

М.Ю. Рыков¹, О.А. Кириллова¹, В.Г. Поляков^{1, 2}

¹ Российский онкологический научный центр им. Н.Н. Блохина, Москва, Российская Федерация

² Российская медицинская академия последипломного образования МЗ РФ, Москва, Российская Федерация

Роль лучевых методов диагностики в обеспечении венозного доступа

Современную медицину сложно представить без высокотехнологичной аппаратуры. Она делает быстрой и точной не только диагностику большинства заболеваний, но и обеспечивает безопасное и малотравматичное выполнение многих манипуляций. Обратной стороной является потеря врачами некоторых навыков, однако пользы от развития техники несоизмеримо больше. В данной статье рассматривается роль диагностической аппаратуры (УЗ, КТ) в важнейшем направлении — обеспечении венозного доступа, необходимого для лечения детей с онкологическими заболеваниями. Преимущества выполнения катетеризаций периферических и центральных вен с использованием современного оборудования показывают полученные нами результаты. При установках подключичных катетеров без использования УЗ- и рентгенологической аппаратуры частота развития осложнений превышала 90%, а скорректировать их интраоперационно удавалось лишь в 30% случаев, тогда как при имплантации венозных порт-систем с использованием перечисленного выше оборудования эти показатели составляли 37 и 88%, соответственно.

Ключевые слова: детская онкология, ультразвук, венозный доступ, катетеризация, рентгенография. (Для цитирования: Рыков М.Ю., Кириллова О.А., Поляков В.Г. Роль лучевых методов диагностики в обеспечении венозного доступа. Онкопедиатрия. 2015; 2 (1): 7 – 15).

ВВЕДЕНИЕ

Роль венозного доступа в лечении онкологических заболеваний сложно переоценить. Именно эта «мелочь» способна не только привести к тяжелым осложнениям и повлиять на прогноз заболевания, но и существенно повысить его стоимость, нанося и без того небольшому бюджету здравоохранения существенный урон [1].

В предыдущих номерах журнала нами подробно рассматривалась роль венозного доступа в лечении детей с онкологическими заболеваниями, история его развития и техника создания. Продолжая начатую ранее тематику, предлагаем рассмотреть место и важную роль рентгенологической и ультразвуковой аппаратуры при операциях по катетеризации подключичной вены (ПВ) и имплантации венозных

M.Yu. Rykov¹, O.A. Kirillova¹, V.G. Polyakov^{1, 2}

¹ Institute of Pediatric Oncology and Hematology N.N. Blokhin, Moscow, Russian Federation

² Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow, Russian Federation

The Role of Radiological Methods of Diagnosis in Providing Venous Access

Modern medicine is difficult to imagine without the high-tech equipment. It makes a quick and accurate diagnosis, not only the majority of diseases, but also provides a safe and low-impact performance of many manipulations. The downside is the loss of some doctors skills, but the benefits from the development of technology disproportionately. This article examines the role of diagnostic equipment (ultrasound, CT) in the crucial area — venous access necessary for the treatment of cancer in children. Benefits of catheterization of peripheral and central veins using modern equipment show our results. Subclavian catheterizations without using of ultrasound and X-ray equipment the incidence of complications was more than 90%, and adjust them intraoperatively managed only 30%, whereas the implantation of venous port systems with the use of the equipment listed above, the figures were only 37 and 88%, respectively.

Key words: pediatric oncology, ultrasound, venous access, catheterizations, X-rays.

(For citation: Rykov M.Yu., Kirillova O.A., Polyakov V.G. The Role of Radiological Methods of Diagnosis in Providing Venous Access. Onkopediatria. 2015; 2 (1): 7 – 15).

порт-систем, без которых поднятая проблема имела бы куда более сложное решение.

Для оценки состояния тканей и сосудов шейной, над- и подключичной областей, органов грудной полости, грудной клетки и грудной стенки используются различные современные методы лучевой диагностики. К неионизирующим методам относятся ультразвуковое исследование (УЗИ) и магнитно-резонансная томография (МРТ). Из ионизирующих методов применяются традиционное рентгенологическое исследование и мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ).

СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Визуализация периферических вен

Хотя периферический катетер не предназначен для проведения химиотерапии и длительных инфузий, тем не менее его применение на определенном этапе неизбежно: это и МСКТ, и МРТ у детей младшего возраста, поскольку для проведения подобных и других диагностических манипуляций требуется общая анестезия. Даже наркоз при имплантации порт-системы требует доступа в периферическую венозную систему. Нередко у детей с онкологическими заболеваниями пункция периферической вены сопровождается длительным поиском и неудачными попытками [2], что болезненно и вызывает сильную психологическую травму. При этом вены верхних конечностей катетеризовать удается не всегда, что вносит еще больший дискомфорт. За рубежом для облегчения поиска подкожных вен разработаны специальные приборы, основанные на применении ультразвуковых и световых волн красного и инфракрасного диапазона. Так, подсвечивание места пункции красным светом с помощью компактного прибора улучшает контрастность подкожных вен (рис. 1), а их наблюдение через специальный оптический преобразователь в инфракрасном световом диапазоне позволяет четко идентифицировать и пунктировать периферические сосуды.

Более того, подобные портативные приборы продолжают совершенствоваться, еще более



Рис. 1. Визуализация подкожных вен кисти красным светом

упрощая катетеризацию периферических вен. На Международном конгрессе по венозному доступу (World Congress on Vascular Access, WoCoVA), прошедшем 18–20.06.2014 в Берлине (Германия), был продемонстрирован компактный прибор в форме очков, надеваемый на голову оператора, позволяющий четко визуализировать подкожные сосуды, оставляя при этом руки свободными для манипуляций.

