

Осложнения при установке систем центрального венозного доступа в педиатрической онкологической практике (серия клинических наблюдений)

В. В. Шукин^{1*}, Н. П. Леонов¹, Е. А. Спиридонова^{1,2}, В. В. Селиванов¹, Е. В. Дергунова¹, Г. А. Новичкова¹, Н. В. Мякова¹, Н. С. Грачев¹, М. В. Быков^{3,4}, А. А. Быстрова⁵, Р. С. Григорян³, Н. В. Матинян^{3,6}, А. В. Петрушин¹, У. Лоайса^{1,3}

¹ Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева Минздрава России, Россия, 117997, г. Москва, ГСП-7, ул. Саморы Машела, д. 1

² Российский университет медицины Минздрава России, Россия, 127994, ГСП-4, г. Москва, Рахмановский пер, д. 3.

³ Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Россия, 117997, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1

⁴ Центральный НИИ эпидемиологии Роспотребнадзора России, Россия, 111123, г. Москва, ул. Новогиреевская, д. 3а

⁵ Морозовская детская городская клиническая больница Департамента здравоохранения г. Москвы, Россия, 119049, г. Москва, 4-й Добрынинский переулок, д. 1/9

⁶ НИИ Детской онкологии и гематологии

Национального медицинского исследовательского центра онкологии им. Н. Н. Блохина Минздрава России, Россия, 115522, г. Москва, Каширское шоссе, д. 24

Для цитирования: В. В. Шукин, Н. П. Леонов, Е. А. Спиридонова, В. В. Селиванов, Е. В. Дергунова, Г. А. Новичкова, Н. В. Мякова, Н. С. Грачев, М. В. Быков, А. А. Быстрова, Р. С. Григорян, Н. В. Матинян, А. В. Петрушин, Уго Лоайса. Осложнения при установке систем центрального венозного доступа в педиатрической онкологической практике. *Общая реаниматология*. 2024; 20 (5): 55–69. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2024-5-55-69> [На русск. и англ.]

*Адрес для корреспонденции: Владислав Владимирович Шукин, 79031241211@yandex.ru

Резюме

В детской онкологии и гематологии практически невозможно обойтись без центрального венозного доступа, поэтому частота катетеризаций центральных вен у пациентов этого профиля остается высокой. Процесс установки устройств венозного доступа может сопровождаться развитием осложнений, в том числе жизнеугрожающих.

Цель. Оценить возможные причины развития осложнений при установке систем центрального венозного доступа для разработки мер профилактики.

Материалы и методы. В анализ включили 1512 авторских наблюдений у пациентов в возрасте от 1 мес. до 20 лет, находящихся на лечении в НМИЦ ДГОИ им. Д. Рогачева в период 2019–2022 г. Рассмотрели 10 осложнений: неоднократная пункция вены, расположение проводника/катетера в неправильном положении, узлообразование проводника, жизнеугрожающие аритмии, фиксация проводника в трабекулярной сети правого желудочка, пункция артерии, пневмоторакс, гемоторакс, пункция ткани легкого, синдром Горнера. Кроме того, выделили 4 редких осложнений, таких как: повреждение диафрагмального нерва, тампонада сердца, альвеолярное кровотечение, псевдоаневризма артерии.

Результаты. Основной причиной развития всех осложнений является механическое повреждение иглой или проводником/катетером анатомических структур. В случае повреждения целостности сосуда и развития гематомы к повреждающим причинам присоединяется компрессия гематомой. В развитии таких осложнений как узлообразование проводника и аритмии сердца играет роль чрезмерно глубокое введение проводника. Основным методом профилактики развития осложнений является обучение медицинского персонала и тщательное соблюдение алгоритмов катетеризации вен.

Заключение. Катетеризация центральных вен остается манипуляцией, сопровождаемой возможным развитием осложнений. Применение ультразвуковой навигации в настоящее время не позволяет полностью избежать развития осложнений, но увеличивает вероятность пункции вены с первой попытки, что способствует снижению частоты их развития. Понимание причин развития различных видов осложнений, в том числе редких, при установке систем центрального венозного доступа позволяет своевременно их диагностировать и оказывать необходимую помощь.

