

Осложнения при постановке и эксплуатации центральных венозных катетеров

А.Б. Сугак¹, В.В. Щукин^{1,2}, А.Н. Константинова¹, Е.В. Феоктистова¹

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева» Минздрава России, Москва

² ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва

Центральные венозные катетеры (ЦВК) широко используют у пациентов с рядом тяжелых заболеваний для проведения полного парентерального питания, химиотерапии, длительной антибиотикотерапии, гемодиализа, при лечении в отделениях интенсивной терапии, регулярных заборах крови для анализа. ЦВК значительно облегчают медикам ведение таких пациентов и улучшают качество их жизни, однако могут быть источником различных осложнений – венозных тромбозов, катетер-ассоциированных инфекций, повреждений прилежащих органов. В последние три десятилетия благодаря совершенствованию конструкции устройств венозного доступа и прогрессу в области визуализационных технологий значительно увеличилась частота успешных постановок ЦВК и снизилось количество связанных с ними осложнений. В обзоре освещены механизмы возникновения, клинические проявления, методы диагностики и лечения, а также способы предотвращения наиболее часто встречающихся и некоторых редких осложнений, которые могут возникать в процессе постановки и при эксплуатации ЦВК.

Ключевые слова: центральный венозный катетер, осложнения, диагностика, лечение

Сугак А.Б. и соавт. Вопросы гематологии/онкологии и иммунопатологии в педиатрии, 2019; 18 (1): 127–139.

DOI: 10.24287/1726-1708-2019-18-1-127-139

Контактная информация:

Сугак Анна Борисовна, д-р мед. наук, врач ультразвуковой диагностики, отделение ультразвуковой диагностики НМИЦ детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева Минздрава России.
Адрес: 117997, Москва, ГСП-7, ул. Саморы Машела, 1
E-mail: sugak08@mail.ru

Complications of central venous catheters insertion and exploitation

A.B. Sugak¹, V.V. Shchukin^{1,2}, A.N. Konstantinova¹, E.V. Feoktistova¹

¹ Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology, Immunology Ministry of Healthcare of Russian Federation, Moscow

² Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow

Central venous catheters (CVC) are commonly used in patients with a number of serious diseases for total parenteral nutrition, chemotherapy, long-term antibiotic therapy, hemodialysis, treatment in intensive care units, regular blood sampling. CVC greatly facilitate the management of such patients and improve their quality of life, however, they can be a source of various complications – venous thrombosis, catheter-associated infections, damage to the adjacent organs. Over the past three decades advances in the venous access devices and visualization technologies has significantly increased the success of the CVC insertions and decreased the frequency of complications. The review highlights the mechanisms of occurrence, clinical manifestations, methods of diagnosis and treatment, and ways of preventing both the most common and some rare complications that may occur during the insertion and exploitation of CVC.

Key words: central venous catheter, complications, diagnostics, treatment

Sugak A.B., et al. Pediatric hematology/oncology and immunopathology, 2019; 18 (1): 127–139.

DOI: 10.24287/1726-1708-2019-18-1-127-139

© 2019 by NMRC PHOI

Correspondence:

Anna B. Sugak, MD, PhD, doctor of ultrasound diagnostics, Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology, Immunology Ministry of Healthcare of Russian Federation.
Address: Russia 117997, Moscow, Samory Mashela st., 1
E-mail: sugak08@mail.ru

Постоянный венозный доступ требуется при ведении пациентов с рядом тяжелых заболеваний, которым необходимы полное парентеральное питание, химиотерапия, длительная антибиотикотерапия, гемодиализ, лечение в отделениях интенсивной терапии, регулярные заборы крови для анализа. В 1980-х годах для этих целей начали использовать центральные венозные катетеры (ЦВК), что значительно облегчило медикам лечение таких пациентов и улучшило качество их жизни, позволяя избежать повторных венепункций, сопровождающихся болью и психологической травмой [1–3]. Однако,

имея бесспорные преимущества, венозные катетеры могут быть источником различных, в том числе опасных для жизни, осложнений – венозных тромбозов, катетер-ассоциированных инфекций, повреждения прилежащих органов. Развитие визуализационных методов, совершенствование техники венозного доступа и конструкций самих катетеров снизили частоту и изменили спектр возможных осложнений. До применения визуализационного контроля при установке ЦВК частота осложнений в раннем периоде составляла до 19%, а в результате широкого использования ультразвука и рентгеноскопии снизилась

до 4–7% [2, 4, 5]. Тем не менее по-прежнему актуальны вопросы предотвращения, ранней диагностики и лечения осложнений, связанных с установкой и эксплуатацией ЦВК.

Типы ЦВК. Все ЦВК разработаны таким образом, чтобы их дистальный конец находился в месте впадения верхней полой вены (ВПВ) в правое предсердие – в центральной венозной системе [6]. ЦВК делят на нетуннелируемые и туннелируемые катетеры, порт-системы, периферически имплантируемые центральные катетеры и катетеры для афереза или диализа [3, 6, 7]. Нетуннелируемые катетеры используют для краткосрочной терапии при операциях или в отделениях интенсивной терапии; туннелируемые ЦВК – в случаях терапии средней и большой продолжительности – для полного парентерального питания, химиотерапии. Гемодиализные катетеры имеют большой калибр с множеством отверстий, расположенных в шахматном порядке, для обеспечения большей скорости потока и предотвращения потока в обратном направлении. Порт – полностью имплантируемая система для венозного доступа: камера, имплантируемая в подкожные ткани, присоединяется к катетеру; доступ к камере осуществляется чрескожно с помощью иглы Губера. Порты, как правило, используют для периодической терапии: инфузии антибиотиков при муковисцидозе, инфузии факторов крови при гемофилии.

Рекомендации по технике постановки и положению конца ЦВК. Руководства по обеспечению венозного доступа рекомендуют проводить катетеризации вен под визуальным контролем с помощью ультразвукового исследования (УЗИ), рентгеноскопии и под контролем ЭКГ [3, 8]. Ультразвуковой контроль при катетеризации внутренней яремной вены (ВЯВ) снижает частоту таких осложнений, как пункция артерии, множественные попытки катетеризации и пневмоторакс, уменьшает продолжительность процедуры постановки [9, 10]. УЗИ повышает частоту успешных катетеризаций, позволяя избежать пункции непригодных для этого вен (гипоплазированных, стенозированных или тромбированных). Рентгеноскопия помогает при определении длины ЦВК и точного расположения его конца. Частота успешных постановок ЦВК под визуализационным контролем достигает 99,2% [11].

Оптимальная позиция конца ЦВК до сих пор остается спорным вопросом. Согласно рекомендациям конец катетера следует располагать в области нижней трети ВПВ [12] либо в области cavo-atriального соединения во избежание перфорации миокарда и тампонады сердца [13]. Однако существуют преимущества и при расположении конца ЦВК в верхней трети правого предсердия – при этом обеспечивается более высокая скорость потока и значительно уве-

личивается срок службы катетера, снижается риск развития тромбов на конце катетера и венозных стенозов по сравнению с более высоким расположением конца катетера в ВПВ [14].

Классификация осложнений, возникающих при постановке и эксплуатации ЦВК. Традиционно осложнения классифицируют по времени их возникновения: ранние осложнения возникают в период между постановкой катетера и первым его использованием, поздние – в последующий период [4, 5].

Факторы риска, предрасполагающие к развитию осложнений при постановке катетера: лучевая терапия или хирургические вмешательства в области венозного доступа, предшествующие постановке ЦВК; отсутствие опыта у оператора; ожирение; гиповолемия или отечный синдром у пациента; множественные попытки постановки ЦВК [3, 7]. При одной попытке пункции вероятность неудачи составляет 1,6%; при двух попытках – 10,2%; при трех и более – 43,2% [15]. Общая частота ранних осложнений при постановке ЦВК – 4,5% [15]. Наиболее частые осложнения: пневмоторакс, мальпозиция конца ЦВК и пункция артерии [16].

Ранние осложнения

Повреждение (пункция) артерии. Использование ультразвукового контроля значительно снизило частоту этого осложнения, позволив визуализировать сосудистую анатомию непосредственно во время постановки ЦВК. Пункции артерии до сих пор случаются с частотой менее 1% вследствие недостатка опыта оператора, сложной анатомии вен и трудностей, связанных с размером тела пациента [17]. Частота пункции артерии выше при пункции бедренной и ВЯВ, чем подключичной вены [16, 18]. Пункции артерии при катетеризации обычно бессимптомны, но около 30% из них могут иметь проявления в виде гематомы и гемоторакса при массивном кровотечении, а также неврологических нарушений в результате эмболизации и тромбоза при поздней диагностике [18]. Как только обнаружены признаки пункции артерии (появление алой крови, пульсирующий поток через иглу) или если на рентгеноскопии обнаружено расположение проводника в артерии, использование доступа должно быть прекращено, проводник или игла – удалены, а место пункции необходимо сдавить до остановки кровотечения. Если катетер уже установлен, достаточно его удалить и наложить давящую повязку на место пункции. Однако, если использовали катетер большого диаметра или катетер находился в артерии длительное время, может потребоваться более сложное вмешательство вплоть до хирургического. В таких случаях катетер не следует удалять, пока не разработан план лече-

ния, поскольку сам катетер может выступать в качестве тампонады места повреждения [5, 7].