Визуализация магистральных вен с помощью УЗИ

Самым распространенным методом визуализации является УЗИ сосудов. Его преимуществами являются отсутствие лучевой нагрузки на пациента, неинвазивность, доступность, безопасность и возможность получения информации в короткий промежуток времени. Неоспоримым преимуществом УЗ-аппаратов является их мобильность, что делает возможным их использование в условиях операционной или в палате реанимации.

УЗИ применяется для оценки хода, диаметра, состояния стенок и просвета сосудов, их анатомического расположения относительно друг друга, глубины локализации от поверхности кожи, состояния прилежащих мышц, лимфатического коллектора и костей.

В норме кожа в УЗ-изображении представляется однородной, эхогенной полоской толщиной от 2 до 6 мм. Подкожная жировая клетчатка вариабельна по толщине, выглядит в виде слоя умеренной эхогенности с сетчатой структурой фиброзной стромы. Подкожные сосуды в норме не визуализируются. Тонкая (1–2 мм) эхогенная поверхностная фасция повторяет контур мышечного слоя, от которого она отделена прослойкой субфасциального жира. В мышечном слое отчетливо дифференцируются отдельные мышцы, имеющие пониженную эхогенность и характерную структуру (перистую в продольном и сотовидную в поперечном сечении). Мышечные жировые прослойки отличаются повышенной эхогенностью при сравнении с тканью мышцы. С помощью УЗ-метода возможна визуализация отека мягких тканей, акустическая картина которого выглядит как участок локальной пониженной эхогенности мягких тканей с неровными нечеткими контурами и незначительно выраженными узкими жидкостными прослойками между мышечными волокнами и жировыми дольками. Гематома мягких тканей визуализируется как моно- или полициклическое образование с четкими или нечеткими ровными контурами, по структуре гипозоногенное неоднородное, ячеистой структуры. Абсцесс визуализируется как образование с нечеткими неровными контурами, неправильной формы, по структуре неоднородное, пониженной эхогенности с наличием анэхогенных зон и гиперэхогенных включений, дающих / не дающих акустическую тень, вокруг которых определяется эхоплотный валик. Сосуды представляют собой

трубчатые гипоехогенные структуры с ровными тонкими стенками [3]. Клапаны в просвете вен визуализируются в виде ярких полосок и смыкаются на вдохе [4].

Как мы уже писали в предыдущих номерах, для кавакатетеризации оптимален доступ через внутреннюю яремную вену (ЯВ), хотя возможна пункция ПВ или наружной яремной вены. При этом применяются статическая и динамическая УЗ-методики исследования сосудистого русла. Статическая методика заключается в исследовании вен экстракраниального отдела и околоключичной области с визуализацией зоны интереса и нанесением на кожу предварительной разметки до кавакатетеризации (важно учитывать положение пациента при дальнейшей катетеризации, так как перемена положения верхней конечности и тела приводит к смещению кожи и, соответственно, места разметки). Динамическая методика — это возможность визуализировать венозное русло в режиме реального времени с использованием УЗ-датчика со стерильным «рукавом» на нем или наклейкой. Метод их выбора рассмотрим ниже.

Традиционно УЗ-исследование сосудистого русла проводится в двух взаимно перпендикулярных плоскостях (поперечной и продольной относительно исследуемого сосуда). В случае исследования вен экстракраниального отдела положение УЗ-датчика устанавливается в коронарной и аксиальной плоскостях. Забегая вперед, отметим, что в качестве предпункционной разметки достаточно выполнить УЗИ в поперечной плоскости.

Околоключичная область имеет сложную анатомическую архитектуру, и визуализация всей ПВ ограничена из-за отражения УЗ-сигнала ключицей. Наиболее полное изображение ПВ возможно при положении УЗ-датчика в коронарной плоскости над- и подключичных областей, однако, учитывая индивидуальные особенности пациента, возможно применение и нестандартных положений трансдюсера.

Акустическая картина неизменных артерии и вены в поперечном сечении представлена анэхогенной округлой структурой с четким ровным контуром. Отдифференцировать артерию от вены позволяет компрессионный тест — давление УЗ-датчика на сосуды, расположенные непосредственно под ним, при этом вена спадается. Основным лучевым методом диагностики патологии вен является УЗ-диагностика с доплерографией. Метод позволяет определить наличие тромба в просвете вены, а также зафиксировать снижение или отсутствие кровотока и выявить причину [5].

Нельзя не отметить, насколько усовершенствованы современные УЗ-аппараты, предназначенные специально для пункции вен. Они стали более компактными, весом несколько килограммов, что позволяет легко доставлять их в любое необходимое место клиники. Другие открывают перед



Рис. 2. Визуализации иглы с помощью специального программного обеспечения УЗ-аппарата и построение оптимальной траектории для пункции вены (показана синей пунктирной линией)

врачами новые возможности, самостоятельно определяя многие патологические состояния (пневмоторакс, перитонит и т.д.) и позволяя врачу любой специальности найти необходимое анатомическое образование, будь то внутренний орган, нерв или сосуд, с помощью выполнения простых инструкций, выводимых на монитор аппарата.

Другой важной функцией является способность аппарата самостоятельно прорисовывать на мониторе вводимую в мягкие ткани иглу, подсказывая оператору оптимальное ее направление для пункции сосуда (рис. 2).

