправданность рутинного использования ультразвука для катетеризации, так как перекрытие сосудов может повысить риск развития осложнений и не предсказуемо при поверхностной ориентировочной технике. Ротирование бедра с 60-градусным отведением ноги уменьшает перекрытие бедренной артерии на уровне паховой складки, как у младенцев, так и у детей. Таким образом, оптимальное место для катетеризации бедренной вены у педиатрических пациентов, кажется, на уровне паховой складки, при 60-градусном отведении ноги и наружном ротировании бедра [74].

Другой частой проблемой встречающейся у новорожденных является высокая частота венозных и артериальных тромбозов, после многократных

процедур катетеризации. Многие исследования показали явное преимущество ультразвукового контроля над ориентировочным методом катетеризации бедренной вены. Aouad et al. (2010) [105] провели проспективное рандомизированное исследование 48 пациентов, перенесших катетеризацию бедренной вены ориентировочной техникой по сравнению с ультразвуковой техникой в реальном времени и продемонстрировали более короткие сроки завершения катетеризации под контролем ультразвука (155 (46-690) против 370 (45-1620) сек,  $p=0,02$ ). Группе использовавшей ультразвук потребовалось меньшее число проходов иглы (1 (1-8) против 3 (1-21),  $p=0,001$ ), для успешной катетеризации и имела большее количество успешных катетеризаций выполненных при первом проходе иглу (18 (75%) против 6 (25%),  $p=0,001$ ) по сравнению с группой использовавшей ориентировочную технику. Общий показатель успеха был одинаков в обеих группах (95,8%), а частота прокола бедренной артерии была сопоставима. В другом проспективном рандомизированном исследовании, Iwashima et al. (2008) [93] показали, что нет никакой разницы в общем проценте достижения успеха в обеспечении доступа к бедренной вене между ориентировочным подходом и ультразвуковым подходом при доступе к бедренной вене во время процедур катетеризации сердца у детей. Вероятность успеха, определяемая как достижение доступа в течение первых двух попыток без прокола бедренной артерии, была одинаковой в обеих группах (67,4% для ультразвукового метода против 59,1% для ориентировочного подхода). Время процедуры достоверно не различалась между группами. Были обнаружены две окклюзии бедренной вены в группе ультразвука у больных с ранее выполненной пункцией сосуда. Кроме того, отмечалось значительное снижение частоты осложнений при использовании ультразвукового контроля. Непреднамеренная пункция бедренной артерии произошла у трех из 43 пациентов (7%) в ультразвуковой группе по сравнению с 14 из 44 пациентов (31,8%) в группе использовавшей ориентировочный метод, при достоверно



более высокой частоте осложнений в группе использовавшей ориентировочный метод ( $p < 0,01$ ) [62].

При катетеризации центральных вен у детей требуются знания следующих особенностей:

- акцентированное внимание к обезболиванию и обеспечению устранения двигательной реакции на процедуру: детям младшей возрастной группы катетеризацию выполняют под масочным наркозом с фторотаном или закисью азота, детям старшего возраста - под местной анестезией места вкола (новокаином, лидокаином и др.) после предварительной успокоительной беседы и применения седативных средств (мидазолам и др.);

- при катетеризации верхней полой вены ребенку обязательно придается положение тренделенбурга с высоким валиком под плечами (голова ребенка должна быть откинута назад и повернута в сторону, противоположную пунктируемой; руки должны быть приведены к туловищу);

- особо тщательное соблюдение асептики при работе и уходе за катетером (ежедневная, неоднократная, после каждой процедуры смена асептической повязки, обработка антисептиком кожи вокруг места вкола и др.);

- при выполнении пункции подключичной вены из подключичного доступа (точка Auboniac) точка пункции у детей до 1-2 лет смещается несколько латерально, ближе к середине ключицы;

- для пункции вен у детей младших возрастов используются иглы диаметром не более 1-1,5 мм и длиной 4-7 см (стандартные иглы Дюфо);

- пункция вен должна быть предельно осторожной и атравматичной (глубина погружения иглы в зависимости от возраста ребенка и места пункции не должна превышать 1,5-6 см, а число неудачных попыток пункций - 5;

- катетеризацию следует осуществлять по методике Сельдингера или катетером на игле; катетеризация через просвет иглы для детей чрезмерно травматична и не должна применяться;

- для предупреждения воздушной эмболии во время пункции на игле обязательно должен быть шприц с раствором (физиологический раствор);

- у новорожденных и детей младшей возрастной группы кровь появляется в шприце чаще не во время продвижения иглы под ключицу и насасывания, а при последующем медленном ее извлечении с одновременной аспирацией (это объясняется тем, что пункционная игла, особенно недостаточно остро заточенная, у детей в силу податливости тканей легко сдавливает подключичную вену и прокалывает переднюю и заднюю ее стенки, в просвете вены кончик иглы оказывается лишь при медленном ее извлечении из-под ключицы);

- при катетеризации по Сельдингеру у детей следует применять только очень мягкие проводники, и вводить их в вену с большой осторожностью (жестким проводником и при неосмотрительном его введении у ребенка можно незаметно проколоть стенку вены);

- у детей младшего возраста при их переключивании, пеленании и т.п. легко может произойти непреднамеренное выхождение катетера из вены, поэтому перед началом каждой инфузии необходимо убедиться в том, что катетер находится в вене (из катетера должна быть получена кровь; если из катетера кровь не идет, то катетер из вены удалить);

- у детей необходимо особо тщательно контролировать глубину постановки катетера; следует помнить, что у детей катетер можно легко ввести чрезмерно глубоко - в правое предсердие или в правый желудочек сердца, что может вызвать тяжелые расстройства сердечной деятельности (экстрасистолию, брадикардию и т. д.); катетер может также попасть во внутреннюю яремную вену как на стороне пункции, так и в вену на противоположной стороне, что сопровождается болями при инфузиях, беспокойством ребенка и др.;

- при всяком подозрении на неправильное положение катетера в вене следует определить глубину его введения (она равна разнице между общей длиной катетера и суммой длины наружной части катетера и длины части иглы, погруженной под кожу в момент пункции вены);

при неуверенности в месте нахождения кончика катетера и при крайней необходимости в катетере в центральной вене его положение выясняется рентгенологически (в катетер вводят 2-3 мл рентгенконтрастного вещества и делают снимок в переднезадней проекции);

- глубина введения катетера в подключичную вену должна составлять у недоношенных детей 1,5-2 см, у доношенных новорожденных 2-2,5 см, у грудных детей 2-3 см, у детей в возрасте 1-7 лет 2,5-4 см, у детей в возрасте 8-14 лет 3,5-6 см;

- пункция левой подключичной вены у детей младших возрастов предпочтительнее в связи с ее большей протяженностью;

- чем младше ребенок, тем более осторожной должна быть пункционная катетеризация центральных вен: у детей раннего возраста при пункционной катетеризации возможно больше осложнений, связанных с повреждением проводником и катетером стенок вен и сердца;

- чрескожная катетеризация центральных вен у новорожденных и детей младшего возраста часто осложняется образованием больших гематом; они могут быть значительными не только при ошибочной пункции артерии, но и при повторных попытках пунктировать подключичную вену; кровоизлияние при этом может распространиться в переднее средостение, капсулу вилочковой железы, вплоть до перикарда; широкому распространению гематомы способствуют рыхлость клетчатки, слабое развитие фасциальных покрытий.

## Выводы к главе I

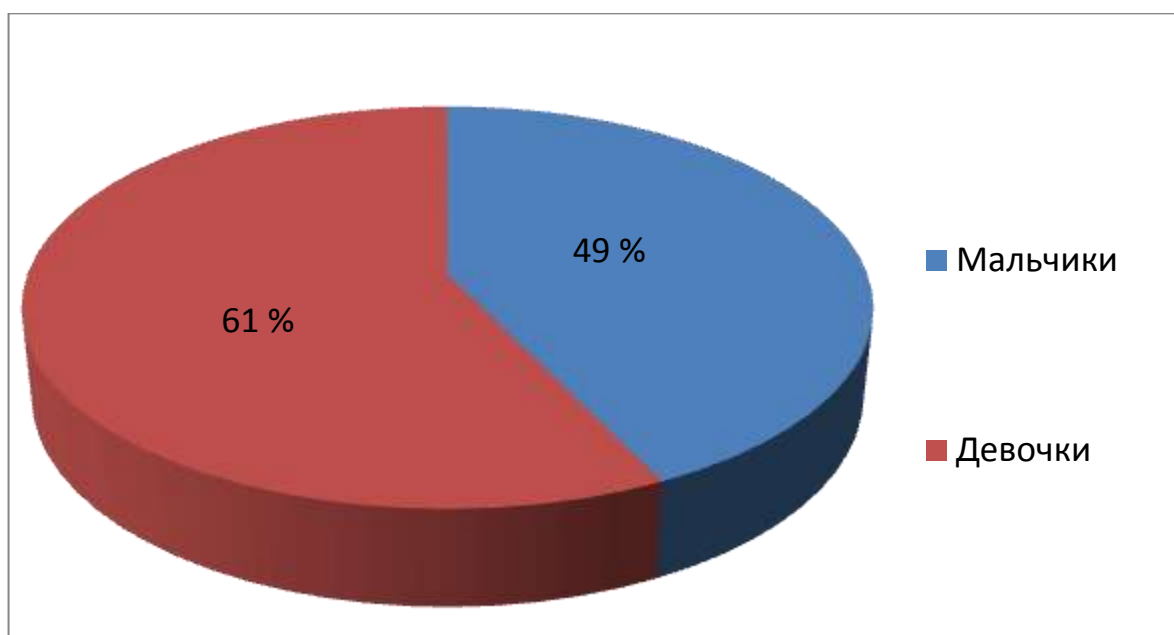
Значительную актуальность данной проблеме придает тот факт, что катетеризация центральных вен является одним из необходимых мероприятий интенсивной терапии критических состояний. Однако существует множество факторов, затрудняющих налаживание сосудистого доступа у больных, находящихся в тяжелом состоянии: особенности телосложения, гиповолемия, шок, врожденные деформации и аномалии развития. В связи с этим вероятность таких тяжелых ятрогенных осложнений, встречающихся при катетеризации центральных вен, как пневмоторакс, гемоторакс, лимфоторакс и их сочетаний (при ранении легкого, вены, артерии или грудного лимфатического протока), остается достаточно высокой даже при проведении процедуры опытными специалистами.

Пункция и катетеризация центральных сосудов с использованием ультразвуковой навигации не только повышает успех и сокращает время проведения манипуляции, но что более важно, при этом снижает количество осложнений, что собственно, является давно известным фактом и исследования последних лет, лишь в очередной раз подтвердили это. Но широкому распространению методик ультразвуковой навигации препятствовало отсутствие мобильных, а порой вообще, как таковых, ультразвуковых аппаратов. И только в последнее десятилетие, разработка миниатюрных и относительно недорогих УЗ-сканнеров, привела к их широкому распространению и превращает пункцию и катетеризацию сосудов с применением ультразвук-ассистированных методик в ежедневную рутину, переводя традиционные методы в категорию излишне небезопасных и трудоемких.

## ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1. Материал исследования

В исследование включено 84 детей с неотложными состояниями, вызванными респираторными, сердечно-сосудистыми заболеваниями, которым проводилась катетеризация центральных вен, в возрасте от 1 мес до 16 лет с массой тела от 2,6 до 62 кг. Исследования проводились в клинику ТашПМИ в отделении реанимации и интенсивной терапии.



**Рис. 2.1.1.** Распределение исследованных больных детей по полу (n=84)

Среди обследованных детей девочек было больше – 48 (57,0 %), а мальчиков – 36 (43,0 %) (табл. 2.1.1.).

Для проведения сравнительного анализа полученных результатов все обследованные дети были подразделены на 2 подгруппы в зависимости от способа выполнения КЦВ:

I подгруппа: дети, которым КЦВ выполнена по анатомическим ориентирам (n=24), средний возраст  $4,8 \pm 3,1$  лет;

II подгруппа: дети, которым КЦВ выполнена с использованием метода ультразвуковой навигации (n=35), средний возраст  $5,2 \pm 2,5$  лет.

**Таблица 2.1.1.**

**Общая характеристика обследованных детей**

Подгруппы КЦВ	Всего детей	Пол				Средний возраст
		Маль.		Дев.		
		Абс.	%	Абс.	%	
По анатомическим ориентирам	24	10	42	14	58	$4,8 \pm 3,1$ лет
Под УЗ-навигацией	60	26	43	34	57	$5,2 \pm 3,5$ лет

Распределение обследованных детей в соответствии с классификацией А.А. Баранова (1998), представленной в таблице 2.2.

**Таблица 2.2.**

**Возрастная характеристика обследованных детей**

Подгруппа КЦВ	Возрастные периоды детей				
	Период грудного возраста (от 1 до 12 месяцев)	Преддошкольный период (от 1 до 3 лет)	Дошкольный (от 3 до 6-7 лет)	Младший школьный (от 6-7 до 11-12 лет)	Старший школьный период (от 12 до 16 лет)
По анатомическим ориентирам (n=24)	3	4	4	11	2
Процентное соотношение	12,6	16,7	16,7	45,8	8,2

ПодУЗ навигацией (n=60)	20	11	18	9	2
Процентное соотношение	33,3	18,1	30,0	15,0	3,0

## 2.2. Методы исследования

В стандартный набор исследования включались: комплексное ультразвуковое исследование (в режимах двухмерной серой шкалы, цветового и энергетического доплеровского картирования). Исследования проводились на ультразвуковых сканерах Sonoscape SSI 5000 (стационарный) и Chison Q5 (портативный) с использованием датчиков конвексного и линейного типов от 5 до 12 МГц.

Изучение ультразвуковой анатомии сосудов выполнено методом ультразвуковой визуализации в режиме двухмерного сканирования. С помощью усовершенствованной нами методики комплексной эхографии производилась оценка состояния мягких тканей, топографии сосудистого пучка, глубины расположения ЦВ, диаметра и взаимного расположения ЦВ и артерии, направления хода сосудов и протяженности доступно видимого отдела ЦВ с оценкой качественных и количественных показателей кровотока. Комплексная эхография ЦВ начиналась с двухмерного исследования, которое проводилось в режимах «серой шкалы», цветового доплеровского картирования, энергетического картирования и спектрального доплеровского анализа с использованием продольных, поперечных и множественных косых плоскостей сканирования. При двухмерном ультразвуковом исследовании выбиралась минимально необходимая зона интереса ЦВ.

В своей практике мы применяли статическую и динамическую методики ультразвукового наведения.

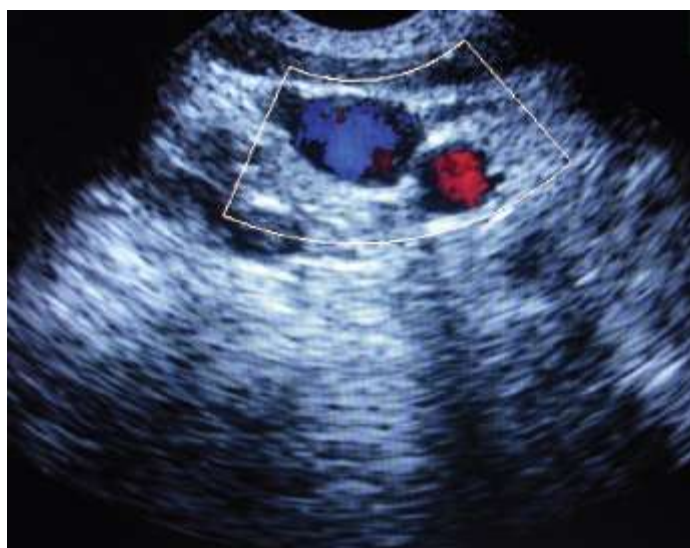
Статическая методика: контрольное УЗИ с визуализацией интересующих сосудов выполнялось непосредственно перед пункцией центральных вен, разметка на коже наносилась до стерилизации операционного поля (рис.2.2.1).