Артериовенозные фистулы и псевдоаневризмы. Эти осложнения могут возникнуть как в раннем периоде, так и спустя продолжительное время. Артериовенозные фистулы возникают в результате первичного повреждения стенки артерии во время постановки катетера или в отдаленные сроки в результате эрозии прилежащей артерии венозным катетером [5]. Псевдоаневризмы могут быть бессимптомны или проявляются как болезненная пульсирующая масса с отеком окружающих тканей. Артериовенозные фистулы устраняют постановкой спирали или стента в место соединения сосудов. Псевдоаневризмы лечат консервативно, выполняя компрессию под ультразвуковым контролем, либо инвазивно – введением тромбина или постановкой спирали (обычно у взрослых). Хирургическое лечение показано редко.

Пневмоторакс и пневмомедиастинум. Пневмоторакс, пневмомедиастинум и/или гемоторакс наиболее часто возникают при постановке венозного катетера в подключичную вену вследствие непосредственной пункции париетальной плевры кончиком иглы или венозным расширителем. После введения в клиническую практику ультразвукового контроля при постановке ЦВК частота этого осложнения значительно уменьшилась и составляет около 1% [5, 19]. Пневмоторакс диагностируют с помощью УЗИ во время постановки катетера либо с помощью рентгеноскопии и КТ грудной клетки (рисунки 1 А). Исключение составляют случаи, когда пневмоторакс имеет значимые размеры и когда у пациента имеются респираторные нарушения по другим причинам; у по-

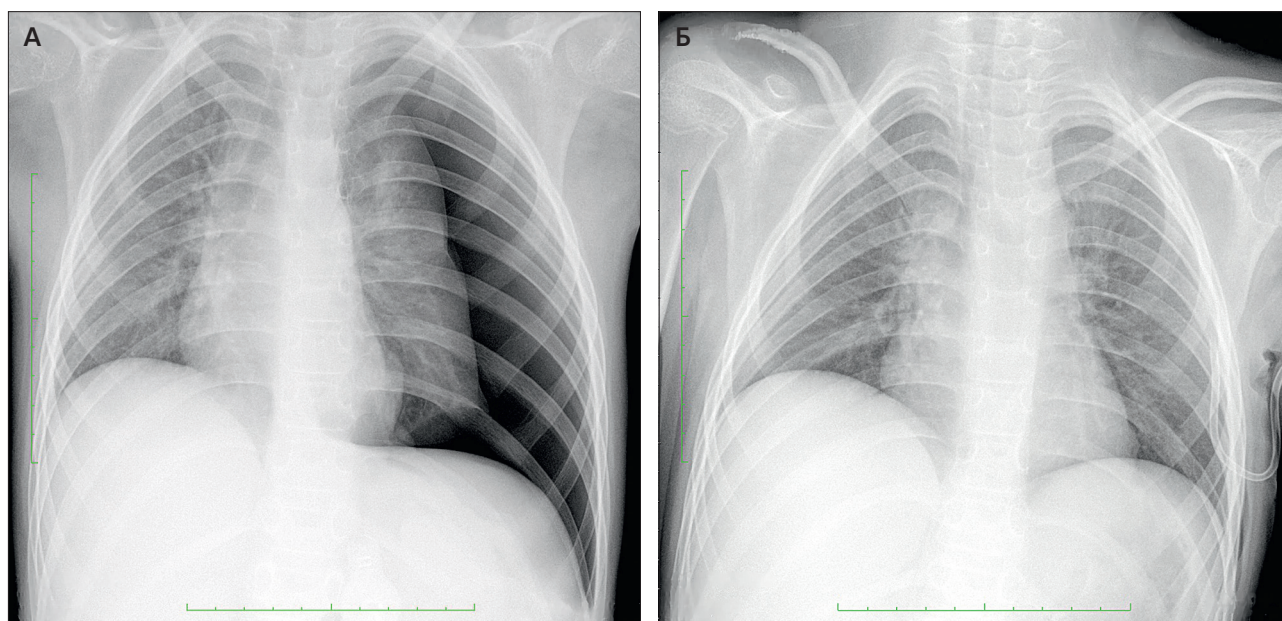
давляющего большинства пациентов симптоматика отсутствует. Тактика ведения пневмоторакса зависит от клинических проявлений. Цель лечения – удалить воздух из плевральной полости. Если у пациента нет клинических симптомов, он гемодинамически стабилен и пневмоторакс составляет менее 15% объема легкого, его ведут консервативно подачей 100%-го кислорода через маску. Однако, если у пациента имеются тахипноэ, тахикардия, гипотензия и невозможно поддерживать уровень оксигенации подачей 100%-го кислорода (как при напряженном пневмотораксе), следует провести торакостомию с постановкой дренажа (рисунки 1 Б).

Хилоторакс (хилоперикард). Редко в результате венозного застоя и повреждения лимфатических протоков при постановке ЦВК могут развиваться хилоторакс и хилоперикард. Катетеризация внутренней яремной и подключичной вен с левой стороны сопровождается большим риском повреждения лимфатических сосудов, связанным с анатомическим расположением грудного протока, однако это осложнение отмечается и при проведении венозного доступа справа. Для устранения повреждения лимфатических сосудов применяют оксид азота, торакоскопическое наложение фибринового клея и чрескожную установку спирали. Перед применением инвазивных методов лечения следует предпринять попытку ведения этого осложнения с помощью полного парентерального питания или энтерального питания с низким содержанием жира [18, 20].

Кровотечение (гематома). Кровотечение различной степени выраженности из места постановки катетера может наблюдаться у пациентов с ге-

Рисунок 1

Рентгенограммы грудной клетки пациента: А – пневмоторакс слева в результате повреждения плевры при постановке ЦВК; Б – купирование пневмоторакса постановкой плеврального дренажа (собственные данные)



матологическими заболеваниями, коагулопатиями и у пациентов, получающих терапию гепарином (рисунки 2). Во избежание этого рекомендуется проводить плановую постановку ЦВК при уровне тромбоцитов более 75×10^9 г/л. Однако при осторожном обращении с иглами и проводниками возможна постановка центральных и периферических катетеров по экстренным показаниям при уровне тромбоцитов менее 50×10^9 г/л [3, 5]. Частота развития гематом при постановке ЦВК с радиологическим контролем составляет от 0,5 до 4,7% [7, 19]. Продолжительное, но легкое сдавливание обычно уменьшает размер гематомы и останавливает дальнейшее кровотечение. В некоторых случаях для остановки кровотечения может понадобиться коагуляционная гемостатическая губка. Гематомы, возникающие в месте пункции, в большинстве случаев небольшие и клинически не значимые. Однако, если появляются клинические симптомы, следует использовать холод и гемостатические препараты до остановки кровотечения. Убедившись, что гематома не увеличивается, следует наложить теплый компресс и назначить нестероидные противовоспалительные препараты. Следует иметь в виду, что у пациентов в критическом состоянии гематомы могут инфицироваться и приводить к развитию абсцессов. Очень редко крупные гематомы требуют хирургического удаления – дренирования или аспирации [5, 7, 20].

Аритмия. Аритмия может возникать во время постановки ЦВК в результате непосредственного контакта проводника со стенкой правого предсердия.

Рисунок 2

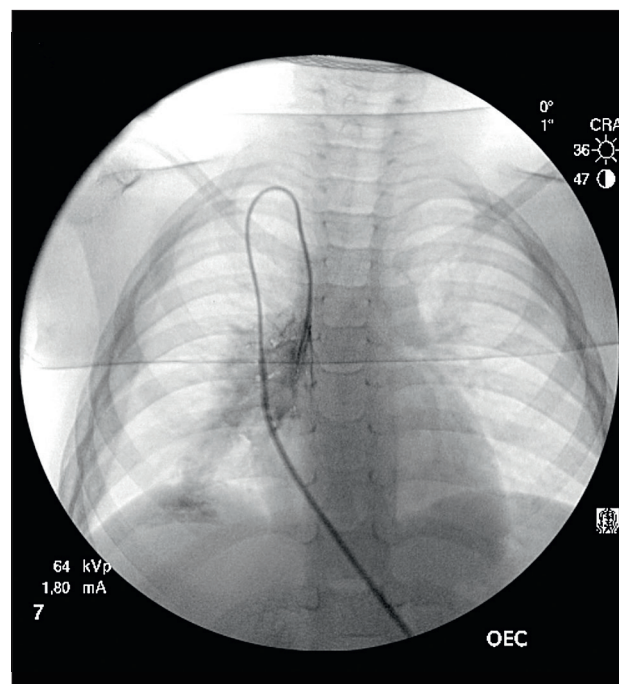
Крупная подкожная гематома у пациента как результат повторных попыток постановки ЦВК (собственные данные)