Конечно же, цена таких устройств высока, но не запредельна (порядка 1,5 млн рублей). Есть и более бюджетные варианты (порядка 150 тыс. рублей), которые хотя и не имеют таких сложных функций, но отличаются малыми размерами и весом.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ДАННЫХ

Вспоминая крылатое народное выражение «без прошлого нет будущего», отметим некоторые исторические аспекты, которые привели венозный доступ к современному уровню. Желание преодолеть опасности катетеризации вен «вслепую» появилось еще в 1980 г., когда для этого стала использоваться УЗ-навигация [6].

В 1990 г. Mallory и соавт. сообщили об успешном опыте пункций внутренней ЯВ с интраоперационной УЗ-навигацией [3]. Это привело к снижению неудачных попыток с 35 до 0%, то есть гарантировало выполнение манипуляции.

При сравнении двух рандомизированных групп пациентов, у которых катетеризация центральных вен выполнялась на основании анатомических ориентиров и с применением УЗ-визуализации, соответственно, было выявлено, что использование УЗ-контроля повысило процент успешных манипуляций [7]. W.M. Hilty и соавт. обнаружили уменьшение количества попыток и процента осложнений при выполнении катетеризаций с использованием

УЗ-навигации, что, вероятно, объясняется меньшим количеством попыток пункции [8, 9].

В 2001 г. Министерство здравоохранения США опубликовало рекомендации по методам снижения числа медицинских ошибок. Среди них имелось указание на обязательное использование УЗ-контроля при установке центрального венозного катетера (ЦВК) [3, 10].

У детей особенно важно использование предварительной УЗ-разметки или применение УЗ-навигации непосредственно во время пункции внутренней ЯВ для повышения ее безопасности [11].

Только в одной публикации [11] отмечена вариабельность расположения сосудов шеи у детей. При этом М.В. Быков с соавт. выделяют 4 варианта расположения сосудов, иллюстрирующих необходимость применения УЗ-навигации:

- 1) внутренняя ЯВ находится более поверхностно и латеральнее сонной артерии (СА; 75%);
- 2) внутренняя ЯВ находится латеральнее СА (15%);
- 3) внутренняя ЯВ находится над СА (8%);
- 4) аномальное (обратное) расположение сосудов (2%).

Таким образом, УЗИ является важной составляющей успешной пункции вен, особенно учитывая их крайне малый диаметр у детей. Несмотря на большое практическое значение, в Российской Федерации этот метод практически не применяется. Показанная вариабельность взаимного расположения сосудов не позволяет использовать анатомические ориентиры во время пункции.

Другой проблемой является точное определение положения кончика катетера в проекции внутренней ПВ, поскольку в случае ошибки при имплантации венозных порт-систем отсутствует возможность ее неинвазивной коррекции после завершения операции, а при установке подключичного катетера изменение его глубины может привести к контаминации венозной системы бактериями с поверхности кожи.

Некорректное расположение кончика катетера в венозном русле встречается в 5–18% случаев

Таблица 1. Варианты некорректного расположения центрального венозного катетера (по М.В. Быкову)

Варианты некорректного расположения ЦВК	%
При катетеризации ПВ попадание ЦВК во внутреннюю ЯВ на стороне катетеризации	13,7
При катетеризации ПВ попадание ЦВК в противоположную ПВ	0,9
При катетеризации внутренней ЯВ попадание ЦВК в ПВ на стороне катетеризации	2,2
При катетеризации внутренней ЯВ попадание ЦВК против тока крови	0,2

Примечание. ЦВК — центральный венозный катетер, ПВ — подключичная вена, ЯВ — яремная вена.

[12]. М.В. Быков и соавт. приводят классификацию основных вариантов некорректного расположения ЦВК, основанную на анализе катетеризаций центральных вен у 200 детей в возрасте от 1 мес до 15 лет (табл. 1) [11].

Важность этого вопроса сложно переоценить. Например, при ретроградном смещении во внутреннюю ЯВ катетер тромбируется в течение первых 24–48 ч с развитием клинических признаков тромбоза внутренней ЯВ [13, 14], что приводит к отеку верхней конечности, шеи, цианозу и пастозности лица с возможным развитием отека мозга [15].

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ КОНТРОЛЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ КАТЕТЕРА

Интраоперационная рентгеноскопия и эндокардиальная ЭКГ

Приведенные выше данные иллюстрируют необходимость применения наиболее надежного способа контроля расположения катетера в венозном русле. Оно может определяться тремя основными способами: под контролем зрения во время рентгеноскопии, с помощью регистрации эндокардиальной электрокардиограммы (ЭКГ) или с использованием внешних анатомических ориентиров. В последнем случае предварительно отмеряется расстояние от места пункции вены до пересечения правого края грудины с III ребром для определения нужной длины катетера, что говорит о невысокой надежности такого варианта и условности контроля [16]. В настоящее время этот способ не применяется.

Внутрисердечная (эндокардиальная) ЭКГ впервые была записана в 1945 г. Lenegre и соавт. [17]. В дальнейшем показана ее определенная диагностическая ценность, что объяснялось невозможностью выполнения интраоперационной рентгеноскопии в тот период времени [12, 18]. У детей применение ЭКГ-контроля ограничено, так как при проведении наркоза анестетики могут оказывать неоднозначное влияние на проводящую систему сердца и вызывать различные нарушения ритма, затрудняющие определение амплитуды зубца Р [17]. Этот метод не получил широкого распространения еще и в связи с отсутствием четко установленных электрокардиографических критериев положения катетера [18].