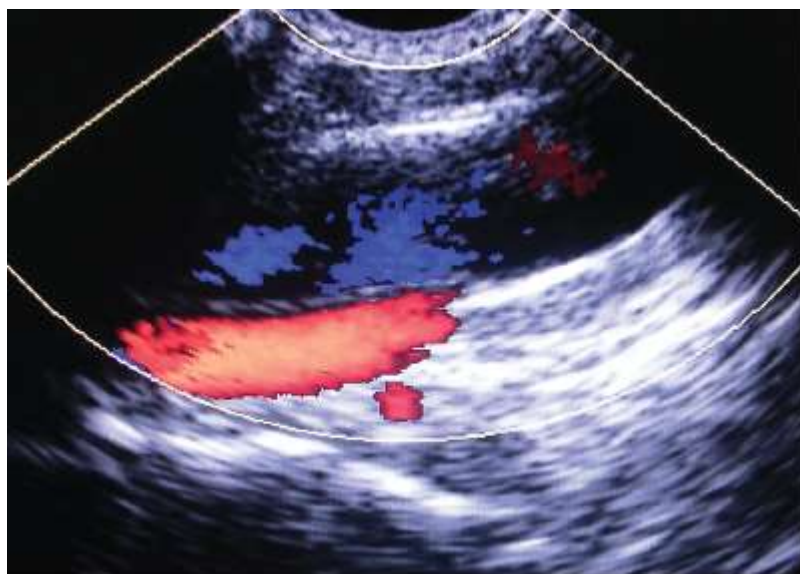
**Рис. 2.2.1.** Предварительная разметка расположения внутренней яремной вены.

УЗИ проводилось в двух взаимно перпендикулярных плоскостях в поперечном и сагитальном (продольном) сечении между ножками грудино-ключично-сосцевидной мышцы при исследовании внутренней яремной вены (рис. 2.2.2) и в паховой складке при исследовании бедренной вены. С помощью предварительного УЗИ определяли глубину расположения вены от поверхности кожи, непосредственно ход венозного ствола, диаметр вены, диаметр артерии, взаимное расположение вены и артерии, степень сокращения (спадения) внутренней яремной вены на вдохе при наличии гиповолемического состояния.





**Рис. 2.2.2.** Нормальное расположение и размеры внутренней яремной вены и сонной артерии при исследовании в поперечном сечении.



**Рис. 2.2.3.** Нормальное расположение и размеры внутренней яремной вены и сонной артерии при исследовании в продольном сечении (сонная артерия находится глубже внутренней яремной вены).

У детей раннего возраста УЗИ и катетеризация вены осуществлялись под общей анестезией (ингаляционный масочный наркоз изотороном или внутривенное введение кетамина в сочетании с сибазоном), у более старших детей - под местной анестезией 1% раствором лидокаина, при необходимости проводилась седация сибазоном. Катетеризация центральных вен выполнялась по методике Сельдингера.

Динамическая методика отличается от статической тем, что на операционное поле устанавливается стерильный датчик и пункция сосуда проводится под ультразвуковым наведением в режиме реального времени. При динамической методике ультразвукового наведения нами использовался как упомянутый выше сканер, стерильность датчика в области операционного поля поддерживалась путем одевания на датчик специальных стерильных одноразовых «рукавов» или как альтернативный и более дешевый вариант использования стерильной перчатки.

Во всех случаях КЦВ по анатомическим ориентирам произведена из подключичного доступа по проводнику по методике, предложенной Сельдингером (1952 г.) – «катетеризация по проводнику» с применением специальных наборов для катетеризации центральных вен («Certofix», B.Braun). При этом ребенка укладывали на спину с приведенными к туловищу руками, с опущенным на 25-30 градусов головным концом (положение Тренделенбурга), с валиком (высота 10-15 см) под лопатками, с запрокинутой и повернутой головой в сторону, противоположную месту пункции. Выбор места пункции производился на 1 см ниже края ключицы на границе ее внутренней и средней трети (точка Абаниака). После обработки кожи раствором антисептика и ограничения операционного поля стерильным бельем проводилась внутрикожная и подкожная местная анестезия по ходу пункционного канала. При проведении процедуры оператор находился на стороне манипуляции. Шприц с иглой для пункции вены заполнялся стерильным изотоническим раствором натрия хлорида. В выбранном месте пункции иглой прокалывали кожу и затем направляли ее под углом 45 градусов к ключице и на 30-40 градусов к фронтальной плоскости. После достижения иглой ключицы соскальзывали с нее острием иглы и проникали в пространство между ключицей и I ребром. Игла при этом попадала в ПВ. Об этом судили по поступлению темной крови вшприц при легком потягивании поршня на себя, что постоянно осуществлялось при продвижении иглы под ключицу. Далее проводилась катетеризация вены по методике Сельдингера

по проводнику. Процедура завершалась аспирационной пробой нахождения катетера в ПВ, измерением центрального венозного давления, фиксацией катетера к коже, наложением асептической повязки.

### **Ультразвуковая характеристика нормы центральных вен**

Ультразвуковая картина в В-режиме неизмененные вены характеризуется следующими признаками:

- Эхонегативный просвет. Просвет может быть слабоэхогенным при медленной скорости кровотока, но всегда меньше эхогенности мышц. При использовании ультразвуковых сканеров с высокой разрешающей способностью периодически можно лоцировать венозный кровоток в В-режиме в виде перемещения скоплений форменных элементов крови. Этот эффект получил название «спонтанное контрастирование кровотока». Спонтанное контрастирование может быть связано реологическими свойствами крови, в частности с усилением агрегации форменных элементов.
- Гладкая внутренняя поверхность без каких либо пристеночных наложений.
- Тонкая стенка толщиной до 2мм.
- В просвете вен выявляются створки клапанов. Однако створки клапанов в норме могут быть и не видны. Это скорее техническая проблема, связанная с разрешающей способностью ультразвукового сканера. При спокойном дыхании в положении лежа створки клапанов выглядят в виде двух параллельных стенкам гиперэхогенных тонких полосок, которые колеблются в такт дыхательным движением. При натуживании (проба Вальсальвы) створки клапанов смыкаются, образуя гиперэхогенную структуру в центре просвета вены.
- Диаметр просвета вены при спокойном дыхании в положении лежа немного больше диаметра корреспондирующей артерии, но не должен превышать ее двух диаметров. Обычно диаметр просвета вен измеряют при продольном сканировании. Методологически это неверно для горизонтального положения, так как в горизонтальном положении поперечное сечение вен не круглое, а овальное из-за низкого давления и завязанного с этим спадания

вен. Округлый профиль вена принимает в вертикальном положении. Поэтому методологически более правильно было бы измерение не диаметра вен в продольном сечении, а площади поперечного сечения вен. Однако на практике указанные особенности профиля вен не имеют решающего значения для выявления патологии, но измерение площади их поперечного сечения занимает достаточно много времени. Поэтому в рутинных исследованиях измеряется диаметр вен.

- Компрессивность - способность стенок вены спадаться при компрессии датчиком в норме «сохранена». Это значит, что давление датчиком на ткани бедра в проекции вены с силой, которая вызывает деформацию корреспондирующей артерии, приводит к полному смыканию стенок вены и полному закрытию ее просвета.

**V. jugularis externa**(наружная яремная вена) парная вена, отводящая кровь от затылочной области головы, от венозных сплетений задней поверхности ушной раковины, надлопаточной, подбородочной и шейной областей. Вена образуется путем слияния венозных притоков на уровне угла нижней челюсти. Затем спускается отвесно вниз по наружной поверхности *m. sternocleidomastoideus* под *t. platysma*. На середине *t. sternocleidomastoideus* яремная вена достигает ее заднего края и следует вдоль него. Затем, не дойдя до ключицы, наружная яремная вена прорывает собственную фасцию шеи и впадает либо в подключичную вену, либо во внутреннюю яремную или в венозный угол. Наружная яремная вена имеет выраженные клапаны и впадает в подключичную вену под острым углом, что затрудняет катетеризацию через нее верхней полой вены. Проекция наружной яремной вены определяется линией, проходящей от угла нижней челюсти через середину заднего края *m. sternocleidomastoideus* к середине ключицы. Любое затруднение оттока крови от головы и шеи способствует набуханию и рельефному контурированию вены через кожу (положение с опущенным головным концом, натуживание с задержкой дыхания и пр.).

**V. jugularis interna**(внутренняя яремная вена) парная вена, отводящая

кровь от головного мозга, поверхности лица и шеи. Она начинается на основании черепа от *foramenjugulare* как продолжение *sinussigmoi-deus* и заканчивается позади грудино-ключичного соединения, где сливается с подключичной веной, образуя плече-головную вену (*v. brachiocephalica*) и венозный угол (*angulusvenosus*). Обычно справа вена развита сильнее, чем слева. В начальном и в конечном отделе внутренняя яремная вена имеет расширения (верхнюю и нижнюю луковицы). У нижней луковицы вена имеет 1-2 клапана. Проекция внутренней яремной вены определяется линией, проходящей от сосцевидного отростка до медиального края ключичной ножки *m. sternocleidomastoideus*. В начальном отделе внутренняя яремная вена прилегает к задней поверхности внутренней сонной артерии, затем - к передней поверхности наружной сонной артерии, а от уровня верхнего края гортани располагается вместе с общей сонной артерией и блуждающим нервом в общем соединительнотканном влагалище, образуя сосудисто-нервный пучок шеи, лежащий позади *m. sternocleidomastoideus*.

В этом пучке внутренняя яремная вена лежит латерально, общая сонная артерия — медиально, а блуждающий нерв — между ними. Диаметр внутренней яремной вены 8—20 мм. При затруднении оттока крови из вены (пережатие вены, сохранение положительного давления в легких, например, на вдохе при ИВЛ, натуживание и др.) диаметр и наполнение вены кровью могут значительно увеличиваться.

**V. subclavia** (подключичная вена) является продолжением *v. axilaris*. Она начинается у наружного края I ребра и проходит короткой дугой над верхней поверхностью I ребра позади ключицы в предлестничном промежутке (*spatiumanteskalenum*)— впереди сухожилий передней лестничной мышцы (*m. skalenusanterior*). Затем подключичная вена отклоняется кнутри и вниз и позади грудино-ключичного сочленения сливается с внутренней яремной веной, образуя с нею плече-головную вену (*v. brachiocephalica*). Наивысшая точка дуги подключичной вены — середина ключицы. В латеральной части подключичная вена расположена кпереди и

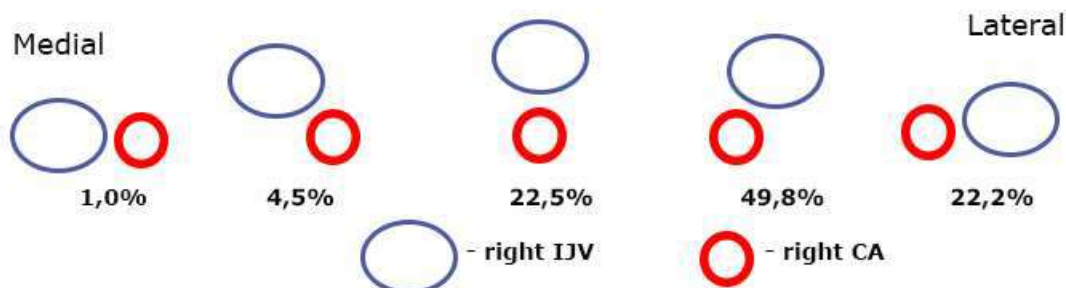
книзу от подключичной артерии, в медиальной - артерию и вену раз-' делаят передняя лестничная мышца. V. subclavia достаточно жестко растянута между ключицей, т. subclavius, первым ребром и ключично-грудинной фасцией, с которыми ее влагалище имеет сращения. Вследствие этого подключичные вены неподвижны и их просвет не спадается даже при массивной кровопотере, вызывающей уменьшение просвета всех других вен. Подключичные вены имеют постоянную локализацию и четкие ориентиры расположения. Их просвет весьма значителен. Подключичные вены имеют быстрый ток крови и в них отсутствуют клапаны. Перечисленные особенности - основа преимуществ использования подключичных вен для доступа к верхней полой вене в сравнении с другими подходами.

**V. femoralis** (бедренная вена) является продолжением подколенной вены и получает свое названия после вступления подколенной вены в приводящий канал бедра. Бедренная вена поднимается вверх вместе с одноименной артерией, проходит под паховой связкой в *lacuna vasorum*, где переходит в наружную подвздошную вену. Слияние в дальнейшем наружной и внутренней подвздошных вен образует общую подвздошную вену, слияние которых формирует нижнюю полую вену. На своем пути указанные вены принимают многочисленные глубокие и поверхностные венозные притоки. В бедренном треугольнике бедренная вена лежит сначала позади бедренной артерии, а затем медиальное ее. На уровне паховой связки бедренная вена лежит относительно бедренной артерии полностью медиально.

#### Катетеризация внутренней яремной вены

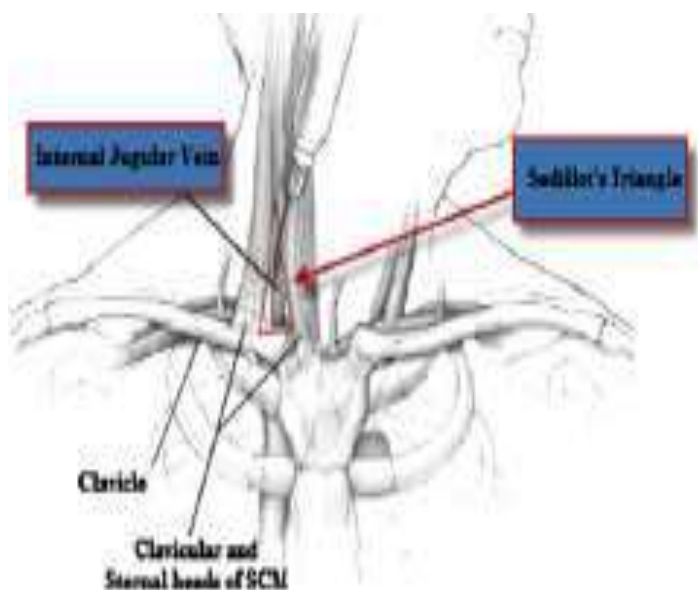
Анатомия: внутренняя яремная вена выходит из наружного яремного отверстия в основании черепа кзади от внутренней сонной артерии и, направляясь каудально, смещается к переднелатеральному положению (по отношению к сонной артерии). Исследователи Дэнис и Уретски (1991) показали, что внутренняя яремная вена 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. Вариабельность расположения дополнительно усложняет сосудистый доступ при использовании «слепого» метода пункции внутренней яремной вены (рис.2.2.1).



**Рисунок 2.2.1.** Вариабельность положения сонной артерии и внутренней яремной вены справа. Адаптировано из Gordon AC, Saliken (1998).

Техника катетеризации: при традиционной методике определяется треугольник образованный двумя головками грудино-ключично-сосцевидной мышцы и ключицей (рис. 2.2.2.). Иглу помещают на вершине этого треугольника и направляют к ипсилатеральному грудному соску до проникновения во внутреннюю яремную вену на расстоянии 1,0-1,5 см под поверхностью кожи. Частота неудач при пункции по анатомическим ориентирам составляет 7,0-19,4% , что обусловлено отсутствием корреляции между внешними ориентирами и расположением сосуда [31].