Как правило, это доброкачественные и бессимптомные преждевременные сокращения желудочков, которые встречаются менее чем в 1% случаев. Если проводник или катетер постоянно находится вблизи атриовентрикулярного узла, расположенного рядом с трикуспидальным клапаном, у пациента может развиться суправентрикулярная тахикардия. Это тахикардия с укорочением комплекса QRS, клинически она проявляется учащенным сердцебиением, головокружением, диспноэ и болями в груди. В редких случаях может произойти полная блокада и остановка сердца [18]. У детей расстояние между устьем ВПВ и трикуспидальным клапаном мало, и риск возникновения нарушений ритма выше, если конец катетера находится в правом предсердии и скользит вверх-вниз в камере при движениях пациента. Нарушений ритма можно избежать, располагая проводник и конец катетера не ниже верхней части правого предсердия. Если у пациента в анамнезе были преждевременные желудочковые сокращения, проводник/катетер следует располагать в просвете ВПВ. Коррекция положения конца катетера обычно разрешает ситуацию. При возникновении тахикардии сначала следует провести вагусные маневры: кашель, пробу Вальсальвы, массаж каротидного синуса, положить на лицо холодное мокрое полотенце. Если пациент не восстанавливает ритм после стимуляции блуждающего нерва, в дополнение к коррекции положения или удалению катетера следует провести внутривенное введение амиодарона [5, 7, 20]. В тяжелых случаях может потребоваться электрическая стимуляция.

Рисунок 3

Экстравазация контраста в плевральную полость при проведении рентгенографии с контрастированием у пациента с повреждением стенки вены и плевры (собственные данные)



Воздушная эмболия. Воздушная эмболия может произойти во время постановки катетера в вену в интервале между удалением расширителя и расслаиванием оболочки расщепляемого интрадьюсера, а также по неосторожности в результате попадания пузырьков воздуха при промывании катетера или введении гепарина. Отрицательное внутригрудное давление во время вдоха может втянуть воздух в просвет катетеризированной вены. Это осложнение встречается с частотой до 0,8% [7, 11]. Воздушные эмболы могут быть обнаружены прямой визуализацией при рентгеноскопии грудной клетки, по звуковому рисунку воздуха в сосуде при доплеровском исследовании или на основании внезапной десатурации. У пациентов с небольшой эмболией, как правило, нет клинических проявлений. Большие эмболы могут достигнуть легочной артерии и привести к гипоксии, что сопровождается кашлем, бронхоспазмом, тахипноэ и тахикардией. Осложнение может быть предотвращено быстрым сжатием оболочки катетера или удалением расширителя и проводника во время глубокого вдоха или устойчивого выдоха пациента. Если воздушная эмболия проявляется клинически, пациента следует немедленно расположить в левой латеральной декубитальной позиции для предотвращения дальнейшего движения пузырьков воздуха к легочной артерии и образования воздушной пробки. Это позволяет потоку крови двигаться через левую ветвь легочной артерии к легким, при этом большая часть воздуха смещается в латеральную часть правого предсердия и в правое легкое. Этот маневр

может быть неэффективен, если левое легкое отсутствует или значительно повреждено. При повышении давления в правых отделах сердца возможны более серьезные последствия при смещении воздуха через овальное окно в большой круг кровообращения. Пациенту дают 100%-й кислород через лицевую маску и внимательно за ним наблюдают до тех пор, пока витальные функции не придут в исходное состояние. Небольшая воздушная эмболия обычно разрешается самостоятельно в течение нескольких минут, однако массивная воздушная эмболия ассоциируется с брадикардией, тяжелыми осложнениями и смертностью в 23–50% случаев [4, 21]. В тяжелых случаях для реабсорбции воздуха может потребоваться гипербарическая оксигенация [5, 7, 20].

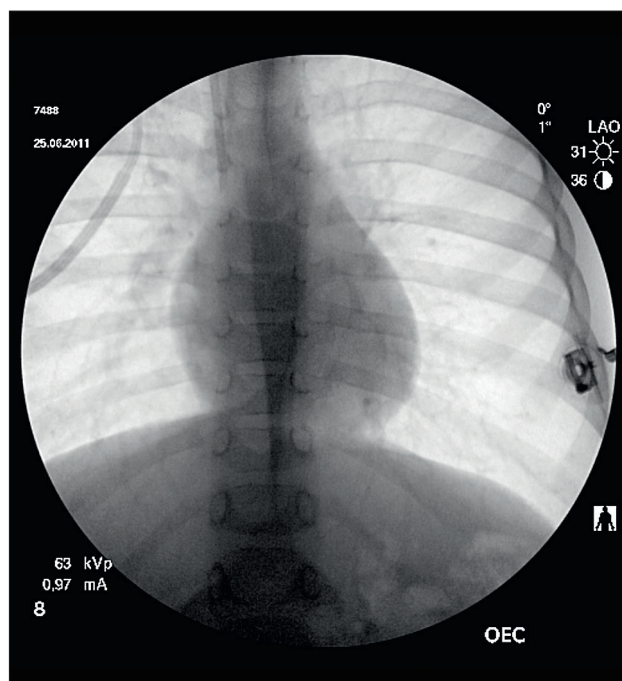
Повреждение центральных вен или правого предсердия. Крайне редко во время катетеризации может произойти разрыв вен средостения, ВПВ или правого предсердия вследствие травмы концом расширителя или проводника. Если проводник или расширитель изначально виден в просвете сосуда, а затем обнаруживается в экстравазальном пространстве, следует предположить разрыв вены (рисунки 3). УЗИ или рентгенография может подтвердить наличие гемоперикарда (рисунки 4) – это показание к немедленному хирургическому вмешательству, которое может варьировать от прямого ушивания дефекта до комплексной реконструкции сосудов аутологичными тканями или бычьим перикардом. Частота смертельного исхода в таких случаях очень высока. Этого катастрофического осложнения можно избежать при осторожном обращении с оборудованием и внимательном рентгеноскопическом наблюдении за проводником, введением и удалением расщепляемого интрадьюсера во время постановки [17]. Для уточнения диагноза используют рентгеновское исследование, КТ или МРТ с контрастированием. Если не произошло выраженной экстравазации и большого скопления жидкости, как правило, достаточно наблюдения и коррекции дефицита свертывания [5, 20].

Повреждение нервов. При катетеризации центральных вен крайне редко могут быть повреждены нервы: плечевое сплетение, симпатические узлы, диафрагмальный и возвратный гортанный нервы с параличом голосовых связок. Возможные механизмы их повреждения: прямая травма иглой или расширителем, сдавление периневральной гематомой, тромбом или фиброзом [22]. Нервная проводимость после повреждения восстанавливается в течение 6–12 мес. [7, 20].

Мальпозиция ЦВК. При катетеризации ВЯВ конец катетера может попасть в несколько вен – в *v. azygos*, противоположную брахиоцефальную вену, НПВ; при катетеризации подключичной вены – в противоположную брахиоцефальную вену, ВЯВ, наружную яремную

Рисунок 4

Шарообразный контур сердца на рентгенограмме грудной клетки у пациента с гемоперикардом вследствие перфорации миокарда проводником при постановке ЦВК (собственные данные)



и позвоночную вены (рисунк 5) [23]. При катетеризации бедренным доступом возможна мальпозиция в восходящую поясничную или почечную вену. Если мальпозиция вовремя не обнаружена, при эксплуатации катетера поток инфузии будет направляться против тока крови. Неправильное положение ЦВК может привести к развитию таких осложнений, как флебит, перфорация сосуда, венозный тромбоз и окклюзия просвета вены. Мальпозиция более вероятна при наличии стеноза или окклюзии центральных вен. Встречается это осложнение относительно часто – в 5% случаев [24]; вторичная или самопроизвольная мальпозиция после успешной постановки – в 6% [7].