Наиболее оптимальный вариант контроля — с помощью интраоперационной рентгеноскопии. В 1989 г. он был описан на примере катетеризации центральных вен у 60 пациентов [18]. Его преимущество заключается не только в достоверном и быстром подтверждении катетеризации внутренней ПВ, но и в возможности интраоперационной коррекции проводника катетера при попадании его в притоки последней. Визуальный контроль во время рентгеноскопии позволяет точно расположить дистальный конец катетера в проекции каватриального соединения.

Также описана возможность введения в катетер световода для определения его положения по пятну света от лазера [19, 20]. Возможна локализация положения дистального конца катетера по специфическим химическим (определение газового состава крови) или физическим (измерение венозного, внутрипредсердного и внутрижелудочкового давления) свойствам среды, соответствующим определенному участку сосудистого русла [14, 21]. Но эти методы сложны, требуют применения специальной, редко встречающейся в клиниках аппаратуры и не имеют широкого распространения.

Таким образом, вариабельность расположения дистального конца катетера в венозном русле требует интраоперационного контроля, наиболее эффективным из которых является рентгенологический.

Интраоперационное использование УЗ-аппаратов

Использование УЗ-аппаратов начинается после завершения анестезиологических манипуляций (индукционного наркоза) и укладки головы пациента на сторону, противоположную пункции, непосредственно перед началом вмешательства. УЗ-разметка внутренней ЯВ выполняется после придания больному положения Тренделенбурга (с целью увеличения диаметра вен шеи и профилактики воздушной эмболии со стороны пункции для предотвращения травмы прилежащих анатомических структур и сокращения времени вмешательства) непосредственно перед началом операции. Изменение положение тела пациента после нанесения на кожу разметки сосуда недопустимо. В случае если в этом есть необходимость, УЗ-разметку следует повторить.

При выполнении поиска и разметки вен целесообразно использовать высокочастотный (5–10 МГц) линейный УЗ-датчик небольшого размера, что объясняется малыми размерами шеи у детей, неглубоким залеганием искомых сосудов и

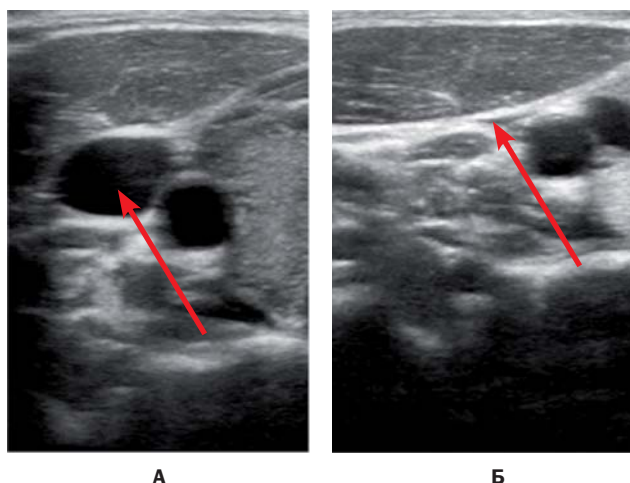


Рис. 3. Ультразвуковое исследование сосудов без надавливания УЗ-датчиком: просвет внутренней яремной вены отчетливо виден (А); после надавливания УЗ-датчиком на область сканирования: спавшийся просвет внутренней яремной вены (показан стрелкой), просвет общей сонной артерии сохранен (Б)

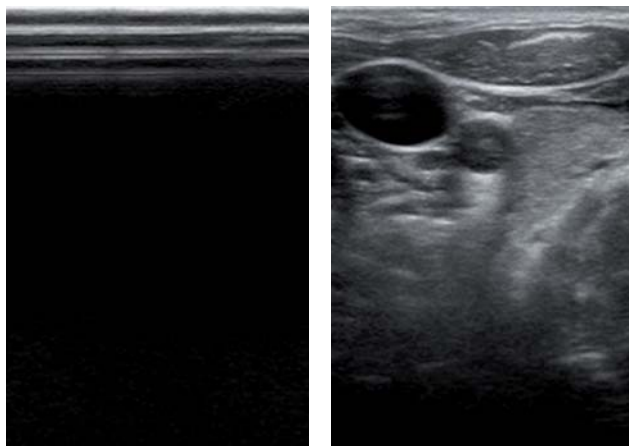


Рис. 4. Ультразвуковое исследование сосудов шеи в D-режиме. Красным окрашена внутренняя яремная вена, синим — общая сонная артерия; гипозоногенное образование справа от общей сонной артерии — киста щитовидной железы

формированием четкого изображения, облегчающего при необходимости идентификацию иглы и контроль ее положения. Сканирование проводится в В-режиме (режим яркости), который наиболее удобен для диагностической визуализации. Для простоты разметки датчик располагается продольно, что позволяет лучше оценить диаметр сосуда и его взаимное расположение с прилежащей артерией. Как нами отмечено ранее, на экране УЗ-аппарата сосуды легко идентифицируются как округлые гипозоногенные (черные) образования. Для верификации вены и артерии хорошо помогает простой прием — надавливание УЗ-датчиком на изучаемую область. При этом видно, как просвет вены спадается, а просвет артерии остается неизменным (рис. 3).

Если позволяют возможности УЗ-аппарата, необходимо сканирование в D-режиме (доплеровском). При этом вена окрашивается в красный цвет, а артерия — в синий: синим цветом окрашиваются потоки, идущие к УЗ-датчику, а красным — от него (рис. 4).