**Рис.2.2.2.** Внешние ориентиры для катетеризации внутренней яремной вены. Адаптировано из McGee DC (2003).

Перекрытие между внутренней яремной веной и сонной артерией увеличивает возможность непреднамеренной пункции артерии, так как «зона безопасности» уменьшается. Некоторые авторы описывают «зону безопасности» как расстояние между средней точкой внутренней яремной вены и боковой границей сонной артерии. Эта зона представляет собой неперекрывающуюся область между внутренней яремной веной и сонной артерией. Зона безопасности уменьшается, а вероятность перекрытия увеличивается с 29% до 42% и 72%, когда голову поворачивают контралатерально от 0 до 45 и 90 градусов соответственно [36]. Увеличение перекрытия сосудов при повороте головы является наиболее очевидным среди пациентов с повышенной площадью поверхности тела (более 1,87 м<sup>2</sup>) и повышенным (более 25 кг/м<sup>2</sup>) индексом массы тела [41]. Ультразвук можно использовать для изменения угла подхода, чтобы избежать этого механизма прокола сонной артерии. Игла продвигается так, чтобы при непреднамеренном проколе не происходило попадание иглы в сонную артерию [37].

### **Выбор места пункции и проведение манипуляций**

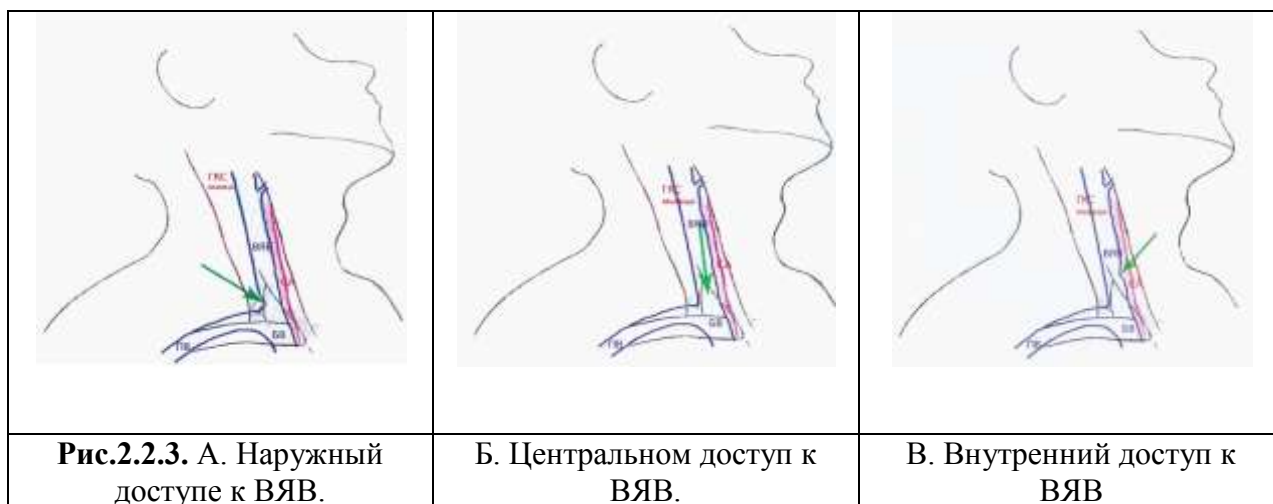
-при наружном доступе к внутренней яремной вене голова больного поворачивается в сторону, противоположную пунктируемой.

Место пункции находится на расстоянии примерно двух поперечных пальцев (около 4 см) выше ключицы у наружного края грудино-ключично-сосцевидной мышцы. От места прокола кожи игла направляется под *m. sternocleidomastoideus* к яремной вырезке. Угол наклона иглы к поверхности кожи (к фронтальной плоскости) около 45 град.

-при центральном доступе местом пункции является точка на вершине или в центре треугольника, образованного ножками *m. sternocleidomastoideus* и ключицей. При центральном доступе из точки вкола игла направляется под углом 30 град, к фронтальной плоскости за медиальный край ключичной ножки *m. sternocleidomastoideus*. Игла достигает внутренней яремной вены на глубине 3—4 см.



-при внутреннем доступе пункция внутренней яремной вены должна выполняться под наркозом с мышечной релаксацией. При этом вену в большинстве случаев можно прощупать через m. sternocleidomastoideus. Общая сонная артерия расположена медиально. Пункция вены производится в точке, расположенной примерно на 5 см выше ключицы сразу за внутренним краем m. Sternocleidomastoideus (рис. 2.2.3.).



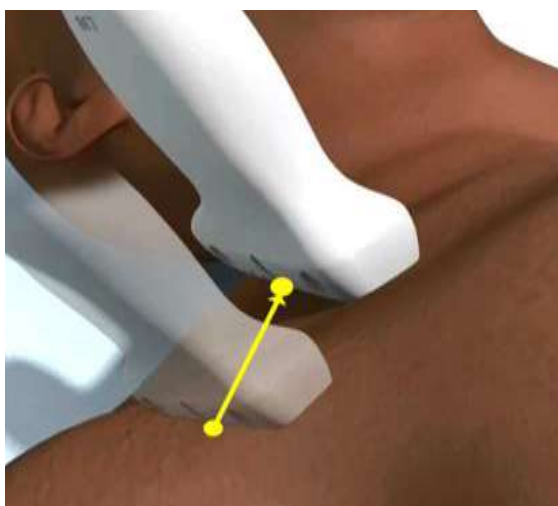
### Катетеризация подключичной вены

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.

#### Техника катетеризации

Подключичная вена может быть катетеризирована надключичным или подключичным доступами. Подключичный доступ является наиболее распространенным и, именно он войдет в настоящие рекомендации. Надключичный доступ по мере накопления опыта ультразвукового контроля

в отображении этого подхода к подключичной вене, в случае популяризации метода войдет в последующие рекомендации по катетеризации сосудов. Подготовка пациента для катетеризации под ультразвуковым контролем схожа с традиционным подходом в отношении позиционирования, обработки кожи и наборами для сосудистого доступа. Поскольку костная ткань ключицы у детей 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. 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. 2.2.4.).



**Рис.2.2.4.** Пример сканирования подключичной области для поиска подключичной вены.

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. Вена появляется как гипоэхогенная эхолоцируемая структура под ключицей. Оптимальным местом пункции является место перехода вены под ключицу. 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). Необходимо обеспечить правильность ориентации датчика перед использованием цветового доплеровского картирования для идентификации артерии или вены.

### **Модифицированная методика катетеризации подключичной вены с использованием метода ультразвуковой навигации**

1-й этап: обзорное ультразвуковое сканирование подключичной области.

После укладки ребенка проводилось обзорное ультразвуковое сканирование подключичной области с целью выявления анатомических особенностей, которые могут оказать влияние на проведение процедуры катетеризации.

Положение датчика при ультразвуковом исследовании подключичной области:

Датчик располагался параллельно и перпендикулярно оси ключицы. Следует отметить, что одним из условий правильного проведения процедуры является минимизация давления на датчик ультразвукового аппарата, поскольку это может способствовать компрессии сосуда и, как следствие, нарушению его геометрии и протоколированию ложных результатов исследования (в том числе и скоростных характеристик).

Плоскости сканирования во всех позициях множественные, продольные, поперечные и косые, менялись до достижения четкости визуализации топографии и структурных элементов исследуемых сосудов.

2-й этап: ультразвуковая доплерография подключичных сосудов.

Ультразвуковая ангиография проводилась с использованием триплексного режима сканирования, сочетающего в себе стандартное ультразвуковое исследование в В-режиме с использованием цветового (ЦДК)

и импульсно-волнового доплера (ИВД). Использование режима ЦДК потока крови делало исследование сосудов менее трудоемким и способствовало сокращению времени их поиска и эхографии в целом. Кодирование цветом облегчало поиск сосудов за счет их визуализации, позволяло оценивать тип кровотока и корректировать угол между ультразвуковым лучом и направлением анатомического хода сосуда. Анализ кровотока проводился при получении оптимальных изображений сосуда в В-режиме с помощью ЦДК с оценкой плотности стенок, эхогенности просвета, протяженности доступного видимого отдела сосуда.

3-й этап: выбор места пункции, обезболивание.

После обработки операционного поля выполнялось сканирование подключичных сосудов ультразвуковым датчиком, покрытым стерильным одноразовым чехлом и расположенным несколько каудальнее акромиального края ключицы. На датчик наносился стерильный гель, после чего датчик помещался в стерильный одноразовый пластиковый чехол, а на чехол крепился держатель для пункционной иглы. При сканировании стерильный гель наносился на кожу. После пальпаторного определения латерального края ключицы ультразвуковой датчик устанавливался несколько ниже, в поле сканирования выводились подключичные сосуды по короткой оси. Подключичная артерия обычно располагается краниальнее вены, имеет меньший диаметр, пульсирует и не сжимается при компрессии датчиком. ПВ сжимаема при компрессии и ее диаметр зависит от фазы дыхания. Невозможность сжать вену компрессией датчиком интерпретировалось как признак тромбоза вены, что служило противопоказанием к ее катетеризации. После этого вена визуализировалась в продольном направлении медиальнее для оценки ее анатомии и исключения аномалий расположения подключичной вены в пунктируемом сегменте. При этом определялась точка введения иглы на коже, в области которой выполнялось местное обезболивание по классической методике.

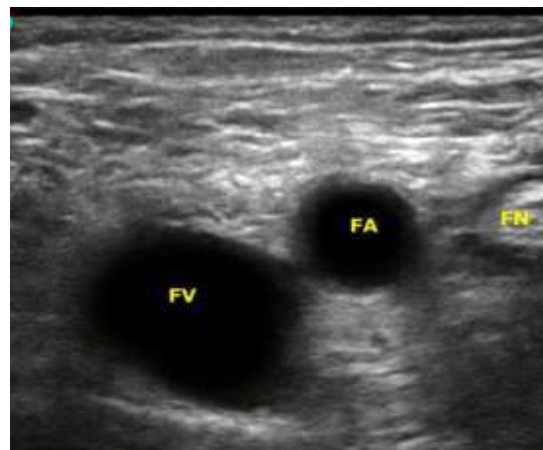
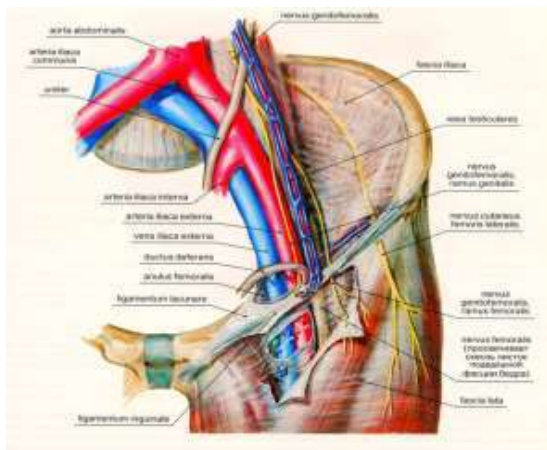
4-й этап: проведение катетеризации подключичной вены.

При проведении манипуляции использована методика «свободной руки». Датчик устанавливался на подключичную область, в центр поля сканирования выводилась ПВ и пункционная игла вводилась вглубь с одно моментной аспирацией с помощью шприца. Вена визуализировалась в режиме реального времени (динамическая методика), при этом наблюдалась ее деформация в момент введения иглы через стенку вены. Геометрия вены возвращалась к исходной после проникновения кончика иглы в ее просвет (в момент начала поступления крови в шприц). После отсоединения шприца в иглу вводился проводник и игла удалялась. Катетер вводился по проводнику по стандартной методике. Вся процедура катетеризации проводилась под контролем ультразвуковой навигации в режиме реального времени.

Незавершенной попыткой КПВ считалась ситуация, когда не удавалось установить катетер в выбранную вену с трех попыток, после чего процедура катетеризации прекращалась. В этом случае была предпринята попытка КПВ с другой стороны, либо другой центральной вены (внутренней яремной, бедренной). Контроль наличия осложнений во всех случаях КПВ, кроме предусмотренных стандартом исследований (клинический осмотр и рентгенография органов грудной клетки в прямой проекции на 2-е сутки после завершения процедуры), включал в себя УЗИ подключичной области, которое проводилось через 1 час, 6 часов, на 2-е сутки после завершения процедуры.

### **Катетеризация бедренной вены**

Анатомия: 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.2.2.5).



**Рис. 2.2.5.** Двумерное ультразвуковое изображение бедренной вены и бедренной артерии полученное с левой стороны пациента.

Это взаимоположение общей бедренной артерии и бедренной вены находится в непосредственной близости от паховой связки, но может произойти значительное перекрытие сосудов, особенно у детей.

#### Техника катетеризации

Процедура пункции и катетеризации бедренной вены требует позиционирования бедра пациента либо в нейтральном положении, либо небольшого отведения и внешней ротации бедра. 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 при ультразвуковом сканировании ориентирует изображение бедренных сосудов в поперечной плоскости. Маркировка датчика направляется ипсилатерально. Визуализируется бедренная артерия и медиальнее бедренная вена. Катетеризацию чаще проводят по SAX, но возможен и разворот датчика в продольное сканирование и катетеризация по LAX.

Визуализация бедренной вены у новорожденных улучшается при использовании нескольких полезных приемов. Во-первых, небольшое полотенце или простынь подкладывают под ягодицы ребенка, во-вторых, ребенок помещается в положение обратное положению Тренделенбурга и, наконец, компрессия живота, если это возможно, также расширяет вену. Для сканирования в паховой области используют высокочастотные датчики. 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. 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.

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.

Проведение манипуляций: под пупартовой связкой нащупывают по пульсации бедренную артерию и прижимают ее указательным пальцем левой руки; отступя от пальца медиально примерно на 10—15 мм, производят пункцию бедренной вены иглой, соединенной со шприцем, в который набран физиологический раствор; пунктирующую иглу направляют скосом вперед и вверх к пупартовой связке под углом примерно 45° относительно фронтальной плоскости и немного (на 5—10°) латерально; иглу продвигают медленно с потягиванием поршня шприца на себя; появление в шприце струйки темной крови свидетельствует о попадании иглой в вену.

**Статистическую обработку** результатов проводили с использованием методов параметрического и непараметрического анализа [Гланц С., 1999]. Выполнялось вычисление показателей описательной статистики: число наблюдений ( $n$ ), среднее арифметическое ( $M$ ), средняя ошибка средней арифметической ( $m$ ), минимальное и максимальное значения признака. Достоверность различий оценивали по параметрическому  $t$ -критерию Стьюдента ( $P$ ). Степень достоверности ( $p$ ) определялась с использованием доверительного коэффициента и числа степеней свободы ( $l$ ) по таблице. Статистические данные обрабатывались с использованием программного обеспечения Stat Soft Statistika v.6.0 стандартными методами. Статистически значимыми считали различия при величине  $p < 0,05$ .

## **Выводы к главе II**

В исследование включено 84 детей с неотложными состояниями, вызванными респираторными, сердечно-сосудистыми заболеваниями, которым проводилась катетеризация центральных вен, в возрасте от 1 мес до 18 лет с массой тела от 2,6 до 62 кг. Исследования проводились в клинике ТашПМИ в отделении реанимации и интенсивной терапии.