При ультразвуковом или рентгеновском контроле после постановки ЦВК из-за неожиданной позиции катетера могут быть выявлены венозные аномалии. Персистирующая или добавочная левая ВПВ – наибо-

лее часто встречающаяся аномалия сосудов грудной клетки [25]. В эмбриогенезе правая передняя кардиальная и общая кардиальная вены в норме формируют правую ВПВ, а каудальная часть левой передней кардиальной вены регрессирует. Если левая передняя кардиальная вена сохраняется, она формирует добавочную ВПВ (рисунк 6). Если регрессирует нормальная правая передняя кардиальная вена, остается только левая ВПВ. Эта аномалия встречается с частотой от 0,3 до 2,1% [26]. В большинстве случаев добавочная левая ВПВ дренируется в правое предсердие через расширенный коронарный синус (рисунк 7). При этом варианте клинические проявления отсутствуют и аномалия не мешает катетеризации. Однако в 18% случаев левая верхняя полая вена может впадать в левое предсердие из-за нарушения процессов облитерации левой передней кардиальной вены и

Рисунок 5

Мальпозиция центрального венозного катетера; на рентгенограмме грудной клетки: **А** – миграция проводника в противоположную левую брахиоцефальную вену и левую внутреннюю яремную вену при катетеризации подключичной вены справа; **Б** – миграция конца ЦВК в правую внутреннюю яремную вену (стрелка) при катетеризации подключичной вены справа (рентгенограмма грудной клетки). Ультразвуковое исследование у того же пациента: **В** – конец ЦВК визуализируется в просвете внутренней яремной вены (стрелка); **Г** – миграция конца ЦВК в левую наружную яремную вену (стрелка) при катетеризации подключичной вены слева (ОСА – общая сонная артерия) (собственные данные)

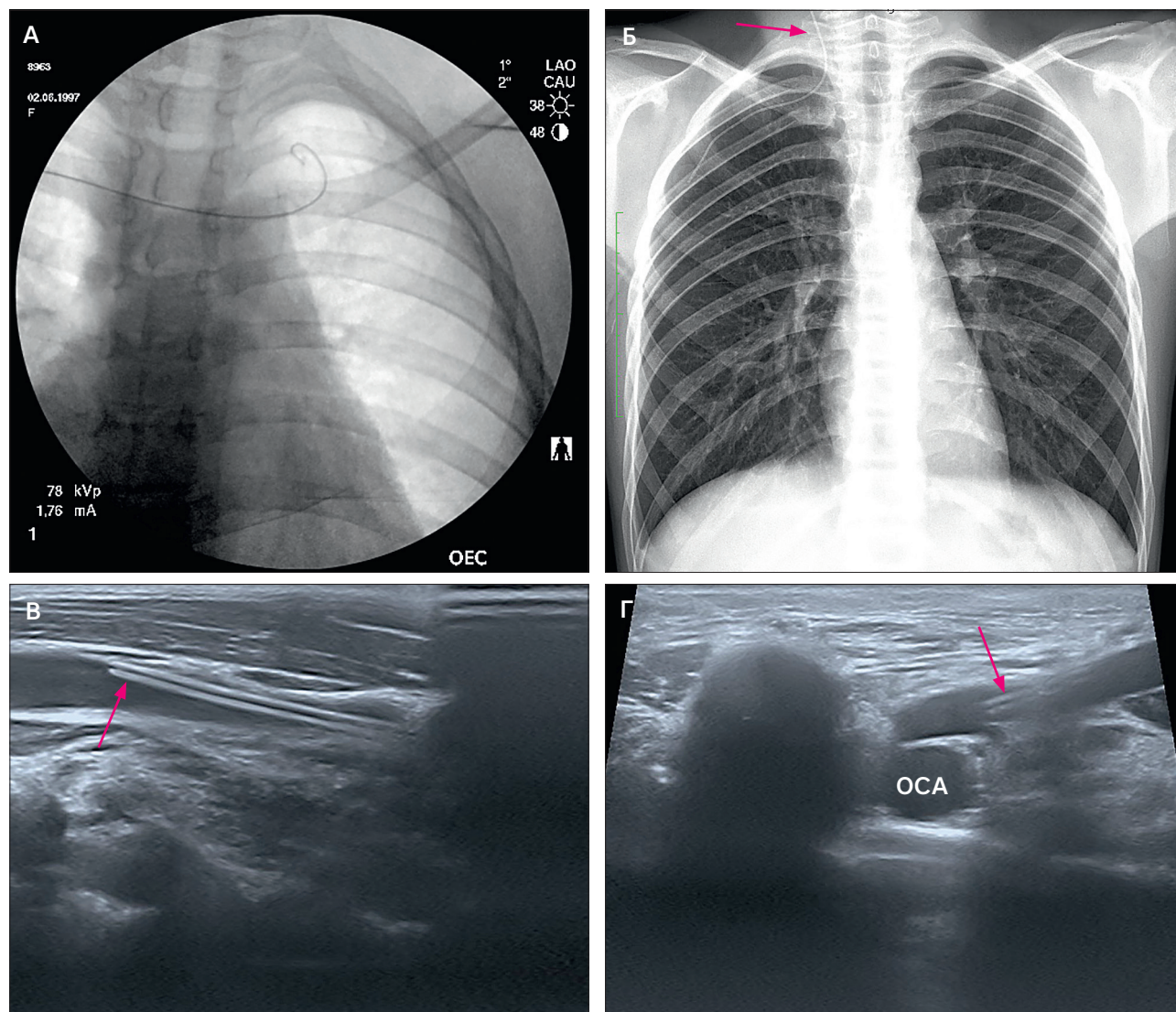


Рисунок 6

Схемы расположения: А – центральных вен в норме; Б – добавочной левой верхней полой вены (LSVC)
(<https://anatomy-library.com>)

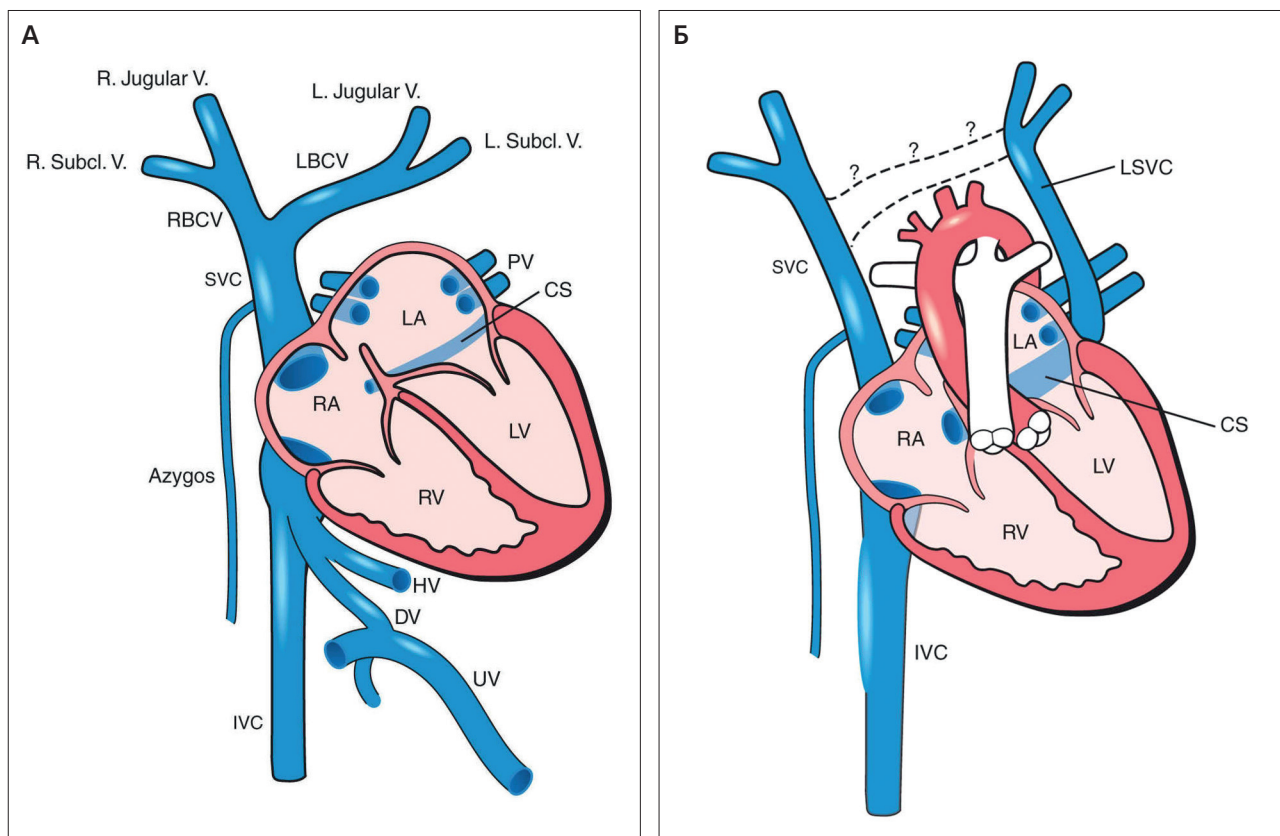
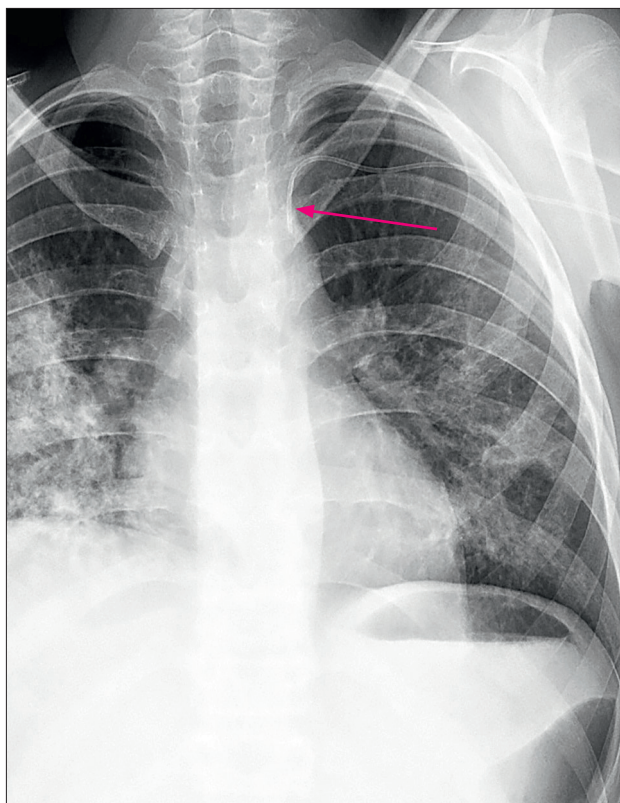


Рисунок 7

Рентгенограмма грудной клетки пациента с добавочной левой ВПВ – при катетеризации левой подключичной вены конец катетера (стрелка) визуализируется у левой границы средостения (собственные данные)



развития коронарного синуса, что при ее катетеризации может привести к системной эмболии и аритмиям.