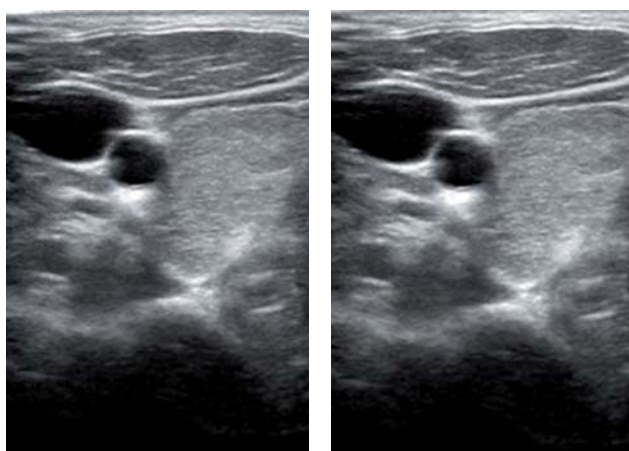
Для предотвращения снижения мощности звуковой волны и ликвидации прослойки воздуха между УЗ-датчиком и кожей пациента не стоит использовать специальный гель для выполнения УЗИ. Хотя он и выпускается стерильным, для предотвращения попадания во время пункции в просвет сосуда необходимо тщательно удалять его с поверхности кожи после завершения УЗ-разметки. Это, в свою очередь, неизбежно приведет к смазыванию нанесенной на кожу линии разметки. Именно поэтому достаточно обильно смочить место контакта кожи и датчика стерильным физиологическим раствором или спиртом (рис. 5, 6).



А Б

Рис. 5. Ультразвуковое исследование без нанесения на датчик специального геля или спирта (А) и с нанесением на датчик геля (Б). На изображении слева (А) видны лишь линии абберрации (А-линии)

Разумеется, применение ультразвуковой техники в момент пункции вены значительно снижает вероятность травмы прилежащей артерии, которая может привести к развитию гематомы, ее последующему инфицированию и затруднению дальнейшей успешной пункции вены с выбранной стороны. Интраоперационный УЗ-контроль применяется нами в сложных случаях: крайне маленький диаметр вен (меньше 0,3 см); эластичная, подвижная венозная стенка, что было отмечено у 7 пациентов (5,9%); интимное взаимное расположение вены и артерии (рис. 7). В этих случаях требуется стерильный чехол, надеваемый на УЗ-датчик. При его отсутствии можно использовать стерильные целлофановые наклейки для перевязки ран. Однако их минусом является малая площадь, что требует применения нескольких наклеек. Другой возможный вариант — надевание стерильной хирургической перчатки на УЗ-датчик. Его недостаток — образование складок резины и, как следствие, образование прослойки воздуха между датчиком и кожей, что существенно понижает



А Б

Рис. 6. Ультразвуковое исследование со смачиванием УЗ-датчика и области исследования спиртом (А) и 0,9% физиологическим раствором (Б)

четкость изображения, поскольку коэффициент ослабления воздуха составляет 4500, то есть происходит быстрое рассеивание УЗ-волн [5, 22].

При проведении динамического УЗИ (то есть пункции сосуда под УЗ-навигацией) игла располагается по центру датчика, ее вводят под углом 45° к поверхности кожи, отступая от датчика на расстояние до середины просвета внутренней ЯВ. Шприц удерживается одной рукой, УЗ-датчик — другой. Продвижение иглы к вене постоянно контролируется на экране УЗ-аппарата. В момент прокалывания венозной стенки в шприце появляется кровь после легкой аспирации. Затем УЗ-датчик убирают, и выполняется катетеризация вены по методике Сельдингера [3, 23].

С помощью УЗ легко выполнить разметку внутренней ЯВ, тогда как визуализация ПВ ограничена из-за большой акустической тени от ключицы.

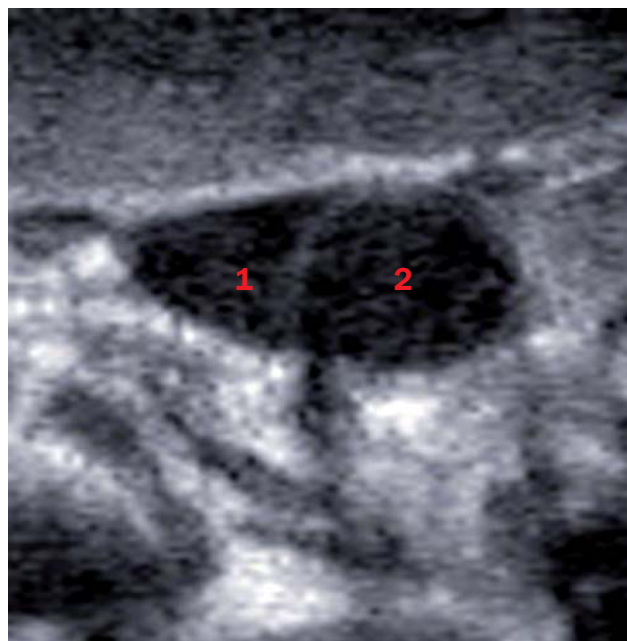


Рис. 7. Интимное расположение сосудов: 1 — внутренняя яремная вена, 2 — общая сонная артерия.

чицы. Иногда удается визуализировать место слияния ПВ и внутренней ЯВ при расположении УЗ-датчика выше ключицы, но в таком положении невозможна пункция ПВ из нижеключичных точек.