В стандартный набор исследования включались: комплексное ультразвуковое исследование (в режимах двухмерной серой шкалы, цветового и энергетического доплеровского картирования). Исследования проводились на ультразвуковых сканерах Sonoscape SSI 5000 (стационарный), Chison Q5 (портативный) с использованием датчиков конвексного и линейного типов от 5 до 12 МГц. Изучение ультразвуковой анатомии сосудов выполнено методом ультразвуковой визуализации в режиме двухмерного сканирования. С помощью усовершенствованной нами методики комплексной эхографии производилась оценка состояния мягких тканей, топографии сосудистого пучка, глубины расположения ЦВ, диаметра и взаимного расположения ЦВ и артерии, направления хода сосудов и



протяженности доступно видимого отдела ЦВ с оценкой качественных и количественных показателей кровотока. Комплексная эхография ЦВ начиналась с двухмерного исследования, которое проводилось в режимах «серой шкалы», цветового доплеровского картирования, энергетического картирования и спектрального доплеровского анализа с использованием продольных, поперечных и множественных косых плоскостей сканирования. При двухмерном ультразвуковом исследовании выбиралась минимально необходимая зона интереса ЦВ.

В своей практике мы применяли статическую и динамическую методики ультразвукового наведения.

Статическая методика: контрольное ультразвуковое исследование (УЗИ) с визуализацией интересующих сосудов выполнялось непосредственно перед пункцией центральных вен, разметка на коже наносилась до стерилизации операционного поля. УЗИ проводилось в двух взаимно перпендикулярных плоскостях в поперечном и сагиттальном (продольном) сечении между ножками грудино-ключично-сосцевидной мышцы при исследовании внутренней яремной вены в паховой складке при исследовании бедренной вены. С помощью предварительного УЗИ определяли глубину расположения вены от поверхности кожи, непосредственно ход венозного ствола, диаметр вены, диаметр артерии, взаимное расположение вены и артерии, степень сокращения (спадения) внутренней яремной вены на вдохе при наличии гиповолемического состояния. У детей раннего возраста УЗИ и катетеризация вены осуществлялись под ОА, у более старших детей - под МА. Катетеризация центральных вен выполнялась по методике Сельдингера.

Динамическая методика отличалась от статической тем, что на операционное поле устанавливался стерильный датчик, и пункция сосуда проводилось под ультразвуковым наведением в режиме реального времени. При динамической методике ультразвукового наведения нами использовался как упомянутый выше сканер, стерильность датчика в области

операционного поля поддерживалась путем одевания на датчик специальных стерильных одноразовых «рукавов» или как альтернативный и более дешевый вариант использования стерильной перчатки.

## ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 3.1. Катетеризация центральных вен у детей по анатомическим ориентирам

В наших исследованиях катетеризация вен являлась важным аспектом в оказании помощи детям, для введения инфузионных сред и лекарственных препаратов, а также для мониторинга.

Традиционную катетеризацию проводили по методу Сельдингера, т.е. традиционная практика использования поверхностных анатомических ориентиров и пальпации для идентификации сосуда до попытки катетеризации («традиционная» или «ориентировочная» техника) основывалась на предполагаемом местоположении сосуда, идентификации поверхностных или кожных анатомических ориентиров и слепом продвижении иглы до аспирации крови. Подтверждение успешности пункции предполагаемой сосудистой структуры было основано на аспирации крови определенного качества и цвета (т.е. отсутствие пульсации и темный цвет крови при катетеризации вены или пульсация и ярко-красный цвет крови при катетеризации артерии), измерении давления (рис.3.1.1).

Хотя сосудистые катетеры обычно вводились по металлическому проводнику, некоторые клиницисты сначала пунктировали сосуд иглой малого калибра («поисковой») перед введением иглы большего диаметра. Этот метод являлась наиболее выгодным для «неультразвуковой» техники, так как игла малого калибра могла свести к минимуму непреднамеренное повреждение окружающих структур. Затем сосуд пунктировали иглой большего диаметра, через которую вводили проводник, иглу, удаляли, а по проводнику вводили катетер.

Процедура катетеризации центральных сосудов выполнялась часто и являлась неотъемлемой частью медицинского обучения и практики, она сопровождалась рядом осложнений.



**Рис.3.1.1.** Проведение катетеризации бедренной вены по анатомическим ориентирам

Эти осложнения чаще возникали у менее опытного оператора и были связаны с анатомией ребенка (ожирение, кахексия, искривленные, извилистые или тромбированные сосуды, врожденные аномалии), при пункции в сложных условиях (искусственная вентиляция легких или чрезвычайная ситуация) и наличием сопутствующей патологии (нарушение свертываемости крови, аномалии развития, эмфизема). Механические осложнения катетеризации центральных вен включали пункции артерий, гематомы, гемо- и/или пневмоторакс, воздушную эмболию, повреждение нерва, травмы грудного протока (левая сторона), рассечение стенки сосуда. Наиболее частыми осложнениями катетеризации внутренних яремных вен являлись попадание в артерию и гематома. Наиболее распространенным осложнением катетеризации подключичной вены являлась пневмоторакс (рис.3.1.2). Частота механических осложнений возрастал в два раза, когда выполнялся более чем три попытки одним и тем же оператором.



**Рис.3.1.2.** Рентгенограмма ребенка с пневмотораксом справа.

### **3.2. Информативность эхографической навигации центральных вен у детей**

При выполнении манипуляции катетеризации сосудов необходимо подготовить место пункции согласно стандартным правилам асептики. Поскольку датчику ультразвукового аппарата устанавливается непосредственно в месте проведения пункции (при динамической методике), то на него также распространяются правила асептики и антисептики. Стерильность датчика обеспечивается одеванием на датчик специальных стерильных одноразовых чехлов (рис.3.2.1). 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.



**Рис. 3.2.1.** Использование специальных стерильных наклеек при динамическом методе

Прежде чем приступить к ультразвуковому исследованию сосудов, мы ориентировались, в какой плоскости проводили исследование, где на экране сканера отражались медиальные и латеральные структуры или дистальные и проксимальные в зависимости от расположения датчика. На панели управления УЗ-сканера также имелись кнопки регулировки глубины и оптимальной визуализации в зоне интереса. Для ультразвуковой визуализации сосудов наиболее подходили мультичастотные линейные и микроконвексные датчики с частотой от 7 до 10 МГц, позволяющие детально визуализировать поверхностные структуры (на глубине до 6-7 см).

Из магистральных вен наиболее доступны подробному исследованию внутренняя яремная и бедренная вены. Ультразвуковые исследования подключичной вены затруднены и имели ряд особенностей из-за находящейся между ней и датчиком ключицы.

Сосуды были видны как анэхогенные (чёрные) образования с чётким контуром, пульсирующие (ритмичное изменение диаметра сосуда). Дифференциальная диагностика сосудов упрощалась при наличии цветового доплеровского картирования: разнонаправленные потоки в сосудах (при стандартных установках в УЗ-сканере) окрашивались соответственно в разные цвета: красный – к датчику, синий - от датчика.

Таким образом, особенности топографии ЦВ изучены по данным

триплексного ультразвукового исследования.

1. Серошкальный режим – позволял выявить следующие наиболее достоверные эхоанатомические характеристики центральных вен:

- определение глубины расположения исследуемых сосудов от поверхности тела;

- ровные наружные контуры;

- ровная внутренняя поверхность стенки;

- анэхогенное содержимое в просвете;

- полная сжимаемость вены при компрессии датчиком, позволяющая исключить внутрисосудистые образования (тромбы).

2. Режим ЦДК - определили пульсирующий кровоток в сосудах и определили артерию и вену по цветовой картограмме.

3. Режим импульсно - волновой доплерографии – позволял различить артерию и вену по скорости кровотока:

- Артериальный кровоток имел преимущественно систолический компонент и большую скорость по сравнению с венозным кровотоком.

- Венозный кровоток имел систолический и диастолический компонент и более низкую скорость.

Таблица 3.2.1.

**Результаты проведенных пункций центральных вен у детей (n=84)**

ЦВ	Абсолютное число		В процентах (%)	
Катетеризация центральных вен				
Внутренняя яремная вена	м	17	37	44,0
	д	20		
Подключичная вена	м	22	42	50,0
	д	20		
Бедренная вена	м	1	5	6,0
	д	4		
Всего:		84		100,0

С помощью ультразвуковых диагностических сканеров Sonoscape SSI 5000 (стационарный), Chison Q5 (портативный) конвексными и линейными датчиками 5,0-7,5 МГц у 84 детей с различными патологиями у которых проведены пункции центральных вен, из них 37 внутренней яремной вены, 42 подключичной вены и 5 бедренной вены (табл. 3.2.1).

Клиническую группу разделили на подгруппы; распределение их по полу и возрасту отражены в таблице 3.2.2.

Многие факторы делают внутреннюю яремную вену (справа) наиболеепредпочтительной для установки центрального венозного катетера. По данным ряда авторов, при катетеризации внутренней яремной вены отмечается значительно более низкий риск развития пневмоторакса.

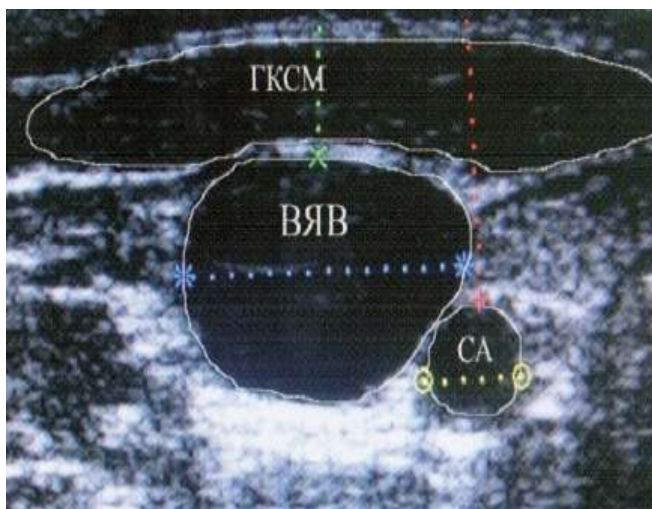
Таблица 3.2.2.

**Возрастная характеристика катетеризации центральных вен с распределением по полу (n=84)**

Вид катетеризации	ПОЛ	Возраст														всего	Итого	
		1 мес-1 год	1-2 лет	2-3 лет	3-4лет	4-5 лет	5-6 лет	6-7 лет	7-8 лет	8-9 лет	9-10 лет	10-11 лет	11-12 лет	12-13лет	13-14 лет			14-16 лет
<b>Катетеризация центральных вен</b>																		
По анатомическим ориентирам	М	2		1	1				3	2			1				10	24
	Д	1	3			2	1		1	2		1	3				14	
Статическая методика	М	6	2	2	1			1			1						13	30
	Д	9				1		3	3	1							17	
Динамическая методика	М	4	2			2	1	2		1						1	13	30
	Д	1	2	3	4	2	1		1	1				1	1		17	



Данные УЗИ показали, что ВЯВ является наиболее поверхностно расположенной центральной веней по сравнению с подключичной и даже бедренной веней (с глубиной расположения от 4 до 11 мм). Располагается ВЯВ в основном под грудинно-ключично-сосцевидной мышцей, имеющей гипоэхогенную (тёмную) структуру, что хорошо видно при УЗИ (рис. 3.2.2).



**Рис 3.2.2.** Анатомическое расположение ВЯВ в серошкальном режиме

У детей раннего возраста диаметр ВЯВ, как правило, в 1,5 раза больше диаметра бедренной вены. В более старшем возрасте эти размеры выравниваются, что, по всей видимости, связано с возрастающей нагрузкой и увеличением объёмного кровотока в нижних конечностях.

При катетеризации внутренней яремной вены справа имеется наибольшая вероятность установки центрального венозного катетера в оптимальную позицию с расположением конца катетера в полости верхней полой вены над правым предсердием, так как верхняя полая вена (ВПВ) анатомически является продолжением внутренней яремной вены справа и вероятность некорректного расположения ЦВК против тока крови минимальна.

Однако достаточно высоким остается риск пункции сонной артерии. При этом образование гематомы шеи может изменить анатомические взаимоотношения и создать дополнительные трудности для успешной катетеризации ЦВ (рис.3.2.3).

При пункции внутренней яремной вены возможно также повреждение звёздчатого узла как непосредственно пункционной иглой, так и гематомой в результате пункции с развитием синдрома Горнера, проявляющимся псевдоптозом, миозом, эндофтальмозом, ангидрозом на стороне поражения.



**Рис 3.2.3.** Тромб в просвете внутренней яремной вене

По нашим данным, различные осложнения при катетеризации внутренней яремной вены до использования предварительного УЗИ встречались в 3,33 % случаев.

Предварительное УЗИ позволило получить перед катетеризацией центральной вены следующую информацию: измерение глубины расположения вены от поверхности кожи, определяли непосредственно ход венозного ствола, диаметр вены, глубину местонахождения сонной артерии.

При наиболее распространённом нормальном расположении внутренней яремной вены, она находилась более поверхностно и латеральной сонной артерии, и её диаметр, как правило, в 1,5-2,5 раза превышал диаметра артерии. По нашим данным, выделили 4 варианта расположения сосудов шеи (рис. 3.2.4).

### **Варианты расположения сосудов шеи**

1. Внутренняя яремная вена находится относительно сонной артерии более поверхностно и латерально - 75%.

2. Внутренняя яремная вена находится латеральной сонной артерии - 15%.
3. Внутренняя яремная вена находится над сонной артерией - 8%.
4. Аномальное (обратное) расположение сосудов - 2% (рис. 3.2.5)

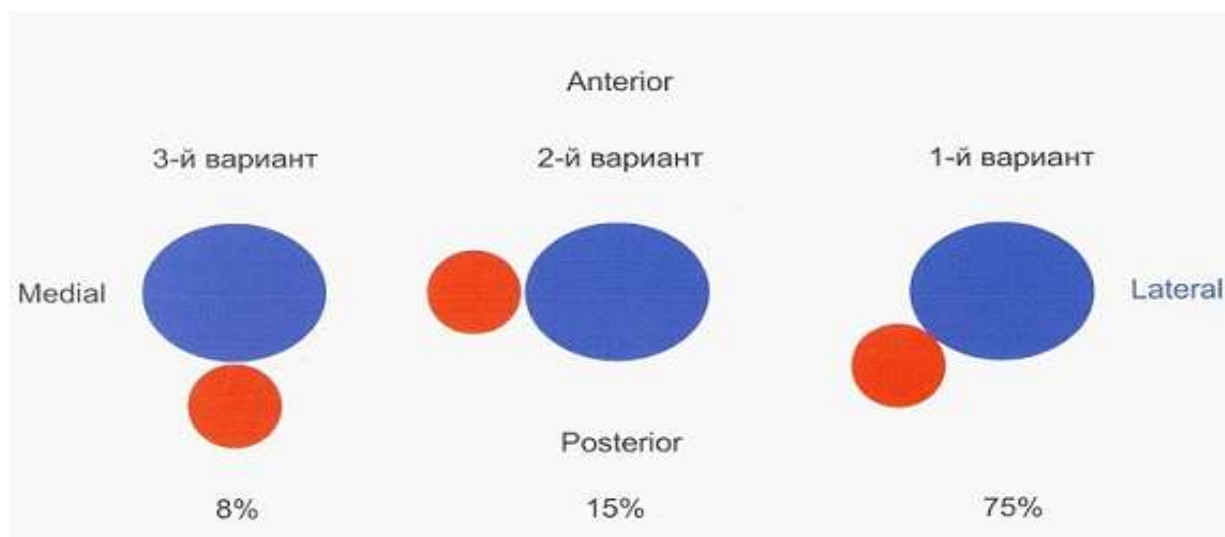


Рис 3.2.4. Анатомические варианты нормального расположения  
справа ВЯВ и СА у детей

Вариабельность расположения дополнительно усложняет сосудистый доступ при использовании «слепого» метода пункции внутренней яремной вены



Рис 3.2.5. Аномалия развития  
(обратное) расположение  
сосудов

В зависимости от варианта расположения сосудов шеи, особенно при малом диаметре ВЯВ (менее 5-6 мм), можно использовать оптимальный сосудистый доступ. Сосудистый доступ при катетеризации внутренней яремной вены принципиально можно разделить на 3 варианта:

1. Латеральный, или задний доступ, когда пункция сосуда производилась по наружному краю грудинно-ключично-сосцевидной мышцы. Иглу вводил под наружную ножку мышц в медиально-каудальном направлении под углом 35 - 45 градусов к поверхности тела пациента и средней линии (рис. 3.2.6).