Ключевые слова: центральный венозный катетер; катетеризация центральной вены у детей; осложнение катетеризации центральной вены у детей; пневмоторакс; гемоторакс; неврологические нарушения у детей; тампонада сердца; псевдоаневризма; педиатрическая онкологическая практика

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Procedural Complications of Central Venous Catheter Placement in Pediatric Oncology Practice (a Clinical Case Series)

Vladislav V. Shchukin^{1*}, Nikolay P. Leonov¹, Elena A. Spiridonova^{1,2}, Vladimir V. Selivanov¹, Ekaterina V. Dergunova¹, Galina A. Novichkova¹, Natalia V. Myakova¹,

Nikolay S. Grachev¹, Mikhail V. Bykov^{3,4}, Anastasia A. Bystrova⁵,
Rina S. Grigoryan³, Nune V. Matinyan^{3,6}, Anton V. Petrushin¹, Hugo Loaisa^{1,3}

¹ D. Rogachev National Medical Research Center for Pediatric Hematology,
Oncology and Immunology, Ministry of Health of Russia,
1 Samora Mashela Str., GSP-7, 117997 Moscow, Russia

² Russian University of Medicine, Russian Ministry of Health,
3 Rakhmanovsky per., GSP-4, 127994 Moscow, Russia

³ N. I. Pirogov Russian National Medical Research University, Ministry of Health of Russia,
1 Ostrovityanov Str., 117997 Moscow, Russia

⁴ Central Research Institute of Epidemiology, Russian Rospotrebnadzor,
3a Novogireevskaya Str., 111123 Moscow, Russia

⁵ Morozov Children's City Clinical Hospital, Moscow Health Department,
1/9 4th Dobrininsky Lane, 119049 Moscow, Russia

⁶ Research Institute of Children's Oncology and Hematology,
N. N. Blokhin National Medical Research Center for Oncology, Russian Ministry of Health,
24 Kashirskoe shosse, 115522 Moscow, Russia

Summary

The availability of central venous access is the cornerstone of contemporary pediatric oncology and hematology. As a result, the percentage of pediatric patients receiving infusion chemotherapy who require a central line remains high. Central venous catheter insertion can be associated with procedural complications, including life-threatening ones.

Aim — to investigate the potential factors leading to complications during central venous catheterization in order to develop preventive strategies.

Materials and methods. The study included 1,512 original cases of patients aged 1 month to 20 years treated at the D. Rogachev National Research Medical Center between 2019 and 2022. The following 10 complications were examined: failed first venipuncture attempt, guidewire/catheter malpositioning, guidewire knotting, life-threatening arrhythmias, guidewire entrapment in the trabecular network of the right ventricle, arterial puncture, pneumothorax, hemothorax, puncture of lung parenchyma, Horner's syndrome. In addition, four rare complications were noted, including phrenic nerve injury, cardiac tamponade, alveolar hemorrhage, and arterial pseudoaneurysm.

Results. The primary cause of all complications was direct mechanical injury to anatomical structures by a needle or guidewire/catheter. When inadvertent vascular injury and bleeding occur, the resulting hematoma may lead to further damage by compressing soft tissues. Excessively deep insertion of the guidewire may cause its knotting or cardiac arrhythmias. Adequate physician training and strict adherence to procedural protocols are essential to avoid these complications.

Conclusion. Central venous catheterization remains a procedure with potential complications. Although ultrasound guidance does not eliminate all risks, it increases the likelihood of successful venipuncture at the first attempt, thereby reducing complication rates. Recognizing the potential causes of procedural complications during central venous access placement, including uncommon ones, facilitates early diagnosis and appropriate medical intervention.

Keywords: *central venous catheter; central venous catheterization in children; complication of central venous catheter placement in children; pneumothorax; hemothorax; neurological disorders in children; cardiac tamponade; pseudoaneurysm; pediatric oncology practice.*

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Read the full-text English version at www.reanimatology.com

Введение

В детской онкологии и гематологии практически невозможно обойтись без центрального венозного доступа, поэтому частота катетеризаций центральных вен у пациентов этого профиля остается высокой.

Осложнения различной степени тяжести могут развиваться как в процессе установки, так и в процессе эксплуатации устройств венозного доступа.

При анализе подобных осложнений наиболее часто отмечают тромбозы, осложнения инфекционного характера и развитие пневмо- или гемоторакса. В процессе катетеризации центральных вен могут также встречаться достаточно редкие, но жизнеугрожающие осложнения, несвоевременное распознавание которых приводит к смерти

пациента [1]. По времени клинического проявления выделяют ранние осложнения (обнаруженные в течение 24 ч) и поздние осложнения, выявляемые после 24 ч от момента катетеризации.

С 2013 г. в НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева проводится учет всех проблем, возникающих при установке сосудистых устройств. С 2018 г., благодаря новому программному обеспечению, появилась возможность анализа этих осложнений. Кроме осложнений, выявленных в период с 2018 г., осветили несколько редких, но представляющих интерес осложнений, выявленных до 2018 г., либо вне НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева МЗ РФ.

Цель — оценить возможные причины развития осложнений при установке систем центрального венозного доступа для разработки мер профилактики.

Материал и методы

За период 2019–2022 гг. выявили 1512 осложнений, произошедших при выполнении 6690 катетеризаций центральной вены у пациентов в возрасте от 1 мес. до 20 лет, находящихся на лечении в НМИЦ ДГОИ им. Д. Рогачева.