Важным моментом является точное расположение внутренней ЯВ во время УЗ-разметки строго по центру датчика, четкое представление ее положения относительно общей сонной артерии (ОСА) и глубины ее залегания, диаметра сосудов: это позволяет осуществить пункцию и катетеризацию внутренней ЯВ максимально быстро и с минимальным риском осложнений.

В большинстве случаев поиск и верификация внутренней ЯВ с помощью УЗ занимает менее 5–10 с. Минимизация затрачиваемого времени крайне важна, поскольку пациенты находятся в наркозе.

Контрольные рентгенологические обследования

Традиционное рентгенологическое исследование органов грудной полости рекомендовано проводить для диагностики осложнений, связанных с кавакатетеризацией [13]. Появление свободного воздуха в плевральной полости (пневмоторакс) может быть следствием травматического разрыва легочной ткани. Методика выполнения заключается в исследовании пациента в положении стоя в прямой проекции — как на глубоком вдохе, так и на глубоком выдохе. На глубоком выдохе при наличии слабовыраженного пневмоторакса из-за подъема купола диафрагмы уменьшается объем плеврального пространства, и увеличивается давление небольшого количества заключенного там воздуха, оттесняющего край легких от грудной стенки [24]. Для выявления минимального количества газа в плевральной полости на стороне катетеризации на глубоком выдохе традиционное рентгенологическое исследование возможно только у детей старше 5 лет. Легочный рисунок в основном отображает артериальные и венозные сосуды малого круга кровообращения. К периферии легочный рисунок ослабляется из-за уменьшения числа и калибра сосудов. Рентгенологически при небольшом пневмотораксе определяется узкая зона низкой плотности вдоль грудной стенки с отсутствием в ее проекции теней сосудов. Рентгенологическое исследование органов грудной полости в боковой проекции для выявления пневмоторакса менее информативно, т.к. изображения обоих легких суммируются в виде единого легочного поля, ограниченного сзади грудным отделом позвоночника, а спереди — грудиной [5]. При травматическом повреждении легочной ткани возможно скопление воздуха в подкожной клетчатке грудной стенки, развитие эмфиземы мягких тканей над- и подключичных областей и шеи. При этом мягкие ткани на рентгенограмме увеличены в объеме, нарушена их дифференцировка с наличием тонких линейных участков просветления (отображение воздуха в межмышечных прослойках), придающих мышцам перистый вид.

Назначение МСКТ в диагностических сложных случаях полностью оправдано из-за значительно большей, чем у рентгенографии, разрешающей способности метода [5]. К основным достоинствам МСКТ в визуализации и оценке состояния мягких тканей шеи, сосудистого русла над- и подключичных областей, положения порт-системы относятся быстрота получения изображений, послойный (томографический) характер изображений, получение изображения в различных плоскостях, высокое пространственное и временное разрешение. МСКТ не имеет абсолютных противопоказаний к своему использованию (кроме ограничений, связанных с ионизирующей радиацией) и может применяться для скрининга, неотложной и уточняющей диагностики. Недостатками МСКТ считаются относительно высокая (по сравнению с рентгенографией) лучевая

нагрузка, возможность появления артефактов от плотных структур, движений; относительно невысокое мягкотканное контрастное разрешение.

Основными задачами постпроцессинга КТ-изображений после кавакатетеризации и наличия порт-системы у пациента являются улучшение оценки пространственных взаимоотношений органов и структур, наглядное представление КТ-данных (коммуникация с врачами других специальностей, выступление с презентациями, обучение), специальные клинические приложения для улучшения диагностики заболеваний [25–27].

Одним из основных видов постпроцессинговой обработки КТ-изображений является мультипланарная реконструкция. Для изотропической визуализации ЦВК необходимы тонкие аксиальные КТ-срезы (2 мм). Постпроцессинг изображений расширяет возможности КТ-диагностики и визуального представления информации. Аксиальные КТ-изображения и получаемые из них мультипланарные реконструкции являются двухмерными. Отличие 3D-изображений от 2D заключается не только в появлении третьего измерения — глубины, но и в возможности осмотреть 3D-модель со всех сторон либо заглянуть внутрь нее. Для описания процесса получения и визуализации трехмерных объектов в компьютерной графике и медицине применяют термин «трехмерный рендеринг» (от англ. rendering — представление, изображение, передача). 3D-рендеринг использует специальные компьютерные алгоритмы для трансформации 2D-изображений в реалистичное объемное представление объекта — его виртуальную модель. В этом отношении КТ-визуализация не отстает от современных компьютерных технологий виртуальной реальности [25–27]. Общим недостатком 3D-реконструкций является ненадежность, а порой и невозможность измерения в трехмерном пространстве плотностей и расстояний, поскольку алгоритм рендеринга оказывает существенное влияние на способ представления и пространственные взаимоотношения структур. Еще один недостаток — операторозависимость 3D-изображений, то есть результат работы конкретного человека. В процессе обработки может быть потеряна часть важной диагностической информации, либо создано ложное впечатление об определенных свойствах объектов. Поэтому 3D-изображения в большинстве случаев не предназначены для целей диагностики, их главная цель — наглядное представление информации. Интерпретировать полученные данные необходимо с осторожностью и всегда совместно с аксиальными КТ-изображениями [25–27].