**Рис 3.2.6.** Направление пункционной иглы при латеральном доступе (статическая методика)

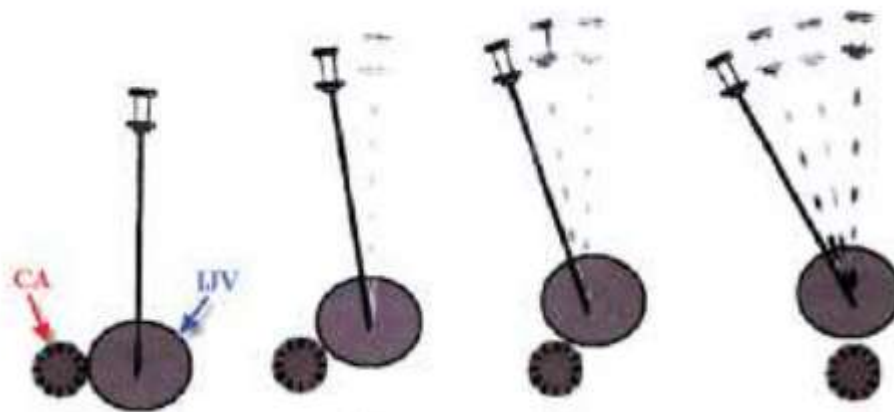
2. Срединный, или центральный доступ, при котором пункция ВЯВ осуществлялась между ножками ГКС-мышцы, как правило, в строго каудальном направлении под углом 35-45 градусов к поверхности тела пациента.

3. Медиальный доступ: пункция ВЯВ производилась у внутреннего края медиальной ножки ГКС-мышцы в латерально- каудальном направлении (у детей более старшего возраста).

У детей раннего возраста из-за анатомических особенностей (короткая шея) этот метод практически не использовалась.

Таким образом, при первом и втором варианте расположения сосудов шеи более безопасным являлась латеральный доступ, а при втором и третьем вариантах более предпочтительным считалась центральный доступ пункции внутренней яремной вены. Как можно увидеть из представленных схем (рис 3.2.7), полученная информация об анатомии

расположения сосудов играет существенную роль в выборе доступа к вене, особенно у детей раннего возраста и при малых диаметрах вены.



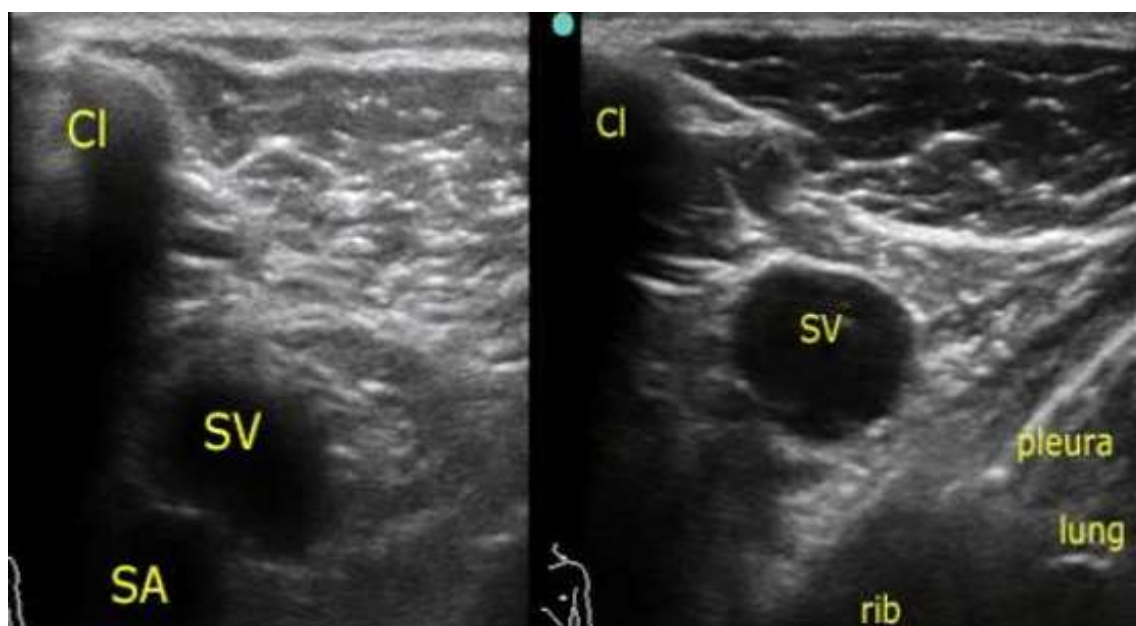
**Рис.3.2.7.** Доступы иглы к внутренней яремной вене

При изучении диаметра ПВ в сегменте, наиболее часто используемом для катетеризации (на границе средней и медиальной третей ключицы), выявлено, что диаметр правой и левой ПВ был различен, что позволяет судить о ее выраженной асимметрии. Наибольший диаметр ПВ в данной точке отмечается у правой подключичной вены–  $10,1\pm 0,33$  мм, левой–  $9,5\pm 0,31$  мм ( $p<0,05$ ). Средний диаметр правой ПВ в области истока составил  $9,8\pm 0,29$  мм противлевой  $8,7\pm 0,28$  мм, в области устья показатели также отличались выраженной асимметрией: правая ПВ имела диаметр  $10,2\pm 0,42$  мм, левая–  $8,8\pm 0,34$  мм.

В клинической группе особенности топографии ПВ изучены по данным ультразвукового исследования. Подключичный доступ является наиболее предпочтительным, т.к. катетеризация подключичной вены сопровождается меньшим числом осложнений. Однако для его проведения необходимы определенные навыки визуализации вследствие расположения сосудов позади костных структур, затрудняющих локацию.

Для визуализации подключичной вены датчик устанавливали в подключичной ямке параллельно ключице. Расположение подключичной артерии и вены определяли, покачивая ультразвуковой датчик, при

отсутствии функций цветового доплеровского картирования (ЦДК) и дуплексного сканирования (ДС) – компрессией. При надавливании датчиком вена легко сжимается, при глубоком вдохе и задержке дыхания ее диаметр увеличивался (проба Вальсальвы), которая проводилась у старших детей (рис 3.2.8).



**Рис 3.2.8.** Двумерное ультразвуковое изображение подключичной вены и подключичной артерии полученное с правой стороны

Пункция вены осуществлялась под острым углом к стенке по кратчайшей траектории. Если осуществлять пункцию под углом, близким к прямому, то при попытке прокола вена будет спадаться и возникает риск повреждения ее задней стенки, глубже расположенных подключичной артерии и париетальной плевры. После определения правильного положения кончика иглы в вене, под контролем сонографии заводили проводник так, чтобы его продвижение по просвету сосуда хорошо визуализировалось. Иглу извлекали, и перед проведением катетера на экране выводился расположение проводника на протяжении (от кожи до просвета сосуда). При этом необходимо избегать излишней компрессии датчиком на кожу, т.к. это может привести к деформации гибкого проводника, ухудшению его визуализации и

затруднению доставки катетера к вене. Этап бужирования обычно не выполняется для исключения излишнего травмирования тканей. Катетер вводится по проводнику слегка вращательными движениями под контролем ультразвука для исключения деформации и миграции проводника. Использовали катетеры с гидрофильным кончиком, который облегчал его продвижение в тканях.

Следует отметить, что при проведении ультразвукового исследования в одном случае нами было выявлено обратное расположение подключичных сосудов, при котором артерия располагалась впереди от вены, что делало невозможным КПВ в виду абсолютного риска повреждения подключичной артерии (выбранным методом у данного больного стала катетеризация внутренней яремной вены с использованием метода ультразвуковой навигации).

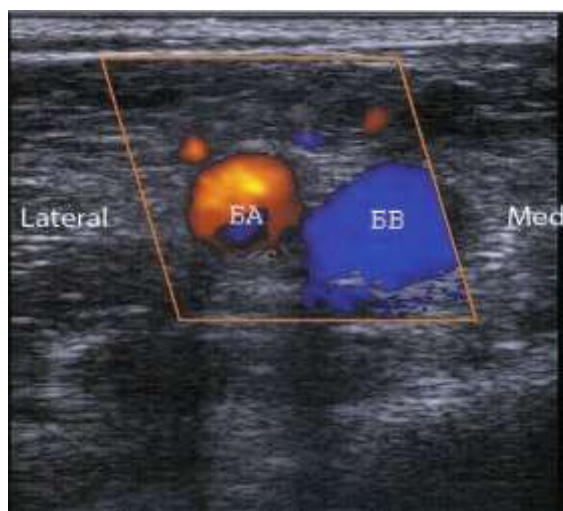
При комплексной эхографии ключичной области нами выявлены достоверные различия в диаметре исследуемых сосудов подключичной области слева и справа.

Показания к катетеризации бедренных сосудов было строго ограничены, кроме того, анатомические ориентиры практически всегда позволяли точно определить «зону интереса» и осуществить успешную катетеризацию без использования ультразвуковой навигации.

Установка относительно толстых просветных катетеров может сопровождаться рядом весьма серьёзных осложнений, особенно у больных с геморрагическим синдромом при синдроме полиорганной недостаточности. Ранение артерии толстой иглой может вызвать массивные гематомы в области шеи при катетеризации ВЯВ, гемоторакс при катетеризации подключичной вены. В данном случае бедренная вена обладает рядом преимуществ, таких как возможность эффективной компрессии с целью гемостаза без угрозы ишемизации и нарушения функции дистальных отделов. Следует помнить, что бедренная вена, в отличие от

ВЯВ, находится медиальной и порой глубже, чем бедренная артерия (рис. 3.2.8).

При определённой ротации бедра в большинстве случаев можно добиться максимального разобщения расположения бедренной вены и бедренной артерии, что в дальнейшем фактически исключает риск пункции артерии под контролем УЗ- сканера.



**Рис. 3.2.8.** Расположение бедренной вены

Катетеризацию бедренной вены весьма удобно проводить под УЗ- контролем. Поэтому для её катетеризации, на наш взгляд, оптимальным является линейный датчик, расположенный в поперечной плоскости сечения.

В процессе работы мы отметили, что проба Вальсальвы или создание кратковременного повышенного давления в дыхательных путях приводит не только к увеличению диаметра внутренних яремных, но и бедренных вен, причем в ряде случаев процент увеличения диаметра бедренной вены преобладает над ВЯВ.

Для увеличения кровенаполнения бедренной вены также полезен приём, при котором ассистент проксимальней удерживаемого датчика осуществляет изолированную компрессию бедренной вены пальцем. Происходит имитация наложения «венозного жгута», что увеличивает кровенаполнение вены и облегчает процедуру установки оператором периферического венозного катетера типа флексюли. После получения убедительного тока крови по периферическому катетеру по нему в просвет



вены вводится проводник и далее проводится бужирование и установка ЦВК нужного размера по стандартной методике Сельдингера. По нашему опыту, вышеописанные советы тем актуальнее, чем меньше возраст и вес ребенка.

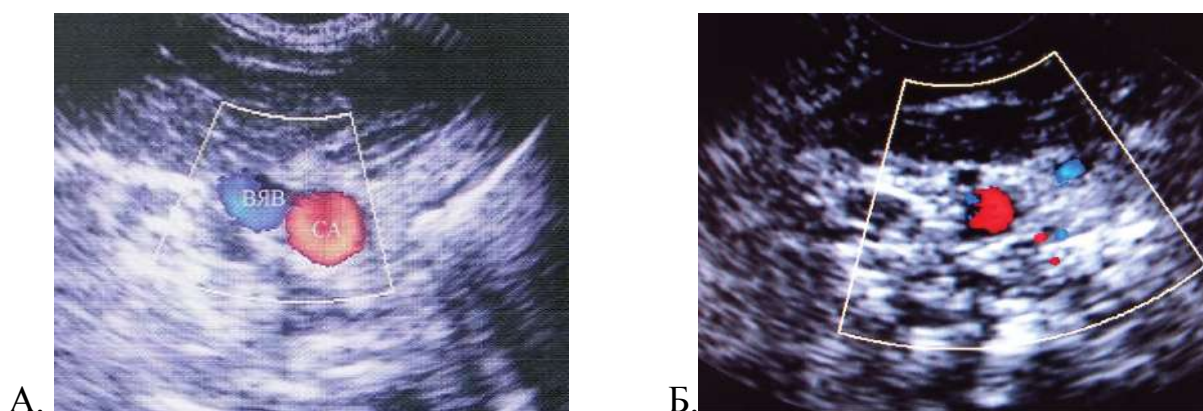
Ультразвуковое исследование бедренных сосудов показало, что взаимоотношение бедренных сосудов более постоянно, если катетеризация проводится максимально близко паховой связке, дистальнее варибельность нарастает. Катетеризация под ультразвуковым контролем бедренной артерии и бедренной вены снижает частоту развития осложнений, так как лучше определяются анатомические образования.

### **3.3. Факторы риска безуспешных пункций, ошибки и трудности во время УЗ-наведения при катетеризации центральных вен у детей**

Нами были выявлены факторы риска безуспешных пункций и катетеризаций не зависящие от опыта врача. К ним относятся аномалии развития сосудов шеи и степень спадания (уменьшения диаметра вены) во время вдоха в условиях гиповолемии. Так, в 2 % наблюдений нам удалось выявить различные аномалии размеров и расположения сосудов шеи, при которых успешная пункция и катетеризация ВЯВ была чрезвычайно сложна или практически невозможна. Аномалии условно были разделены на аномалии размеров (1%) и аномалии расположения сосудов (1%). При аномалиях размеров отмечалось нормальное расположение ВЯВ и СА, однако диаметр внутренней яремной вены был меньше диаметра сонной артерии (рис.3.3.1).

Каждая из методик (статическая и динамическая) имели свои преимущества и недостатки. Наиболее частой ошибкой при проведении статической методики являлась то, что разметка проводилась у ребенка перед процедурой, после чего ребенок укладывался в положение, удобное для

пункции. В этот момент нередко происходило смещение на кожной разметке и реального расположения вены.



**Рис.3.3.1.** А. Диаметр внутренней яремной вены меньше диаметра сонной артерии. Б. Вена располагается медиальнее артерии, ее размер существенно меньше размера артерии

В связи с этим мы пришли к выводу, что УЗ-исследование интересующих сосудов и разметку нужно проводить у ребенка непосредственно в том положении, в котором будет осуществляться пункция вены. Даже при наличии накожной разметки и информации о глубине и взаимном месторасположении сосудов (ВЯВ и СА) врачу нужен некоторый опыт для ориентации в пространстве - из какой точки и под каким углом нужно производить пункцию (особенно при латеральном доступе).

При отработке динамической методики использование сканера Sonoscape 5000 и Chison Q 5 «в одних руках», весьма эффективного во взрослой практике, у детей раннего возраста было сопряжено с рядом технических трудностей (3.3.2), несмотря на хорошую визуализацию вены и точное соответствие направляющей иглы и её предполагаемой проекции на экране.

У детей раннего возраста из-за небольших размеров пунктируемой вены (от 3,5 до 6 мм в диаметре) при использовании этой методики затруднена чёткая фиксация руки оператора, в связи с чем появлялась

высокая вероятность выхода части просвета иглы из вены или, напротив, перфорации дальней стенки вены.