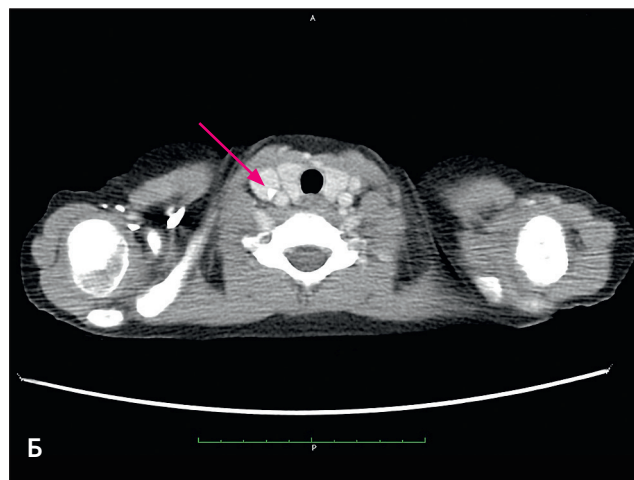
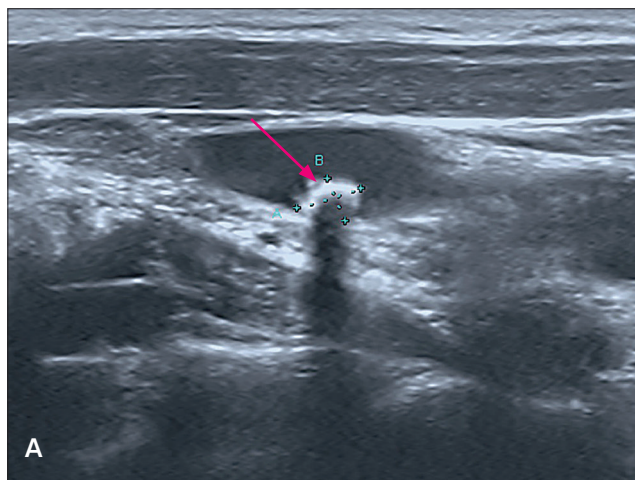
Поздние осложнения. Поздние осложнения катетеризации центральных вен подразделяют на три большие группы: катетер-ассоциированные инфекции, катетер-ассоциированные тромбозы и механические осложнения, приводящие к нарушению работы катетера. К механическим осложнениям относятся: фибриновые чехлы, закрывающие отверстие на конце ЦВК; перегибы и нарушения целостности катетера; неправильное положение или смещение катетера; прилегание или приращение конца катетера к стенке сосуда или предсердия [5].

Фибриновые чехлы. Фибриновые чехлы формируются вокруг внутрисосудистой части катетера в течение первой недели после его постановки в результате физиологической реакции стенок сосуда и элементов крови на введение инородного тела (катетера). Фибриновые чехлы могут быть бессимптомными, могут вызывать нарушения работы катетера при полной или частичной окклюзии его просвета или при создании клапанного механизма на его конце, позволяющего вводить растворы, но не позволяющего аспирировать кровь из сосуда. В редких случаях наблюдаются экстравазация инфузата, венозный тромбоз и легочная эмболия [27]. Гистологическое строение фибринового чехла со временем меняется:

Рисунок 8

Кальцинированный фибриновый чехол в просвете внутренней яремной вены после удаления ЦВК:

А – ультразвуковое исследование: гиперэхогенное неподвижное пристеночное образование во внутренней яремной вене (*стрелка*) с акустической тенью; **Б** – МСКТ грудной клетки с контрастированием у той же пациентки: визуализируется кальцинированное пристеночное включение во внутренней яремной вене (*стрелка*) (*собственные данные*)



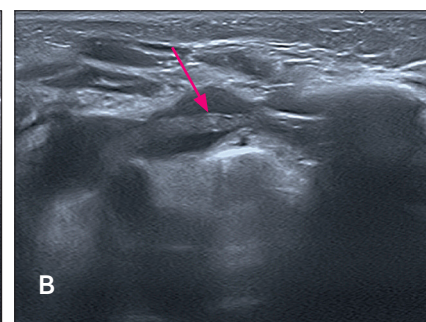
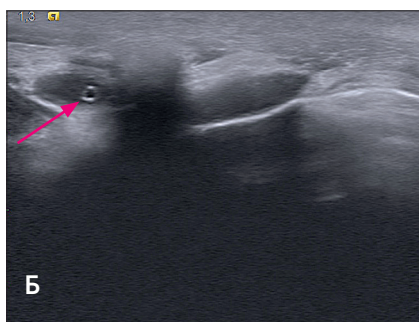
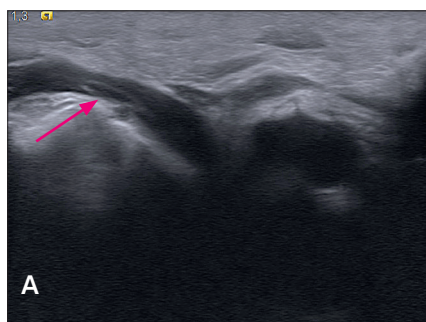
в течение первой недели после постановки в результате активации системы свертывания вокруг катетера формируется тромб; катетер покрывается фибриногеном и тромбоцитами. Взаимодействие между стенкой вены и катетером приводит к травмированию эндотелиальных клеток и активации гладкомышечных клеток. Примерно через 7 дней активированные гладкомышечные клетки мигрируют с поврежденной стенки вены на перикатетерный тромб и превращают его в хорошо организованную клеточно-коллагеновую ткань, покрытую слоем эндотелиальных клеток, – фибриновый чехол, частично прикрепленный к стенке сосуда [27, 28]. В ряде случаев фибриновые чехлы, прикрепленные к стенке вены, могут оставаться в сосуде после удаления ЦВК и со временем кальцинироваться [29] (*рисунок 8 А, Б*). Для выявления фибриновых чехлов используют рентгенографию с контрастированием и УЗИ (*рисунок 9 А–В*).

Описаны различные способы устранения нарушений работы ЦВК вследствие фибриновых чехлов: локальное введение тромболитиков в катетер, зачистка чехла внутрисосудистыми петлями-ловушка-

ми, разрыв чехла с помощью баллонной ангиопластики [3, 7, 30, 31]. Прямой тромболитический введением в катетер тромболитика (урокиназы или альтеплазы) предпочтительнее зачистки катетера, поскольку этот метод неинвазивен, малозатратен и безопасен для пациента [32]. Лечение урокиназой без неблагоприятных осложнений успешно в 76–97% случаев [33]. В зависимости от вида окклюзии применяют разные методы тромболитического. Все они предполагают введение тромболитика в объеме, не превышающем объем заполнения катетера. При частичной или клапанной окклюзии можно применять метод прямого введения тромболитика в просвет катетера [3]. При полной окклюзии для введения тромболитика в окклюзированный просвет используют метод отрицательного давления. После подключения к павильону катетера шприца с тромболитиком поршень шприца отводят с целью создания отрицательного давления в просвете катетера. Затем, медленно отпуская поршень, достигают проникновения тромболитика в просвет катетера. При неэффективности введения тромболитика у взрослых пациентов используют инвазивные методы,

Рисунок 9

Фибриновые чехлы в просвете вены после удаления ЦВК: **А** – эхограмма в продольном сечении: фибриновый чехол с «просветом» (*стрелка*) в месте дренирования правой подключичной вены в правую брахиоцефальную вену; **Б** – эхограмма в поперечном сечении у того же пациента; **В** – эхограмма в продольном сечении: фибриновый чехол (*стрелка*) в месте дренирования левой подключичной вены в левую брахиоцефальную вену у другой пациентки (*собственные данные*)



однако в детской практике их обычно не применяют, и требуется замена катетера.