С помощью КТ и МРТ с применением внутривенного контрастирования возможно получение диагностической информации о состоянии сосудистого русла и вариантов его развития в области шеи, лимфатических узлов, недоступных пальпации; наличии изменений в мышцах шеи (гематомы, воспалительные процессы, повреждения мышц) и околоключич-

ной области; состоянии шейного и грудного отделов позвоночника, костей верхней апертуры грудной клетки и костей, образующих верхний плечевой пояс.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Авторами статьи на основании анализа данных УЗИ более 500 пациентов было отмечено 5 основных вариантов взаимного расположения внутренней ЯВ и ОСА:

- 1) внутренняя ЯВ расположена поверхностнее и латеральнее ОСА (66,1%);
- 2) внутренняя ЯВ расположена над ОСА (17,8%);
- 3) внутренняя ЯВ расположена глубже и медиальнее ОСА (8,5%);
- 4) внутренняя ЯВ расположена под ОСА (2,6%);
- 5) внутренняя ЯВ расположена на одном уровне с ОСА (5%).

Многообразие описанных вариантов иллюстрирует необходимость применения УЗИ для визуализации сосудов, тогда как использование для этого анатомических ориентиров нецелесообразно.

Наиболее часто глубина залегания внутренней ЯВ составляла 1–3 см (66,2%). Поверхностное расположение внутренней ЯВ (на глубине менее 1 см) встречалось лишь в 5,9% случаев, глубокое (3–5 см) — в 27,9%. Наш опыт показывает, что глубокорасположенные вены хотя и сложнее пунктировать, но проще катетеризировать, поскольку большая глубина залегания способствует лучшей фиксации иглы в просвет сосуда и облегчает заведение в нее проводника катетера.

Интересна статистика размеров внутренней ЯВ. Диаметр менее 0,3 см определялся у 4,2% пациентов, от 0,3 до 0,6 см — у 28,9%, от 0,7 до 1 см — у 50%, свыше 1 см — у 20 (16,9%). Придание пациентам положения Тренделенбурга во всех случаях значительно (на 75–100%) увеличивало диаметр внутренней ЯВ, что облегчало катетеризацию.

Приведем примеры интраоперационных осложнений, возникших при установке подключичного катетера без использования УЗИ и рентгенологического оборудования:

- 1) многократные попытки пункции ПВ (33,7%);
- 2) пневмоторакс (1,98%);
- 3) травмы грудного лимфатического протока и правого лимфатического протока с развитием лимфореей из области стояния подключичного катетера (1,1%);
- 4) непреднамеренная пункция прилежащей подключичной артерии (10,2%);
- 5) затруднения при проведении в ПВ проводника (30,2%);

6) попадание дистального конца катетера во внутреннюю ЯВ против тока крови (19,7%);

7) попадание дистального конца катетера в ПВ на противоположной стороне (0,82%);

8) прохождение катетера сквозь ткань легкого: при этом развития пневмоторакса отмечено не было, и дистальный конец катетера находился во внутренней ПВ (0,17%);

9) непреднамеренная установка катетера через подключичную артерию в аорту (0,49%).

Примеры интраоперационных осложнений, возникших при имплантации венозных порт-систем с использованием УЗИ и рентгенологического оборудования:

1) непреднамеренная пункция ОСА при пунктировании внутренней ЯВ (4,2%);

2) попадание дистального конца проводника во внутреннюю ЯВ против тока крови (14,4%);

3) попадание дистального конца проводника в ПВ на стороне пункции (7,6%);

4) затруднения при попытке проведения проводника во внутреннюю ЯВ после ее успешной пункции (9,3%);

5) попадание катетера порта во внутреннюю ЯВ против тока крови во время выполнения имплантации с использованием ЭКГ-контроля (1,7%).

В то же время многое зависит и от опыта врача. Так, по данным литературы, граница, после которой у специалиста появляется некоторый опыт, снижающий количество осложнений, отмечена еще в 1986 г. на цифре 50: частота осложнений у врача, выполнившего свыше 50 катетеризаций, примерно в два раза ниже, чем у его коллег с меньшим опытом [28–30].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, полученные нами результаты показывают, что для любой клиники, занимающейся лечением детей с онкологическими заболеваниями, необходима перечисленная современная аппаратура: УЗИ и рентгеновские аппараты, электронно-оптические преобразователи, МСКТ, МРТ, а также специалисты с соответствующей для ее использования квалификацией. Более того, современная аппаратура необходима не только для диагностики и лечения, но и для создания венозного доступа.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки / конфликта интересов, который необходимо обнаружить.

ЛИТЕРАТУРА

1. Модернизация здравоохранения: новая ситуация и новые задачи. Под ред. И.М. Шеймана, С.В. Шишкина. М.: Дело РАНХиГС. 2014. 232 с.
2. Попов С.Д., Трушко К.А. Способ венепункции. *Анест. и реаниматол.* 1994; 1: 63.
3. Нобль В.Е., Нельсон Б., Сутингко А.Н. УЗИ при неотложных и критических состояниях: пер. с англ. М.: Мед. лит. 2009. 240 с.
4. Бережанский Б.В. Оптимизация фармакотерапии и профилактики инфекций, связанных с центральным