**Рис. 3.3.2.** Затруднение при динамической методике

И то и другое может приводить к проникновению проводника в паравазальную клетчатку. Это делает невозможным проведение катетера в сосудистое русло и может способствовать образованию гематомы шеи, что усложнит задачу при последующих пункциях. В связи с этим эффективное использование динамической методики, на наш взгляд, возможно только при наличии ассистента (рис. 3.3.3).



**Рис. 3.3.3.** Проведение динамической методики с ассистентом

Следует также отметить, что динамическая методика пункции внутренней яремной вены с помощью сканера предполагает в основном поперечное сканирование установленным непосредственно над венной

датчиком (определение глубины место расположения вены от поверхности кожи). Однако, по данным наших исследований внутренней яремной вены у детей (более 10 пациентов), глубина расположения ВЯВ находится в пределах от 4 до 11 мм, причем у детей до 2 лет в 90% случаев - от 4 до 8 мм. Этот факт следует учитывать, т. к. у детей раннего возраста даже направляющая иглы размером Fr 8,5 G может обеспечить пересечение пункционной иглы с плоскостью сканирования глубже расположения ВЯВ.

Так, при использовании динамической методики без предварительной разметки имели эпизод пункции внутренней яремной вены и установки центрального венозного катетера через наружную яремную вену и ножку ГКС-мышцы, в связи с чем считаем целесообразным проводить предоперационную разметку анатомических ориентиров: расположения наружной яремной вены и контуров ГКС-мышцы.

При использовании динамической методики с ассистентом внимание оператора сосредоточено, прежде всего в зоне манипуляции, ассистент (если это врач, владеющий УЗИ) может по ходу давать рекомендации, корректирующие направление движения иглы. В процессе исследования мы использовали модифицированную динамическую методику. Суть модификации заключается в том, что датчик УЗ-сканера располагается в одной плоскости с местом вкола иглы и ВЯВ.

Как правило, это косая плоскость УЗ - сканирования по отношению к ВЯВ при латеральном доступе. При такой методике мы пользовались латеральным доступом к ВЯВ. Важно помнить, что УЗ-датчиком нужно производить минимально достаточное для визуализации сдавление подлежащих тканей, т.к. в противном случае сдавливается ВЯВ, что в свою очередь создает дополнительные трудности при пункции вены. На сегодняшний день несоответствие величины датчика и размеров операционного поля у детей с массой менее 5 кг делают, к сожалению, эффективность использования динамической методики у этого контингента весьма проблематичной.

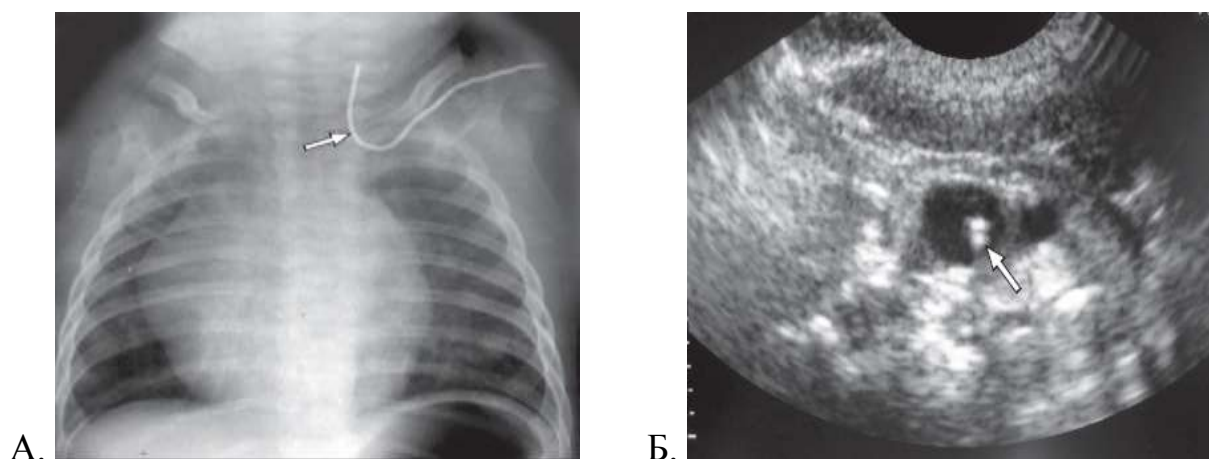
Одной из проблем при катетеризации центральной вены является корректная позиция ЦВК, при которой его конец должен находиться в полости верхней полой вены над правым предсердием. По данным отечественных и зарубежных исследователей, некорректная позиция центрального венозного катетера против тока крови встречается от 0,5 до 18% случаев: 5-18% при катетеризации подключичной вены (v. Subclavia) и 0,5-5% при катетеризации внутренней яремной вены (v. jugularis interna). По нашим данным, 3,6 % (n=84), т. е. каждый 7-й катетер, требуют коррекции положения, как показано в нижеследующей таблице 3.3.1.

Табл.3.3.1.

**Варианты некорректного расположения ЦВК (n = 84)**

<b>Варианты некорректного (порочного) расположения ЦВК</b>	<b>Абс</b>	<b>%</b>
При катетеризации подключичной вены во ВЯВ на стороне Катетеризации	1	1,2
При катетеризации подключичной вены в противоположную подключичную вену	2	2,4
Всего	3	3,6

Из таблицы следует, что наиболее часто неправильная позиция дистального конца отмечалась при катетеризации подключичных вен с расположением катетера против тока крови во внутренней яремной вене на той же стороне (1,2 %) (рис. 3.3.4). При катетеризации внутренней яремной вены отмечались также случаи некорректного (порочного) расположения дистального конца ЦВК против тока крови в подключичной вене на стороне катетеризации (2,4 %).



**Рис. 3.3.4.** А. Рентгенограмма. Некорректная позиция центрального венозного катетера, установленного через подключичную вену (катетер расположен против тока крови во внутренней яремной вене);  
 Б. Тот же катетер в просвете внутренней яремной вены при поперечном сканировании.

Некорректная позиция дистального конца ЦВК повышает риск развития флебитов, может провоцировать нарушения сердечного ритма при расположении катетера глубоко в правом предсердии или даже правом желудочке, при определенных условиях может раздражать синусовый узел с возникновением пароксизмальной тахикардии, усугублять и провоцировать, внутричерепную гипертензию, находясь высоко в луковице внутренней яремной вены, и, наконец, делает недостоверными показатели центрального венозного давления (ЦВД), что может вовлечь за собой неадекватную тактику инфузионной терапии.

Таким образом, при анализе подгруппы пациентов, которым КЦВ была выполнена по анатомическим ориентирам (n=24), выявлено общее количество осложнений в 2 случаях (8,2%). Наиболее частыми осложнениями стали формирование подкожной гематомы, а также некорректная позиция установленного катетера (Табл.3.3.2.). В группе пациентов (n = 60), которым КПВ была выполнена по разработанной нами методике с использованием метода ультразвуковой навигации, каких-либо

осложнений по результатам проведения клинического, контрольного ультразвукового исследований зарегистрировано не было.

Табл. 3.3.2.

**Виды осложнений КЦВ по анатомическим ориентирам (n=24)**

Виды осложнений	Абс	%
Пневмоторакс	1	4,15
Формирование гематомы	1	4,15
Некорректная позиция катетера	1	4,15
Пункция подключичной артерии	1	4,15
Всего	4	16,6

Проведена сравнительная оценка эффективности использования разработанной методики (отношения числа успешно завершенных процедур катетеризации к общему числу катетеризаций), а также количество процедур катетеризации с первого вкола иглы (результативность катетеризации). Эффективность использования УЗ навигации при КЦВ составила 96,7 %, эффективность КЦВ по анатомическим ориентирам – 83,3% (Табл.3.3.3.).

Табл.3.3.3.

**Эффективность методики различных вариантов КЦВ**

Варианты КЦВ	Всего	Количество успешно завершенных процедур катетеризации		Количество катетеризаций, выполненных с первого вкола иглы	
		Абс	%	Абс	%
КЦВ по анатомическим ориентирам	24	20	83,3	12	61,2
КЦВ под ультразвуковой навигацией	60	58	96,7	52	86,6

Таким образом, введение УЗ-сканирования в протокол катетеризации центральных вен позволило нам снизить количество неудачных пункций

на 50%, а количество осложнений при катетеризации внутренней яремной вены у детей в возрастной группе старше 3 лет - с 8 до 1,5% (т.е. в 20 раз), а у детей с массой тела менее 6 кг - в 2 раза (с 10 до 5%).

### **Выводы к главе III**

По данным ультразвукового исследования нами определена глубина расположения исследуемых сосудов от поверхности тела. Данные УЗИ показали, что из всех центральных вен наименьшую глубину расположения имеет внутренняя яремная вена (глубина расположения от 4 до 9 мм независимо от возраста больного). Также, при проведении УЗИ в серошкальном режиме нами выявлены следующие наиболее достоверные эхоанатомические характеристики центральных вен:

- ровные наружные контуры;
- ровная внутренняя поверхность стенки;
- анэхогенное содержимое в просвете;
- полная сжимаемость вены при компрессии датчиком, позволяющая исключить внутрисосудистые образования (тромбы).

Нами были установлены факторы риска безуспешных пункций и катетеризаций независимо от опыта врача. Данные были проанализированы в отношении времени пункции, количества попыток, успешной установки катетера, времени ввода катетера, и осложнений. К таким факторам относятся аномалии развития сосудов шеи и степень спадения (уменьшения диаметра вены) во время вдоха в условиях гиповолемии.

Если катетеризация проводится у детей старшего возраста под местной анестезией и ребенок способен сотрудничать с врачом, то при проведении пробы Вальсальвы отмечается увеличение диаметра вены в 1,5-2 раза. При отработке динамической методики с использованием ультразвукового сканера "в одних руках", эффективного во взрослой практике, у детей раннего возраста было сопряжено с рядом технических трудностей, несмотря



на хорошую визуализацию вены и точное соответствие направляющей иглы и ее предполагаемой проекции на экране. У детей раннего возраста из-за небольших размеров пунктируемой вены (от 3,5 до 6 мм в диаметре) при использовании этой методики затруднена четкая фиксация руки оператора, в связи с чем появляется высокая вероятность выхода части просвета иглы из вены или, напротив, перфорации дальней стенки вены. И то, и другое может привести к проникновению проводника в паравазальную клетчатку, что делает невозможным проведение катетера в сосудистое русло и может способствовать образованию гематомы шеи, а это усложняет задачу при последующих пункциях. Эффективное использование динамической методики, на наш взгляд, возможно только при наличии ассистента реаниматолога. При использовании динамической методики мы имели опыт пункции внутренней яремной и подключичной вены и установки центрального венозного катетера через наружную яремную вену и ножку грудино-ключично-сосцевидной мышцы, в связи с чем считаем целесообразным проводить предоперационную разметку анатомических ориентиров: расположения наружной яремной вены и контуров грудино-ключично-сосцевидной мышцы. Но в настоящее время несоответствие величины датчика и размеров операционного поля у детей с массой тела менее 5 кг, к сожалению, делают эффективность использования динамической методики у этого контингента больных весьма проблематичной.

Таким образом, введение ультразвукового сканирования в протокол катетеризации центральных вен позволило снизить количество неудачных пункций на 50%.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Катетеризация центральных вен является одним из необходимых мероприятий интенсивной терапии критических состояний. Как правило, эту операцию врачи делают на основании знаний о нормальной анатомии, руководствуясь наружными ориентирами (ключица, грудино-ключично-сосцевидная мышца, яремная вырезка и т.д.). Однако существует множество факторов, затрудняющих налаживание сосудистого доступа у больных, находящихся в тяжелом состоянии: особенности телосложения, гиповолемия, шок, врожденные деформации и аномалии развития. В связи с этим вероятность таких тяжелых ятрогенных осложнений, встречающихся при катетеризации центральных вен, как пневмоторакс, гемоторакс, лимфоторакс и их сочетаний (при ранении легкого, вены, артерии или грудного лимфатического протока), остается достаточно высокой даже при проведении процедуры опытными специалистами.

По данным ряда зарубежных авторов, механические осложнения при катетеризации центральных вен встречаются в 5-19% случаев (David C. McGee, Michael K. Gould 2003).

Количество осложнений во время катетеризации центральных вен у детей варьирует от 2,5 до 16,6% при катетеризации подключичной вены (James, Myers, Blackett et al.) и от 3,3 до 7,5% при катетеризации внутренней яремной вены (Prince et al., Hall, Geefhuysen). По нашим данным, осложнения при катетеризации внутренней яремной вены до использования предварительного ультразвукового исследования (УЗИ) встречались в 11% случаев. Все это побуждало врачей-исследователей искать пути визуализации центральных вен с целью снижения частоты осложнений.

Следует отметить, что потенциально менее опасными являются пункция и катетеризация периферических вен. Однако данный метод в клинической практике не может быть достаточным, так как разнообразные ситуации

диктуют необходимость доступа именно к центральному венозному руслу. Так, по данным А. А. Бунятына и соавт. (2008), за один год в мире устанавливается до 15 миллионов центральных венозных катетеров (ЦВК).

Катетеризация центральных вен позволяет клиницистам начать гемодинамический мониторинг, введение лекарственных препаратов, жидкостей и парентерального питания, введение периферических внутривенных устройств и проведение гемодиализа. Внутренняя яремная вена, подключичная и бедренная вены - наиболее часто

катетерируемые сосуды при выполнении сосудистого доступа. Многие анестезиологи для катетеризации выбирают внутреннюю яремную вену (ВЯВ). Использованию внутренней яремной вены способствует возможность визуализации и пальпации определенных анатомических ориентиров. Дополнительные вспомогательные методики включают в себя использование иглы меньшего диаметра для локализации ВЯВ, а затем стандартной иглы для канюляции; применение предварительной ультразвуковой локализации, во время которой врач помечает на теле пациента расположение вены перед пункцией, и, наконец, ультразвуковую навигацию в реальном времени, сопровождающую пункцию.

В ряде случаев наиболее предпочтительным доступом к центральному венозному руслу является подключичный, если учесть сравнительную быстроту, надёжность, атравматичность вмешательства. Катетеризация подключичной вены (КПВ) является методом выбора в случаях, когда необходимы мониторинг центрального венозного давления, длительная лекарственная инфузия, парентеральное питание, а также при проведении эфферентных методов лечения. Осложнения как при удавшейся, так и безуспешной постановке ЦВК составляют, по данным разных авторов, от 1,2 до 16% всех катетеризаций. Это обусловлено как топографо-анатомическими особенностями расположения вены, так и факторами субъективного характера, а именно отсутствием необходимых практических навыков у персонала, неправильным выбором доступа, нарушением правил асептики.

Применение ультразвука при катетеризации сосудов включено в стандарты лечения во многих странах Европы и США. В Российской Федерации публикации об использовании указанной методики единичны.

Согласно исследованиям, риск осложнений во время катетеризации центральных сосудов варьируется от 2 до 15%. Эти показатели во многом зависят от опытности медицинского персонала и общего состояния пациента. Наиболее часто встречающиеся осложнения катетеризации – это пневмоторакс (0-6.6%), прокол сонной артерии (6%), прокол подключичной артерии (0,5%-4%) и гемоторакс (1%). Общий процент неудачных попыток катетеризации ВЯВ составляет 12%.

Ранние работы в этой области показали, что использование ультразвука может снизить число травматических осложнений и повысить процент удачных попыток катетеризации. Более современные публикации подтверждают, что применение ультразвуковой навигации во время установки ЦВК увеличивает процент успешных первых попыток катетеризации и снижает опасность повреждения близлежащих артерий.

В исследование включено 84 детей с неотложными состояниями, вызванными респираторными, сердечно-сосудистыми заболеваниями, которым проводилась катетеризация центральных вен, в возрасте от 1 мес до 18 лет с массой тела от 2,6 до 62 кг. Исследования проводились в клинике ТашПМИ в отделении реанимации и интенсивной терапии.