Венозные тромбозы. На возникновение тромбов у пациентов с ЦВК влияет множество факторов, которые можно разделить на две группы: внутренние факторы, связанные с ЦВК, и внешние, связанные с состоянием пациента (таблица) [34]. Частота развития венозных тромбозов, по данным разных исследований, значительно варьирует в зависимости от выбранного дизайна исследования, типа и места постановки ЦВК, времени наблюдения и методов диагностики. В обзоре *M. Verso* и *G. Agnelli* общая частота встречаемости тромбозов, сопровождавшихся клиническими проявлениями, составляет 4–5% (от 0 до 28% в разных исследованиях); а частота бессимптомных тромбозов, выявленных при проведении венографии, – 30% (от 27 до 66%) [10, 35]. В большинстве случаев катетер-ассоциированные тромбозы протекают бессимптомно даже при наличии протяженных окклюзирующих тромбов [3].

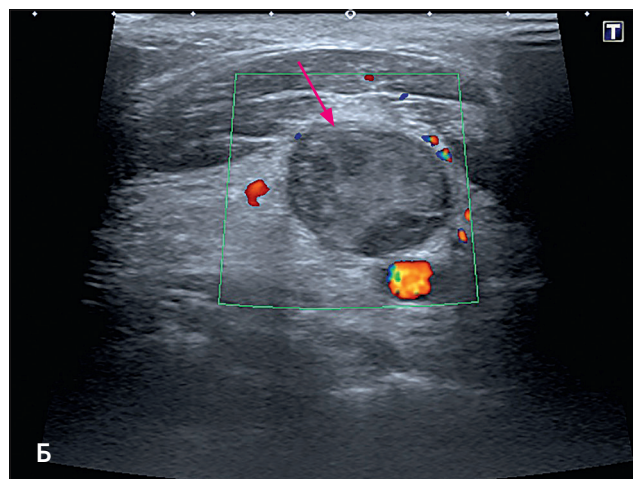
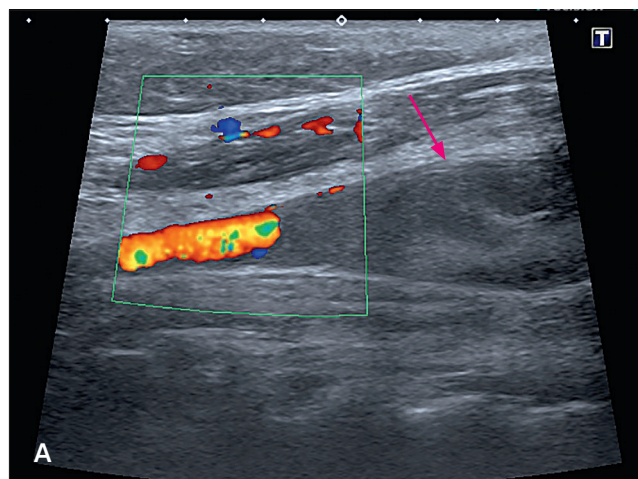
Таблица

Факторы риска развития катетер-ассоциированных тромбозов (в порядке уменьшения риска)

Внутренние факторы	Внешние факторы
<ul style="list-style-type: none"> • Тип ЦВК (периферически имплантируемые ЦВК > другие типы ЦВК > имплантируемые порты) • Локализация верхушки ЦВК (проксимальные отделы ВПВ > дистальные отделы ВПВ и ПП) • Диаметр и просвет ЦВК (трех- > двух- > однопросветные) • Доступ (бедренный > подключичный > яремный) • Сторона доступа (левая > правая подключичная вена) • Время, прошедшее с момента введения (менее 10 дней > менее 100 дней > больше 100 дней) • Множественные попытки постановки ЦВК 	<ul style="list-style-type: none"> • Вид злокачественного новообразования • Наличие метастазов • Состав химиотерапии • Предыдущие случаи венозных тромбозов и эмболий • Наличие тромбофилии

Рисунок 10

Эхограмма шеи: **А** – продольное сечение: окклюзивный тромбоз правой внутренней яремной вены (стрелка); в режиме цветового доплеровского картирования кровотока в вене в проекции тромба не определяется; **Б** – поперечное сечение (та же пациентка): полная окклюзия просвета правой внутренней яремной вены экзогенными массами (стрелка), (собственные данные)



Наличие проявлений зависит от объема поражения, локализации вовлеченной вены и развития коллатералей. В случае тромбоза вен конечностей могут отмечаться отек, нарушение цвета кожи, онемение и покалывание соответствующей конечности, а также ноющая боль по ходу вены в результате локальной воспалительной реакции. При окклюзивном тромбозе ВПВ может возникнуть синдром ВПВ, проявляющийся отеком лица и шеи, головной болью, диспноэ, расширением сети подкожных вен на стороне поражения. Синдром ВПВ встречается примерно в 1 из 1000 случаев [18]. Последствиями венозных тромбозов могут быть: тромбоэмболия легочной артерии, катетер-ассоциированная инфекция, потеря венозного доступа и развитие посттромботического синдрома. Частота тромбоэмболии легочной артерии у пациентов с ЦВК в исследованиях 1990-х годов составляла 15–25% при наличии клинических проявлений и до 50% по данным аутопсии [35]. Однако в недавно опубликованном ревью, включающем обзор 4000 пациентов с ЦВК, ни одного случая тромбоэмболии легочной артерии с клиническими проявлениями не зарегистрировано [36]. Адекватная терапия катетер-ассоциированных тромбозов антикоагулянтами в настоящее время позволила также минимизировать риск развития посттромботического синдрома [34]. Самыми распространенными и важными как для пациента, так и для клинициста проявлениями катетер-ассоциированных тромбозов являются нарушение работы катетера и потеря венозного доступа. На сегодняшний день метод выбора для диагностики тромбозов периферических вен – УЗИ, чувствительность и специфичность которого составляет 91 и 93% соответственно [37] (рисунок 10 А, Б). При сомнительных результатах УЗИ, а также подозрении на тромбоз центральных вен, недоступных для ультразвуковой визуализации (дистальные отделы брахиоцефальных вен и ВПВ), используют МРТ и

КТ-ангиографию с контрастированием [38]; при недоступности этих методов – рентгеновскую венографию с контрастированием. При обнаружении катетер-ассоциированных тромбов и наличии клинических проявлений рекомендована терапия антикоагулянтами (низкомолекулярными фракционированными гепаринами) с последующим назначением антагонистов витамина К на протяжении не менее 3 мес. Если ЦВК не инфицирован, функционирует и необходимость в нем сохраняется, удалять его не рекомендуется. Если катетер необходимо удалить, это делают после 3–5 дней антикоагулянтной терапии [3, 13, 39]. Прямой тромболитический путем введения в просвет катетера активаторов плазминогена в ряде случаев позволяет восстановить его проходимость и сохранить венозный доступ, но это не препятствует дальнейшему росту тромба на поверхности катетера и на стенке сосуда. Плановая профилактика катетер-ассоциированных тромбозов антикоагулянтами и локальным введением в катетер тромболитиков на сегодняшний день не рекомендована для использования в клинической практике [6, 13, 34]. Для предотвращения тромбирования катетера широко используют локальное введение раствора гепарина, однако эффективность этого метода подвергается сомнению [40]. Для снижения риска возникновения тромбозов рекомендуется постановка ЦВК в правую ВЯВ с расположением его конца в месте соединения ВПВ и правого предсердия [13].

Катетер-ассоциированная инфекция. Катетер-ассоциированные инфекции – частое и потенциально опасное осложнение при эксплуатации ЦВК, которое может привести к сепсису и септическому шоку [3, 20]. Инфицирование, возникающее в течение 10 дней после постановки катетера, как правило, обусловлено кожной флорой, а возникающее позже – внутрипросветной колонизацией из инфицированного инфузата или не связанных с катетером мест гематогенным путем [41]. Самая низкая частота катетер-ассоциированных инфекций отмечается у имплантируемых порт-систем – 0,1 случая на 1000 катетеро-дней, а самая большая частота – у краткосрочных нетуннелируемых ЦВК – 2,7 случая на 1000 катетеро-дней [42]. Частота инфицирования экспоненциально растет с увеличением времени использования ЦВК. Бедренные катетеры ассоциируются с большей частотой инфекций, чем катетеры вен верхних конечностей. Для инфекций, локализованных в месте выхода ЦВК, достаточно терапии антибиотиками. Однако, если инфекция распространяется на подкожный туннель или камеру порт-системы, часто требуется удаление инфицированного катетера и обеспечение периферического или краткосрочного центрального венозного доступа [3, 7]. Точных рекомендаций о времени замены долгосрочного катетера при катетер-ассоциированной инфекции на сегодня-

шний день нет, обычно это делают через 1 неделю после нормализации температуры у пациента при отрицательных посевах крови.