- венозным катетером в отделениях реанимации и интенсивной терапии. Автореф. дис. ...канд. мед. наук: 14.00.25, 14.00.37. Смоленск. 2008. 22 с.
5. Терновой С.К., Сеницын В.Е. Лучевая диагностика и терапия: учебное пособие. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2010. 304 с.
 6. Petzoldt R. Ultrasound-guided puncture of the subclavian vein. *ICM*. 1980; 7: 39–40.
 7. Milling T.J., Rose J., Briggs W.M. et al. Randomized, controlled clinical trial of point-of-care limited ultrasonography assistance of central venous cannulation. *Critical Care Medicine*. 2005; 33: 1764.
 8. Hilty W.M., Hudson P.A., Levitt M.A. Real-time ultrasound-guided femoral vein catheterization during cardiopulmonary resuscitation. *Ann Emerg Med*. 1997; 29 (3): 331.
 9. Walder B., Pttet D. Prevention of bloodstream infections with central venous catheters treated with anti-infective agents depends on catheter type and insertion time: evidence from a meta-analysis. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2002; 23: 748–756.
 10. Послеоперационные инфекционные осложнения. Под ред. Н.В. Дмитриевой, И.Н. Петуховой. М.: Практическая медицина. 2013. 424 с.
 11. Быков М.В., Айзенберг В.Л., Кутузова И.В. Ультразвуковое исследование перед катетеризацией центральных вен у детей. *Вестник интенсивной терапии*. 2005; 4: 62.
 12. Wilson S.E. Vascular access. Principles and practice. 5th ed. USA, Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins. 2010. 317 p.
 13. Горенштейн А.И., Поплавский К.Е., Воронина Г.М., Кулаков Н.А. Рентгенодиагностика осложнений при катетеризации подключичной вены у детей. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 1978; 2: 64–67.
 14. Новожилов В.А. Электрокардиологический контроль при пункционной катетеризации подключичной вены. *Вестник хирургии*. 1982; 3: 139–140.
 15. Марочков А.В. Судорожный синдром как осложнение пункционной катетеризации подключичной вены у детей. *Педиатрия*. 1986; 12: 56–57.
 16. Буйденко Ю.В., Мещеряков А.А., Бредер В.В. и др. Имплантируемые инфузионные системы для длительного венозного доступа в онкологии. *Вестник Московского онкологического общества. Протоколы заседаний Московского онкологического общества*. 2010. С. 11–13.
 17. 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: 46–48.
 18. Цыганков В.Н. Электрофизиологические критерии внутрисосудистой электрокардиографии в оценке положения внутрисосудистых катетеров. Автореф. дис. ...канд. мед. наук: 14.00.37, 14.00.16. М., 2002. 111 с.
 19. Израилев А.И., Ташев Х.Р. Применение лазера при катетеризации подключичной вены. *Клиническая хирургия*. 1993; 4: 63–64.
 20. Шишкин С.А. Методы контроля нахождения катетера при катетеризации подключичной вены. *Клиническая хирургия*. 1991; 12: 48–49.
 21. Hansen E., Kuts N., Keyl C., Taeger K. Checking CVC position by means of ECG monitoring via the guide-wire. Lecture presented at DAK. *Hamburg*. 1997, Apr. P. 43–51.
 22. Быков М.В. Ультразвуковые исследования в обеспечении инфузионной терапии в отделениях реанимации и интенсивной терапии. Тверь: ООО «Издательство «Триада». 2011. 36 с.
 23. Ирвин Р., Риппе Дж., Керли Ф., Херда С. Процедуры и техники в неотложной медицине: пер. с англ. М.: Бином. 2013. 392 с.
 24. Захарова Е.В. Ультразвуковое исследование в комплексной лучевой диагностике злокачественных опухолей средостения у детей. Автореф. дис. ...канд. мед. наук: 14.01.13. М., 2008.
 25. Федоров В.Д., Кармазановский Г.Г., Цвиркун В.В. и др. Новые возможности спиральной компьютерной томографии: планирование некоторых видов лечения (виртуальная симуляция лучевой терапии, хирургическая навигация). *Виртуальная хирургия. Мед. визуализация*. 2000; 2: 15–18.
 26. Goldin J.G., Brown M.S., Petkovska I. Computer-aided diagnosis in lung nodule assessment. *J Thorac Imaging*. 2008; 23 (2): 97–104.
 27. Wintermark M., Sincic R., Sridhar D. et al. Cerebral perfusion CT: technique and clinical applications. *J Neuroradiol*. 2008; 35 (5): 253–260.
 28. Галтьеи И., Делле И., Сиперли М., Томсон Д. Катетеризация подключичной вены: ультразвуковой контроль позволяет менее опытным врачам добиться лучших результатов. *Вестник интенсивной терапии*. 2006; 4: 24–30.
 29. Кровообращение и анестезия. Оценка и коррекция системной гемодинамики во время операции и анестезии. Под ред. проф. К.М. Лебединского. СПб.: Человек. 2012. 1076 с.
 30. Sznajder J.L., Zveibil F.R., Bitterman H. et al. Central vein catheterization: failure and complication rates by three percutaneous approaches. *Arch Intern Med*. 1986. P. 259–261.

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Рыков Максим Юрьевич, кандидат медицинских наук, научный сотрудник отделения опухолей опорно-двигательного аппарата НИИ ДОГ ФГБНУ «РОНЦ им. Н.Н. Блохина»

Адрес: 115478, Москва, Каширское ш., д. 24, **тел.:** +7 (916) 187-52-61, **e-mail:** wordex2006@rambler.ru

Кириллова Ольга Александровна, врач рентгенодиагностического отделения НИИ ДОГ ФГБНУ «РОНЦ им. Н.Н. Блохина»

Адрес: 115478, Москва, Каширское ш., д. 24.

Поляков Владимир Георгиевич, академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора НИИ ДОГ ФГБНУ «РОНЦ им. Н.Н. Блохина», заведующий отделением опухолей головы и шеи, заведующий кафедрой детской онкологии ГБОУ ДПО «РМАПО» МЗ РФ

Адрес: 115478, Москва, Каширское ш., д. 24, **e-mail:** vgp-04@mail.ru