В стандартный набор исследования включались: комплексное ультразвуковое исследование (в режимах двухмерной серой шкалы, цветового и энергетического доплеровского картирования). Исследования проводились на ультразвуковых сканерах Sonoscape SSI 5000 (стационарный), Chison Q5 (портативный) с использованием датчиков конвексного и линейного типов от 5 до 12 МГц. Изучение ультразвуковой анатомии сосудов выполнено методом ультразвуковой визуализации в режиме двухмерного сканирования. С помощью усовершенствованной нами методики комплексной эхографии производилась оценка состояния мягких

тканей, топографии сосудистого пучка, глубины расположения ЦВ, диаметра и взаимного расположения ЦВ и артерии, направления хода сосудов и протяженности доступно видимого отдела ЦВ с оценкой качественных и количественных показателей кровотока. Комплексная эхография ЦВ начиналась с двухмерного исследования, которое проводилось в режимах «серой шкалы», цветового доплеровского картирования, энергетического картирования и спектрального доплеровского анализа с использованием продольных, поперечных и множественных косых плоскостей сканирования. При двухмерном ультразвуковом исследовании выбиралась минимально необходимая зона интереса ЦВ.

В своей практике мы применяли статическую и динамическую методики ультразвукового наведения.

Статическая методика: контрольное ультразвуковое исследование (УЗИ) с визуализацией интересующих сосудов выполнялось непосредственно перед пункцией центральных вен, разметка на коже наносилась до стерилизации операционного поля. УЗИ проводилось в двух взаимно перпендикулярных плоскостях в поперечном и сагиттальном (продольном) сечении между ножками грудино-ключично-сосцевидной мышцы при исследовании внутренней яремной вены и в паховой складке при исследовании бедренной вены. С помощью предварительного УЗИ определяли глубину расположения вены от поверхности кожи, непосредственно ход венозного ствола, диаметр вены, диаметр артерии, взаимное расположение вены и артерии, степень сокращения (спадения) внутренней яремной вены на вдохе при наличии гиповолемического состояния. У детей раннего возраста УЗИ и катетеризация вены осуществлялись под ОА, у более старших детей - под МА. Катетеризация центральных вен выполнялась по методике Сельдингера.

Динамическая методика отличалась от статической тем, что на операционное поле устанавливался стерильный датчик, и пункция сосуда проводилось под ультразвуковым наведением в режиме реального времени.

При динамической методике ультразвукового наведения нами использовался как упомянутый выше сканер, стерильность датчика в области операционного поля поддерживалась путем одевания на датчик специальных стерильных одноразовых «рукавов» или как альтернативный и более дешевый вариант использования стерильной перчатки.

В наших исследованиях катетеризация вен являлась важным аспектом в оказании помощи детям, для введения инфузионных сред и лекарственных препаратов, а также для мониторинга.

Традиционную катетеризацию проводили по методу Сельдингера, т.е. традиционная практика использования поверхностных анатомических ориентиров и пальпации для идентификации сосуда до попытки катетеризации («традиционная» или «ориентировочная» техника) основывалась на предполагаемом местоположении сосуда, идентификации поверхностных или кожных анатомических ориентиров и слепом продвижении иглы до аспирации крови. Подтверждение успешности пункции предполагаемой сосудистой структуры было основано на аспирации крови определенного качества и цвета (т.е. отсутствие пульсации и темный цвет крови при катетеризации вены или пульсация и ярко-красный цвет крови при катетеризации артерии), измерении давления.

Хотя сосудистые катетеры обычно вводились по металлическому проводнику, некоторые клиницисты сначала пунктировали сосуд иглой малого калибра («поисковой») перед введением иглы большего диаметра. Этот метод являлся наиболее выгодным для «неультразвуковой» техники, так как игла малого калибра могла свести к минимуму непреднамеренное повреждение окружающих структур. Затем сосуд пунктировали иглой большего диаметра, через которую вводили проводник, иглу, удаляли, а по проводнику вводили катетер.

Процедура катетеризации центральных сосудов выполнялась часто и являлась неотъемлемой частью медицинского обучения и практики, она сопровождалась рядом осложнений.

По данным ультразвукового исследования нами определена глубина расположения исследуемых сосудов от поверхности тела. Данные УЗИ показали, что из всех центральных вен наименьшую глубину расположения имеет внутренняя яремная вена (глубина расположения от 4 до 9 мм независимо от возраста больного). Также, при проведении УЗИ в серошкальном режиме нами выявлены следующие наиболее достоверные эхоанатомические характеристики центральных вен:

- ровные наружные контуры;
- ровная внутренняя поверхность стенки;
- анэхогенное содержимое в просвете;
- полная сжимаемость вены при компрессии датчиком, позволяющая исключить внутрисосудистые образования (тромбы).

Нами были установлены факторы риска безуспешных пункций и катетеризаций независимо от опыта врача. Данные были проанализированы в отношении времени пункции, количества попыток, успешной установки катетера, времени ввода катетера, и осложнений. К таким факторам относятся аномалии развития сосудов шеи и степень спадения (уменьшения диаметра вены) во время вдоха в условиях гиповолемии.

Если катетеризация проводится у детей старшего возраста под местной анестезией и ребенок способен сотрудничать с врачом, то при проведении пробы Вальсальвы отмечается увеличение диаметра вены в 1,5-2 раза. При отработке динамической методики с использованием ультразвукового сканера "в одних руках", эффективного во взрослой практике, у детей раннего возраста было сопряжено с рядом технических трудностей, несмотря на хорошую визуализацию вены и точное соответствие направляющей иглы и ее предполагаемой проекции на экране. У детей раннего возраста из-за небольших размеров пунктируемой вены (от 3,5 до 6 мм в диаметре) при использовании этой методики затруднена четкая фиксация руки оператора, в связи с чем появляется высокая вероятность выхода части просвета иглы из вены или, напротив, перфорации дальней стенки вены. И то, и другое может

привести к проникновению проводника в паравазальную клетчатку, что делает невозможным проведение катетера в сосудистое русло и может способствовать образованию гематомы шеи, а это усложняет задачу при последующих пункциях. Эффективное использование динамической методики, на наш взгляд, возможно только при наличии ассистента реаниматолога. При использовании динамической методики мы имели опыт пункции внутренней яремной и подключичной вены и установки центрального венозного катетера через наружную яремную вену и ножку грудино-ключично-сосцевидной мышцы, в связи с чем считаем целесообразным проводить предоперационную разметку анатомических ориентиров: расположения наружной яремной вены и контуров грудино-ключично-сосцевидной мышцы. Но в настоящее время несоответствие величины датчика и размеров операционного поля у детей с массой тела менее 5 кг, к сожалению, делают эффективность использования динамической методики у этого контингента больных весьма проблематичной.

Таким образом, при анализе подгруппы пациентов, которым КЦВ была выполнена по анатомическим ориентирам (n=24), выявлено общее количество осложнений в 2 случаях (8,2%). Наиболее частыми осложнениями стали формирование подкожной гематомы, а также некорректная позиция установленного катетера. В группе пациентов (n = 60), которым КПВ была выполнена по разработанной нами методике с использованием метода ультразвуковой навигации, каких-либо осложнений по результатам проведения клинического, контрольного ультразвукового исследований зарегистрировано не было.

Проведена сравнительная оценка эффективности использования разработанной методики (отношения числа успешно завершенных процедур катетеризации к общему числу катетеризаций), а также количество процедур катетеризации с первого вкола иглы (результативность катетеризации).



Эффективность использования УЗ навигации при КЦВ составила 96,7%, эффективность КЦВ по анатомическим ориентирам – 83,3%.

Таким образом, введение УЗ-сканирования в протокол катетеризации центральных вен позволило нам снизить количество неудачных пункций на 50%, а количество осложнений при катетеризации внутренней яремной вены у детей в возрастной группе старше 3 лет - с 8 до 1,5% (т.е. в 20 раз), а у детей с массой тела менее 6 кг - в 2 раза (с 10 до 5%).

## ВЫВОДЫ

1. Изучена эхографическая анатомия центральных вен путем использования комплексных ультразвуковых исследований в режиме серой шкалы, ЦДК и импульсно - волновой доплерографии.
2. Разработана и внедрена модифицированная технология КЦВ с использованием ультразвуковой навигации по статической и динамической методикам, позволяющая оптимизировать выполнение данной инвазивной манипуляции у детей.
3. Эффективность внедренной модифицированной методики КЦВ с использованием ультразвуковой навигации составила 96,7 %, результативность – 86,6% (при отсутствии каких - либо осложнений) по сравнению с КЦВ по внешним анатомическим ориентирам (эффективность – 80,2%, результативность – 61,2%, частота осложнений – 6,6%).

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Разработанная методика КЦВ с использованием комплексной ультразвуковой навигации является высокоэффективной и может быть рекомендована для использования в анестезиологической и реаниматологической практике с целью профилактики и снижения количества осложнений при катетеризации центральных вен.

2. Использование ультразвуковой навигации позволяет не только оптимизировать проведение самой процедуры катетеризации и ее отдельных этапов, но и для динамического наблюдения и уточнения расположения катетера и выявления возможных осложнений.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

### Статьи в журналах

1. Розыходжаева Г.А., Исламов Ф.К. Значение применения ультразвуковой навигации при катетеризации центральных вен у детей. //Ежемесячный научный журнал «Вестник магистратуры». – Йошкар-Ола, 2015 – № 2 (41). – С. 23-27.

### Тезисы

1. Розыходжаева Г.А., Исламов Ф.К. Эхографическая навигация при выполнении катетеризации центральных вен у детей. //XXI-я научно–практическая конференция студентов магистратуры и клинических ординаторов. – 2014. – С. 26.
2. Ультразвуковая навигация при катетеризации внутренней яремной вены у детей. /Ф.К.Исламов, Н.Н.Болтаева, Ш.О.Ортикбоева, Д.Т.Хакимова //Конференция радиологов Узбекистана. – 2014. – С. 75.
3. Исламов Ф.К., Манашева А.Р., Умарова Д.А. Роль ультразвуковой навигации при катетеризации центральных вен у детей //VII-й съезд педиатров Узбекистана. – Ташкент, 2014. – С. 46.
4. Исламов Ф.К., Розыходжаева Г.А. Ультразвуковая навигация при катетеризации подключичной вены у детей. //XXII-я научно–практическая конференция студентов магистратуры и клинических ординаторов. – 2015. – (сдана в печать).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Произведения президента Республики Узбекистан И.А. Каримова

1. Каримов И.А. Гармонично развитая поколение – надежная опора нашей страны // Ташкент 2013 г.
2. Каримов И.А. Концепция дальнейшего углубления демократических реформ и формирования гражданского общества в стране // Ташкент, 2010 г.
3. Каримов И.А. Национальный доклад Республики Узбекистан по выполнению положений конвенции о правах ребенка // Ташкент, 2010 г.
4. Каримов И. А. Узбекистан на пороге достижения независимости // Ташкент, 2011 г.

### Основная литература

5. Болбас А.С., Громыко Г.М., Новиков Д.В. и др. Возможности ультразвукового метода в определении положения центрального венозного катетера // Новости лучевой диагностики. 1998. № 5. Белорусский НИИ экологической и профессиональной патологии, г. Могилев. С. 18-20.
6. Быков М.В., Айзенберг В.Л., Кутузова И.В. Значимость электрокардиографического контроля положения центрального венозного катетера в интенсивной терапии у детей // Вестник интенсивной терапии. 2001. № 1. С. 46
7. Быков М.В. Айзенберг В.Л., Анбушинов В.Д. и др. Ультразвуковое исследование перед катетеризацией центральных вен у детей // Вестник интенсивной терапии. 2005. № 4. С.62.
8. Быков, Ультразвуковые исследования в обеспечении инфузионной терапии в отделениях реанимации и интенсивной терапии, Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2011, р. 36.

9. Вики Е. Нобль, Бреет Нельсон, А. Николас Сутингко. УЗИ при неотложных и критических состояниях. М., 2009. 227 с.
10. Гареев П.П. Волновой генетический код. М., 1997. 108 с.
11. Закиров И.И. Овезов А.М. Центральный венозный доступ в педиатрии: возможности ультразвукового контроля. Материалы 11 сессии МНОАР 26.03.2010. С. 16.
12. Закиров И.И., Овезов А.М., «Катетеризация внутренней яремной вены у детей под ультразвуковым контролем,» Казанский медицинский журнал, т. ХСІ, № 6, pp. 815-817, 2010.
13. Заболотский Д., Ульрих Г., Кулев А., Малашенко Н., Колосов А., «Ультразвуковой контроль катетеризации внутренней яремной вены у вертебрологических больных» Хирургия позвоночника, № 2, pp. 53-57, 2011.

#### **Дополнительная литература**

14. Конькова М.В. Навигационная хирургия: современные возможности при заболеваниях желчевыводящих путей, поджелудочной железы и почек / А.А. Казаков. А.А. Вазанов. В.И. Чамеев. В.Н. Диомидова. М.В. Конькова // Материалы городской научно-практической конференции «Малоинвазивные технологии в хирургии», под ред. проф. Д.С. Маркова. – Чебоксары, 2008. – С. 13 – 15.
15. Конькова М.В. Использование методов ультразвуковой визуализации для изучения анатомии подключичной вены // Материалы научно-практической конференции молодых ученых и студентов «Актуальные проблемы и прогресс клинической медицины в многопрофильном стационаре», под ред. проф. Д.С. Маркова. – Чебоксары, 2009. – С. 29 – 32.
16. Конькова М.В. Использование ультразвуковой навигации при выполнении катетеризации центральных вен // Сборник тезисов победителей VI Республиканского конкурса научно-исследовательских работ (в области естественно-математических и технических наук) студентов, аспирантов,

- молодых ученых и научно-технических работников «Наука XXI века». – Чебоксары, 2009. – С.61 – 68.
17. Конькова М.В. Использование ультразвуковой навигации при выполнении катетеризации центральных вен / М.В. Конькова // Ультразвуковая и функциональная диагностика, 2009. - №4. - С. 129 - 130.
  18. Конькова М.В. Катетеризация подключичной вены: новый подход к известной процедуре/ М.В. Конькова // Медицинский вестник.– 2010.- №3. С.7.
  19. Конькова М.В. Использование ультразвуковой навигации при выполнении катетеризации подключичной вены / М.В. Конькова // Сборник научных статей докторантов, аспирантов и соискателей, под ред. проф. В.Л. Куракова. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. Ун-та, 2010. – Вып. 1. – С. 43 – 47.
  20. Конькова М.В. Катетеризация подключичной вены с использованием ультразвуковой навигации / М.В. Конькова // Казанский медицинский журнал. – 2010. - №3. – С. 414 – 416.
  21. Конькова М.В. Катетеризация подключичной вены с использованием метода ультразвуковой навигации / М.В. Конькова // Здравоохранение Чувашии, 2010. - №2. – С. 31 – 33.
  22. Конькова М.В. Использование ультразвуковой навигации при выполнении катетеризации центральных вен / М.В. Конькова// Медицинская визуализация: специальный выпуск. – 2010. – С. 221 – 222.
  23. Конькова М.В. Оптимизация методики катетеризации подключичной вены с использованием ультразвуковой навигации / М.В. Конькова // Медицинская визуализация, 2010. - №5. – С. 11 – 14.
  24. Конькова М.В. Эффективность использования метода ультразвуковой навигации при катетеризации центральных вен / М.В. Конькова, В.Н. Диомидова, Н.М. Конькова // Материалы городской научно-практической конференции, посвященной 80-летию Первой городской больницы им. П.Н. Осипова, под. ред. проф. Е.Г. Артемьевой. – Чебоксары, 2010. – С. 110 – 111.
  25. Лекманов А. У. Протокол катетеризации вен у детей. М., 2008. 20 с.