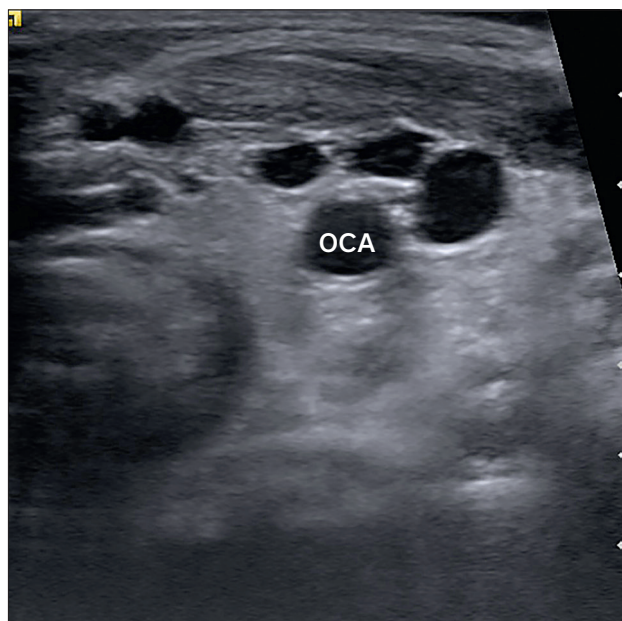
Венозные стенозы. Длительно находящиеся в сосудистом русле ЦВК могут приводить к развитию венозных стенозов. Обычно они наблюдаются у пациентов, которым необходим постоянный венозный доступ – для гемодиализа, химиотерапии, антибиотикотерапии при обострениях муковисцидоза, для афереза при серповидноклеточной анемии и др. Крупные вены имеют тенденцию к стенозированию или полной окклюзии с развитием множественных извитых коллатералей (рисунки 11). Стенозы вен вследствие травмирования ЦВК часто бессимптомны и могут быть обнаружены только при радиологических или ультразвуковых исследованиях, поэтому их истинная распространенность неизвестна [43]. У пациентов на гемодиализе с нарушением венозного доступа, по данным венографии, наличие стенозов центральных вен встречалось в 41% случаев [44]. В связи с этим следует особенно внимательно относиться к выбору вен для доступа у пациентов, которым в будущем могут потребоваться ЦВК, учитывая их заболевание. Чтобы минимизировать травмирование одной и той же вены, следует каждый раз использовать разные доступы и выбирать наименьший из возможных калибр ЦВК [5]. Пациентам на гемодиализе со стенозом или окклюзией центральных вен может потребоваться ангиопластика или стентирование для возможности постановки гемодиализного катетера [7].

Миграция катетера. Редко миграция катетера может произойти в случае длительно стоящих ЦВК, несмотря на их правильное первоначальное расположение. Конец катетера может смещаться в разные места – как интра-, так и экстравазально (рисунки 12) [3, 23]. Это осложнение традиционно диагностируют рентгенологически, однако в последние годы с этой целью с большим успехом используют УЗИ (специфичность – 98,9%; чувствительность – 68,2%) [45]. Репозицию катетера можно провести несколькими способами. Большинство катетеров, мигрировавших во внутреннюю яремную, брахиоцефальную вены и *v. azigos*, может быть перенаправлено в ВПВ форсированным введением физраствора через катетер или маневром Вальсальвы. Однако, если катетер продолжает оставаться в неправильном положении, в его просвет вводят проводник, который продвигают до тех пор, пока катетер не загнется в ВПВ, либо захватывают конец ЦВК сосудистой «ловушкой» через бедренный доступ и размещают его в правильном положении [3, 5, 7, 30].

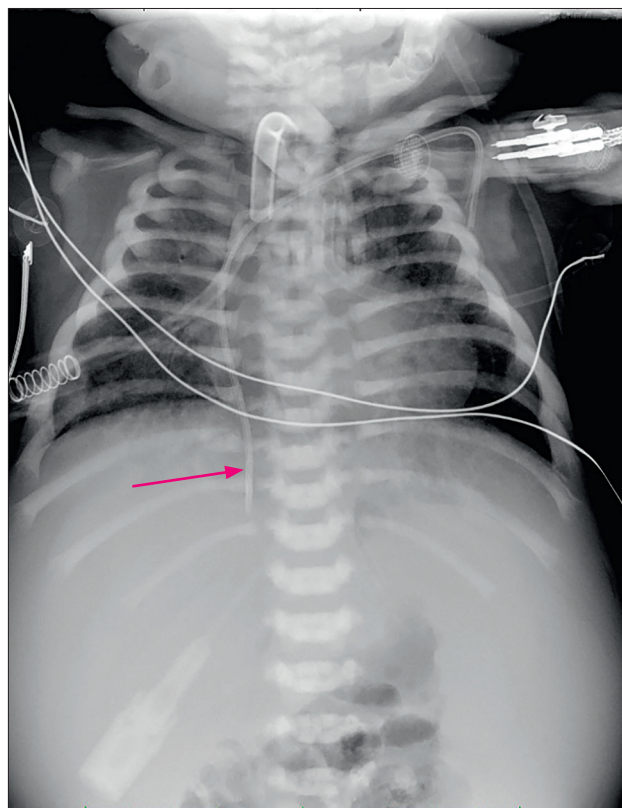
Перегибы и нарушение целостности ЦВК. При периодически возникающих нарушениях работы катетера у пациентов ультразвуковое или рентгеновское

Рисунок 11

Эхограмма шеи в поперечном сечении: множественные венозные коллатерали на левой половине передней поверхности шеи после полной окклюзии левой внутренней яремной вены у пациента с множественными тромбозами (ОСА – общая сонная артерия) (собственные данные)

**Рисунок 12**

Рентгенограмма грудной клетки и брюшной полости: миграция конца изначально корректно установленного ЦВК из верхней полой вены в нижнюю полую вену (стрелка) (собственные данные)



исследование может выявить его петли или перегибы. Перегибы или петли подкожной или внутрисосудистой части часто можно расправить с помощью жесткого проводника, введенного в катетер [7].

Разрывы (переломы) катетера встречаются нечасто (< 1% случаев) и обычно возникают во время его постановки или удаления [46]. При длительном нахождении катетера в сосуде вокруг него происходит разрастание эндотелия и «приращение» катетера к стенке вены; в этом случае при попытке удаления катетера может произойти его разрыв [20]. Также разрыв ЦВК в подключичной вене может произойти из-за его ущемления подключичной мышцей и реберно-ключичной связкой между первым ребром и ключицей – так называемый синдром «отсечки» (*pinch-off*) [47]. Частота серьезных осложнений при эмболии фрагментом катетера достигает 75,8%, среди них сепсис, эндокардит, перфорация камер сердца, предсердная или желудочковая аритмия [48]. Существуют специальные наборы для ремонта при повреждениях или разрывах внутренней части катетера. Некоторые катетеры можно спасти заменой по проводнику, если оторванный фрагмент не смещен [5]. При обнаружении фрагмента катетера в венозной системе после удаления ЦВК этот фрагмент может быть удален с использованием внутрисосудистой «ловушки», однако в ряде случаев при отсутствии клинической симптоматики и фиксации фрагмента его оставляют в сосудистом русле, пациента наблюдают консервативно [30, 49].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сегодня без центральных венозных катетеров невозможно представить ведение пациентов со многими тяжелыми, в том числе онкологическими, заболеваниями. Технологические достижения в конструкции устройств венозного доступа и новые возможности визуализации за последние три десятилетия значительно повысили частоту успешных постановок ЦВК и снизили количество осложнений. Мы рассмотрели наиболее часто встречающиеся и некоторые редкие осложнения, которые возникают во время постановки или при эксплуатации ЦВК. О механизмах их возникновения, клинических проявлениях, методах диагностики и лечения и, главное, о способах их предотвращения должны знать не только анестезиологи, но и все клиницисты, работающие с такими пациентами.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Не указан.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