- 26.Марочков А.В., Стаблецкий А.О. Смещение катетера из подключичной вены во внутреннюю яремную вену // Анестезиология и реаниматология. 1983. № 2. С. 64-65.
- 27.Ма О.Дж., Матиэр Дж.Р. Ультразвуковое исследование в неотложной медицине. М.:Бином, 2007. 390 с.
- 28.Малашенко Н., Ультразвуковая навигация инвазивных манипуляций в анестезиологии. // Автореферат канд. дис., Санкт-Петербург: 16, 2012.
- 29.Роузен М., Латто Я.П., Шэнг Нг У. Чрескожная катетеризация центральных вен. М.:Медицина, 1986. 160 с.
- 30.Сергеева А.М., Павлова Г.П., Мазурок В.А., Закиров И.И. , «Профилактика гемморагических осложнений при катетеризации центральных вен у детей с тромбоцитопениями» Эфферентная терапия, т. 16, № 3, pp. 79.-85, 2010.
- 31.Цыганков В.Н. Электрокардиографические критерии внутрисосудистой электрокардиографии в оценке положения внутрисосудистых катетеров: Дисс. ... канд.мед. наук. М., 2002.
- 32.Цыганков В.Н., Контакевич М.М. Зуевская Е.Б. Способ определения положения конца катетера в центральной вене // Анестезиология и реаниматология. 2000. № 1. С. 52-55.
- 33.Шлутко Б.М. Буланов А.Ю. Мирзоян Э.Э. Новый метод ЭКГ-контроля положения центрального венозного катетера // 6-й Всероссийский съезд анестезиологов и реаниматологов. Тезисы. - М., 1998. С. 263. № 884.
- 34.Sukigara M, Yamazaki O., Hatanaka M. et al. Ultrasonic real time guidance for subclavian venipuncture // Surg. Gynecol. Obstet. 1988. 167. 239-242.
- 35.Armstrong P., Sutherland R., Scott D. «The effect of position and different manoeuvres on internal jugular vein diameter size» Acta Anaesthesiol Scand, т. 38, pp. 229-31, 1994.
- 36.Augoustides J., Horak J., Ochroch A., Vernick W., Gambone A., Weiner J. «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.



37. Abboud P., Kendall J. «Ultrasound guidance for vascular access,» *Emerg Med Clin North Am*, т. 22, pp. 749-73, 2004.
38. Bodenham A., «Can you justify not using ultrasound guidance for central venous access» *Critical Care*; 10, pp. 175-6, 2006.
39. Blaivas M., Brannam L., E. Fernandez «Short-axis versus long-axis approaches for teaching ultrasound-guided vascular access on a new inanimate model,» *Acad Emerg Med*, № 10, pp. 1307-11, 2003.
40. Blaivas M., Adhikari S. «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.
41. Cavanna L., Civardi G., P. Mordenti, Vallisa D., «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.
42. Dowling M., Jjala H., Hardman J., Bedford N. «Real-time three-dimensional ultrasound-guided central venous catheter placement,» *Anesth Analg*, т. 112, pp. 378-81, 2011.
43. Denys B.G., Uretsky B.F., Ruffner R.J. et al. Access to the internal jugular vein: Comparison between the landmark and ultrasound guided method//*Abstr. Circulation*. 1990. 82 (Suppl. II): III-625.
44. Denys B.G., Uretsky B.E, Reddy P.S. Ultrasound-assisted cannulation of the internal jugular vein. A prospective comparison to the external landmark-guided technique//*Circulation*. 1993. 87.1557-1562.
45. Denys B., Uretsky B. «Anatomical variations of internal jugular vein location: impact on central venous access» *Crit Care Med*, т. 19, pp. 1516-9, 1991.
46. Docktor B., Sadler D., Gray R., Saliken J., So C. «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.
47. Dailey R. «Femoral vein cannulation: a review,» *J Emerg Med*, № 2, pp. 367-72, 1985.

48. Rothschild J. «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.
49. McGee D., Gould M., «Preventing complications of central venous catheterization» *N Engl J Med*, т. 348, pp. 1123-33, 2003.
50. Troianos C., Jobes D., Ellison N., «Ultrasound-guided cannulation of the internal jugular vein. A prospective, randomized study» *Anesth Analg*, т. 72, pp. 823-6, 1991.
51. Lobato E., Sulek C., Moody R., Morey T., «Cross-sectional area of the right and left internal jugular veins» *J Cardiothorac Vasc Anesth*, № 13, pp. 136-8, 1999.
52. Mansfield P., Hohn D., Fornage B. «Complications and failures of subclavian-vein catheterization» *N Engl J Med*, т. 331, pp. 17-35, 1994.
53. Milling T. J., Rose J., Briggs W., Birkhahn R., «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.
54. Mallory D., Shawker T., Evans R., McGee W., Brenner M., Parker M. «Effects of clinical maneuvers on sonographically determined internal jugular vein size during venous cannulation» *Crit Care Med*, т. 18, pp. 1269-73, 1990.
55. Murphy P., Arnold P., «Ultrasound-assisted vascular access in children» *Contin Educ Anaesth Crit Care Pain*, № 11 (2), pp. 44-49, 2011.
56. Mallory D.L., McGee W.T., Shawker O.I. et al. Ultrasound guidance improves the success rate of internal jugular vein cannulation. A prospective, randomized trial // *Chest*. 1990. 98. 157-160.
57. Julie L., Martin D., Andrew F. «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.

58. Jeffrey I. Rotschild Ультрасонографический контроль катетеризации центральных вен, новости анестезиологии и реаниматологии 2007, №1, стр 49.
59. Phelan M., Hagerty D., «The oblique view: an alternative approach for ultrasound-guided central line placement,» J Emerg Med, т. 37, pp. 403-8, 2009.
60. Hosokawa K., Shime N., Kato Y., Hashimoto S. «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.
61. Karakitsos D., Labropoulos N., De Groot E., Patrianak A., Kouraklis G., 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.
62. Kilbourne M., Bochicchio G., Scalea T., Xiao Y. «Avoiding common technical errors in subclavian central venous catheter placement» J Am Coll Surg, т. 208, pp. 104-9, 2009.
63. Hind D., Calvert N., McWilliams R., Davidson A., Paisley S., Beverley C., «Ultrasonic locating devices for central venous cannulation: meta-analysis,» BMJ, т. 327, pp. 361-8, 2003.
64. Lieberman J., Williams K., Rosenberg A. «Optimal head rotation for internal jugular vein cannulation when relying on external landmarks,» Anesth Analg, т. 99, pp. 982-8, 2004.
65. Sznajder J., Zveibil F., Bitterman H., Weiner P., Bursztein S., «Central vein catheterization: failure and complication rates by three percutaneous approaches,» Arch Intern Med, т. 146, № Sznajder JI, Zveibil FR, Bitterman H., pp. 259-61, 1986.
66. Seldinger S., «Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography; a new technique,» Acta Radiologica, № 39, pp. 368-76, 1953.
67. Gallieni M. «Central venous catheterization of dialysis patients,» J Vasc Access, № 1, pp. 10-4., 2000.

68. Gualtieri A., Deppe S.A., Sipperli I.A. et al. Катетеризация подключичной артерии: ультразвуковой контроль позволяет менее опытным врачам добиться лучших результатов, Вестник интенсивной терапии, 2006, №4.
69. Troianos C. «1309 ultrasound for internal jugular venous cannulation in a large university anesthesia department» J Cardiothorac Vasc Anesth, т. 19, pp. 310-5, 2005.
70. Troianos C., Kuwik R., Pasqual J., Lim A., Odasso D. «Internal jugular vein and carotid artery anatomic relation as determined by ultrasonography,» Anesthesiology, т. 85, pp. 43-8, 1996.
71. Gordon A., J. Saliken, D. Johns, R. Owen и R. Gray, «US-guided puncture of the internal jugular vein: complications and anatomic considerations,» J Vasc Interv Radiol, т. 9, pp. 333-8, 1998.
72. Sulek C., Gravenstein N., Blackshear R., Weiss L. «Head rotation during internal jugular vein cannulation and the risk of CA puncture,» Anesth Analg, т. 82, pp. 125-8, 1996.
73. Wang R., Snoey E., Clements R., Hern G., Price D. «Effect of head rotation on vascular anatomy of the neck: an ultrasound study,» J Emerg Med, т. 31, pp. 283-6, 2006.
74. Turba U., Uflacker R., Hannegan C., Selby J. «Anatomic relationship of the internal jugular vein and the common carotid artery applied to percutaneous transjugular procedures» Cardiovasc Intervent Radiol, т. 28, pp. 303-6, 2005.
75. Troianos C.A., Jobes D.R., Ellison N. Ultrasound-guided cannulation of the internal jugular vein. A prospective, randomized study // Anesth. Analg. 1991. 72. 823-826.
76. Benter T., Teichgraber U., Kluhs L., Papadopoulos S., Kohne C., R. Felix, «Anatomical variations in the internal jugular veins of cancer patients affecting central venous access. Anatomical variation of the internal jugular vein,» Ultraschall Med, т. 22, pp. 23-6, 2001.
77. Mey U., Glasmacher A., Hahn C., Gorschluter M., Ziske C., Mergelsbery M., «Evaluation of an ultrasound-guided technique for central venous access via the

- internal jugular vein in 493 patients» *Support Care Cancer*, № 11, pp. 148-55, 2003.
- 78.Lichtenstein D., Saifi R., Augarde R., Prin S., Schmitt J., Page B., «The internal jugular veins are asymmetric. Usefulness of ultrasound before catheterization,» *Intensive Care Med*, т.27, pp. 301-5, 2001.
- 79.Khatri V., Wagner-Sevy S., Espinosa M., Fisher J., «The internal jugular vein maintains its regional anatomy and patency after carotid endarterectomy: a prospective study» *Ann Surg*, т. 233, pp. 282-6, 2001.
- 80.Botha R., Van Schoor A., Boon J., Becker J., Meiring J. «Anatomical considerations of the anterior approach for central venous catheter placement» *Clin Anat*, т. 19, pp. 101-5, 2006.
- 81.Ruesch S., Walder B., Tramer M. «Complications of central venous catheters: Internal jugular versus subclavian access—a systematic review» *Crit Care Med*, т. 30, pp. 454-60, 2002.
- 82.Beaulieu Y., Marik P. «Bedside ultrasonography in the ICU. Part 2» *Chest*, т. 128, pp. 1766-81, 2005.
- 83.Giacomini M., Iapichino G., Armani S., Cozzolino M., Brancaccio D., Gallieni M. «How to avoid and manage a pneumothorax,» *J Vasc Access*, № 7, pp. 7-14, 2006.
- 84.Tercan F., Ozkan U., Oguzkurt L. «US-guided placement of central vein catheters in patients with disorders of hemostasis» *Eur J Radiol*, т. 65, pp. 253-6, 2008.
- 85.Oguzkurt L., Tercan F., Kara G., Torun D., Kizilkilic O., Yildirim T. «US-guided placement of temporary internal jugular vein catheters: immediate technical success and complications in normal and high-risk patients» *Eur J Radiol*, т. 55, pp. 125-9, 2005.
- 86.Goetz A., Wagener M., Miller J., Muder R. «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.
- 87.Gualtieri E., Deppe S., Sipperly M., Thompson D. «Subclavian venous catheterization: greater success for less experienced operators using ultra-sound guidance,» *Crit Care Med*, т. 23, pp. 692-7, 1995.

88. Balls A., Lovecchio F., Kroeger A., Stapczynski J., Mulrow M., Drachman D. «Ultrasound guidance for central venous catheter placement: results from the central line emergency access registry database,» *Am J Emerg Med*, т. 28, pp. 561-7, 2010.
89. Orsi F., Grasso R., Arnaldi P., Bonifacio C., Biff R., DeBraud F. «Ultra-sound guided versus direct vein puncture in central venous port placement,» *J Vasc Access*, № 1, pp. 73-7, 2000.
90. Orihashi K., Imai K., Sato K., Hamamoto M., Okada K., Sueda T. «Extra-thoracic subclavian venipuncture under ultrasound guidance,» *Circ J*, т. 69, pp. 1111-5, 2005.
91. Hughes P., Scott C., Bodenham A. «Ultrasonography of the femoral vessels in the groin: implications for vascular access,» *Anaesthesia*, т. 55, pp. 1198-202, 2000.
92. Warkentine F., Pierce M., Lorenz D., Kim I. «The anatomic relationship of femoral vein to femoral artery in euvoletic pediatric patients by ultra-sonography: implications for pediatric femoral central venous access,» *Acad Emerg Med*, т. 15, pp. 426-30, 2008.
93. Werner S., Jones R., Emerman C. «Effect of hip abduction and external rotation on femoral vein exposure for possible cannulation,» *J Emerg Med*, т. 35, pp. 73-5, 2008.
94. Hopkins J., Warkentine F., Gracely E., Kim I. «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.
95. Stone M., Price D., Anderson B. «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.
96. Prabhu M., Juneja D., Gopal P., Sathyanarayanan M., Subhramanyam S., Gandhe S. «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.

97. Iwashima S., Ishikawa T., Ohzeki T. «Ultrasound-guided versus landmark-guided femoral vein access in pediatric cardiac catheterization,» *Pediatr Cardiol*, т. 29, pp. 339-42, 2008.
98. Seto A., Abu-Fadel M., Sparling J., Zacharias S., Daly T., Harrison A. «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.
99. Eisen L., Narasimhan M., Berger J., Mayo P., Rosen M., Schneider R., «Mechanical complications of central venous catheters,» *J Intensive Care Med*, т. 21, pp. 40-6, 2006.
100. Karapinar B., Cura A. «Complications of central venous catheterization in critically ill children,» *Pediatr Int*, т. 49, pp. 593-9, 2007.
101. Parienti J., Thirion M., Megarbane B., Souweine B., Ouchikhe A., Polito A., «Femoral vs jugular venous catheterization and risk of nosocomial events in adults requiring acute renal replacement therapy: a randomized controlled trial,» *JAMA*, т. 299, pp. 2413-22, 2008.
102. Deshpande K., Hatem C., Ulrich H., Currie B., Aldrich T., Bryan-Brown C., «The incidence of infectious complications of central venous catheters at the subclavian, internal jugular, and femoral sites in an intensive care unit population,» *Crit Care Med*, т. 33, pp. 13-20, 2005.
103. Excellence, National Institute for Health and Clinical, «NICE Technology Appraisal No 49: guidance on the use of ultrasound locating devices for placing central venous catheters» Available at: <http://www.nice.org.uk/nicemedia/live/11474/32461/32461.pdf>, October 17, 2011.
104. Grebenik C., A. Boyce, M. Sinclair, R. Evans, D. Mason и B. Martin, «NICE guidelines for central venous catheterization in children: is the evidence base sufficient?,» *Br J Anaesth*, т. 92, pp. 827-30, 2004.
105. Pirotte T. «Ultrasound-guided vascular access in adults and children: beyond the internal jugular vein puncture,» *Acta Anaesth Belg*, т. 59, pp. 157-66, 2008.

106. 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.
107. 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.
108. 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.
109. 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.
110. 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.
111. 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.
112. Sandhu NS, Patel B, «Use of ultrasonography as a rescue technique for failed radial artery cannulation,» *J Clin Anesth*, № 18, pp. 138-41, 2006.
113. Shiloh AL, Eisen LA., «Ultrasound-guided arterial catheterization: a narrative review» *Intens Care Med*, т. 36, pp. 214-21, 2010.
114. 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.
115. 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.



116. 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.
117. 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.
118. Rupp SM, Apfelbaum JL, Blitt C, et al., «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.
119. 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.