ORCID

Sugak A.B. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4509-4154>

Shchukin V.V. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7945-2565>

Feoktistova E.V. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2348-221X>

Литература

- Ianacci L., Piomelli S. Supportive care for children with cancer. Guidelines of the children's cancer study group. Use of venous access lines. *Am J Pediatr Hematol Oncol* 1984; 6: 227–81.
- Sznajder J.I., Zveibil F.R., Bitterman H., Weiner P., Bursztein S. Central vein catheterization. Failure and complication rates by three percutaneous approaches. *Arch Intern Med* 1986; 146 (2): 259–61.
- Сосудистый доступ в педиатрии: учеб. пособие / Под ред. В.В. Лазарева, М.В. Быкова, В.В. Щукина. – М.: ИндексМедМедиа, 2018. 264 с.
- Peris A., Zagli G., Bonizzoli M., Cianchi G., Ciapetti M., Spina R., et al. Implantation of 3951 long-term central venous catheters: performances, risk analysis, and patient comfort after ultrasound-guidance introduction. *Anesth Analg* 2010; 111: 1194–201.
- Bhutta S.T., Culp W.C. Evaluation and management of central venous access complications. *Tech Vasc Interv Radiol* 2011; 14 (4): 217–24.
- Kamphuisen P.W., Lee A.Y.Y. Catheter-related thrombosis: lifeline or a pain in the neck? *Hematology Am Soc Hematol Educ Program* 2012; 2012: 638–44.
- Nayeemuddin M., Phervani A.D., Asquith J.R. Imaging and management of complications of central venous catheters. *Clin Radiology* 2013; 68 (5): 529–44.
- National Institute for Health and Clinical Excellence. Central venous catheters – ultrasound locating devices (TA49). Available at: <http://guidance.nice.org.uk/TA49> [accessed 01.04.12]
- Randolph A.G., Cook D.J., Gonzales C.A., Pribble C.G. Ultrasound guidance for placement of central venous catheters: a meta-analysis of the literature. *Crit Care Med* 1996; 24: 2053–8.
- Hind D., Caivert N., McWilliams R., Davidson A., Paisley S., Beverley C., et al. Ultrasonic locating devices for central venous cannulation: meta-analysis. *BMJ* 2003; 327: 361–7.
- Tseng M., Sadler D., Wong J., Teague K.R., Schemmer D.C., Saliken J.C., et al. Radiological placement of central venous catheters: rates of success and immediate complications in 3412 cases. *Can Assoc Radiol* 2001; 52: 379–84.
- Central Venous Catheters. Ed. by Hamilton H., Bodenham A.R. John Wiley & Sons, Ltd, 2009, 253 p.
- Debourdeau P., Farqe D., Beckers M., Baqlin C., Bauersachs R.M., Brenner B., et al. International clinical practice guidelines for the treatment and prophylaxis of thrombosis associated with central venous catheters in patients with cancer. *J Thromb Haemost* 2013; 11 (1): 71–80.
- Luciani A., Clement O., Halimi P., Goudot D., Portier F., Bassot V., et al. Catheter-related upper extremity deep venous thrombosis in cancer patients: a prospective study based on Doppler US. *Radiology* 2001; 220: 655–60.
- Di Carlo I., Pulvirenti E., Mannino M., Toro A. Increased use of percutaneous technique for totally implantable venous access devices. Is it real progress? A 27-year comprehensive review on early complications. *Ann Surg Oncol* 2010; 17 (6): 1649–56.
- Odendaal J., Kong V.Y., Sartorius B., Liu T.Y., Liu Y.Y., Clarke D.L. Mechanical complications of central venous catheterization in trauma patients. *Ann R Coll Surg Engl* 2017; 99 (5): 390–3.
- Bowdle A. Vascular complications of central venous catheters placement: evidence-based methods for prevention and treatment. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2014; 28: 358–68.
- Kusminsky R.E. Complications of central venous catheterization. *J Am Coll Surg* 2007; 204 (4): 681–96.
- Vats H.S. Complications of catheters: tunneled and nontunneled. *Adv Chronic Kidney Dis* 2012; 19: 188–94.
- Kornbau C., Lee K.C., Hughes G.D., Firstenberg M.S. Central line complications. *Int J Crit Illn Sci* 2015; 5 (3): 170–8.
- Heckmann J.G., Lang C.J., Kindler K., Huk W., Erbguth F.J., Neundorfer B. Neurologic manifestations of cerebral air embolism as a complication of central venous catheterization. *Crit Care Med* 2000; 28: 1621–5.
- Fearon P.V., Roy D., McGarry G.W. An unusual iatrogenic vocal cord paralysis. *CME Bull Otorhinolaryngol Head Neck Surg* 2001; 5: 20–1.
- Wang L., Liu Z.S., Wang C.A. Malposition of central venous catheter: presentation and management. *Chin Med J (Engl)* 2016; 129 (2): 227–34.
- Gibson F., Bodenham A. Misplaced central venous catheters: applied anatomy and practical management. *Br J Anaesth* 2013; 110: 333–46.
- Сердечно-сосудистая хирургия: руководство /Под ред. В.И. Бураковского, Л.А. Бокерия. – М.: Медицина, 1989, 752 с.
- Kawashima T., Sato K., Sato F., Sasaki H. An anatomical study of human cardiac veins with special reference to the drainage of the great cardiac vein. *Ann Anat* 2003; 185: 535–42.
- Forauer A.R., Theoharis C.G.A., Dasika N.L. Jugular vein catheter placement: histologic features and development of catheter-related (fibrin) sheaths in a swine model. *Radiology* 2006; 12: 427–34.
- Xiang D.Z., Verbeken E.K., Van Lommel A.T., Stas M., De Wever I. Composition and formation of the sleeve enveloping a central venous catheter. *J Vasc Surg* 1998; 28 (2): 260–71.
- Krausz D.J., Fisher J.S., Rosen G., Haramati L.B., Jain V.R., Burton W.B. Retained fibrin sheaths: chest computed tomography findings and clinical associations. *J Thorac Imaging* 2014; 29 (2): 118–224.
- Bessoud B., de Baere T., Kuoch Y., Desruennes E., Cosset M.F., Lassau N., et al. Experience at a single institution with endovascular treatment of mechanical complications caused by implanted central venous access devices in paediatric and adult patients. *Am J Roentgenol* 2003; 180: 527–32.
- Kerner J.A.Jr., Garcia-Careaga M.G., Fisher A.A., Poole R.L. Treatment of catheter occlusion in pediatric patients.

- JPEN J Parenter Enteral Nutr 2006; 30 (1): S73–81.
32. Rihn T. Fibrinolytic therapy in central venous catheter occlusion. *J Intravenous Nurs* 2001; 34 (3S): S9–12.
 33. Gray R.J., Levitin A., Buck D., Brown L.C., Sparling Y.H., Jablonski K.A., et al. Percutaneous fibrin sheath stripping versus transcatheter urokinase infusion for malfunctioning well-positioned tunneled central venous dialysis catheters. *J Vasc Interv Radiol* 2000; 11: 1121–9.
 34. Kreuziger L.B., Jaffray J., Carrier M. Epidemiology, diagnosis, prevention and treatment of catheter-related thrombosis in children and adults. *Thromb Research* 2017; 157: 64–71.
 35. Verso M., Agnelli G. Venous thromboembolism associated with long-term use of central venous catheters in cancer patients. *J Clin Oncol* 2003; 21: 3665–75.
 36. Chopra V., Anand S., Hickner A., Buist M., Rogers M.A., Saint S., et al. Risk of venous thromboembolism associated with peripherally inserted central catheters: a systematic review and meta-analysis. *Lancet* 2013; 382 (9889): 311–25.
 37. Di Nisio M., Van Sluis G.L., Bossuyt P.M., Buller H.R., Porreca E., Rutjes A.W. Accuracy of diagnostic tests for clinically suspected upper extremity deep vein thrombosis: a systematic review. *J Thromb Haemost* 2010; 8 (4): 684–92.
 38. Bates S.M., Jaeschke R., Stevens S.M., Goodacre S., Wells P.S., Stevenson M.D., et al. Diagnosis of DVT: antithrombotic therapy and prevention of thrombosis. American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. 9th ed. *Chest* 2012; 141 (Suppl 2): e351S–418S.
 39. Kearon C., Akl E.A., Comerota A.J., Prandoni P., Bounameaux H., Goldhaber S.Z., et al. Antithrombotic therapy for VTE disease: antithrombotic therapy and prevention of thrombosis. American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. 9th ed. *Chest* 2012; 141 (suppl. 2): e419S–e494S.
 40. Mitchell M.D., Anderson B.J., Williams K., Umscheid C.A. Heparin flushing and other interventions to maintain patency of central venous catheters: a systematic review. *J Adv Nurs* 2009; 65: 2007–21.
 41. Raad I., Hanna H. Nosocomial infections related to use of intravascular devices inserted for long term vascular access. In: Mayhall C., editor. *Hospital epidemiology and infection control*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1999, p. 165–72.
 42. Maki D.G., Kluger D.M., Crnich C.J. The risk of bloodstream infection in adults with different intravascular devices: a systematic review of 200 published prospective studies. *Mayo Clinic Proc* 2006; 81: 1159–71.
 43. Agarwal A.K. Central vein stenosis: current concepts. *Adv Chronic Kidney Dis* 2009; 16: 360–70.
 44. MacRae J.M., Ahmed A., Johnson N., Levin A., Kiai M. Central vein stenosis: a common problem in patients on hemodialysis. *ASAIO J* 2005; 51: 77–81.
 45. Smit J.M., Raadsen R., Blans M.J., Petjak M., Van de Ven P.M., Tuinman P.R. Bedside ultrasound to detect central venous catheter misplacement and associated iatrogenic complications: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2018; 22 (1): 65.
 46. Lyon S.M., Giren M., Marshall N.L. Interventional radiology in the provision and maintenance of long-term central venous access. *J Med Imaging Radiat Oncol* 2008; 52: 10–7.
 47. Mirza B., Vanek V.W., Kupensky D.T. Pinch-off syndrome: case report and collective review of the literature. *Am Surg* 2004; 70: 635–44.
 48. Surov A., Wienke A., Carter J.M., Stoevesandt D., Behrmann C., Spielmann R.P., et al. Intravascular embolization of venous catheter – causes, clinical signs and management: a systematic review. *J Parenter Enteral Nutr* 2009; 33: 677–85.
 49. Chan B.K., Rupasinghe S.N., Hennessey I., Peart I., Baillie C.T. Retained central venous lines (CVLs) after attempted removal: an 11-year series and literature review. *J Pediatr Surg* 2013; 48 (9): 1887–91.