Во время всех катетеризаций проводили фиксацию данных УЗИ и С-дуги. Протокол катетеризаций включал полный перечень возможных осложнений катетеризаций. Своевременность и полноту заполнения протокола контролировали ежедневно. Один анестезиолог занимался катетеризациями центральных вен постоянно, четверо сотрудников подменяли его кратковременно, либо являлись ассистентами при катетеризациях. Раз в полгода проводилось обучение катетеризации (имплантации) с использованием ультразвуковой навигации. Данные собрали централизованно. Провели аудит. Провели расчет совокупного риска всех нежелательных событий при катетеризации вен и относительной инцидентности наиболее часто встречающихся осложнений катетеризации. Совокупный риск определили, как отношение определенного осложнения катетеризации за год к количеству катетеризаций за год и выразили в процентах. Относительную инцидентность рассчитали, как соотношение новых случаев осложнений катетеризации за год к расчетному показателю катетеризаций за оцениваемое время и выразили в количестве случаев на 100 катетеризаций за год. Показатель среднего количества катетеризаций в год рассчитали, как среднее арифметическое всех катетеризаций за 4 года аудита. Результаты аудита за 2019–2022 гг. представили в таблице.

Получили информированное согласие всех совершеннолетних пациентов или законных представителей пациентов детского возраста на публикацию анонимизированных наблюдений.

В анализ включили 1512 авторских наблюдений. Рассмотрели 10 осложнений: неоднократная пункция вены, расположение проводника/катетера в неправильном положении, узлообразование на проводнике, жизнеугрожающие аритмии, фиксация проводника в трабекулярной сети правого желудочка, пункция артерии, пневмоторакс, гемоторакс, пункция ткани легкого, синдром Горнера. Кроме того, выделили 4 редких осложнения, таких как: повреждение диафрагмального нерва, тампонада сердца, альвеолярное кровотечение, псевдоаневризма артерии.

Все фотографии представили из авторского архива.

Результаты анализа осложнений при установке систем центрального венозного доступа

Неоднократная попытка пункции вены.

Наиболее частым осложнением попыток катетеризации (от 8,5 до 11,7 % всех катетеризаций) была неоднократная пункция. Основными причинами этого являлись следующие:

— у детей раннего возраста диаметр вен пациента и иглы близкие по размеру, что затрудняет точное расположение иглы в просвете вены, а при попытке сменить шприц на j-образный проводник чаще происходит смещение иглы с выходом части просвета иглы из вены или прокол задней стенки вены;

— недостаточно уверенное владение оператором техникой пункции под УЗ навигацией (относительная инцидентность по мере приобретения опыта сотрудниками снижалась на 2–3 случая на 100 катетеризаций-год).

О значимости анатомических особенностей пациента в сочетании с недостаточным навыком владения УЗ навигацией для риска развития ятрогенных осложнений сообщают и И. В. Вартанова и соавт. [2].

Расположение проводника или катетера в неправильном положении (миграция проводника в контрлатеральную подключичную или яремную вену, установка катетера в нижнюю полую вену, установка катетера в непарную вену). По нашим данным совокупный риск неправильного расположения составлял 7,7–11,5%. Причиной изменений направления движения проводника могли быть в т. ч. внутрисосудистые образования (клапаны, тромботические наложения) (рис. 1, а).

Также часто отмечали размещение проводника в одноименной яремной вене при пункции подключичной вены в случае, если точка входа иглы оказывалось рядом с местом слияния яремных и подключичных вен (рис. 1, б).

Неправильному расположению проводника и катетера могут способствовать анатомические особенности, например, расширение места впадения v. Azigos. На рис. 2, а представили тоннельный катетер, установленный у пациента А. 10 лет с множественными катетеризациями вен и катетер-ассоциированными тромбозами в анамнезе. В момент установки на «извитой» ход катетера внимания не обратили. На следующие сутки пациенту выполнили КТ грудной клетки, где выявили расположение катетера в v. Asigos. (рис. 2, б) Катетер заменили. При кажущейся «безобидности» неправильного положения катетера, следует помнить о том, что при местоположении кончика катетера вне центральных вен или правого предсердия его расположение следует расценивать как периферическое, а введение через него раздражающих и повреждающих растворов или ограничено скоростью введения, или не рекомендовано [3]. Кроме того, направление кончика катетера против тока крови при проведении инфузионной терапии неизбежно создает предпосылки для регионарного замедления кровотока, что реализует один из компонентов триады Вирхова для

Таблица. Совокупный риск (CR) развития осложнений при катетеризации центральных вен за 2019–2022 гг. (данные НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева).

	Итого 2019 г.				Итого 2020 г.				Итого 2021 г.				Итого 2022 г.			
	v. jugularis	v. subclavia	CR, %	Kol-vo, n	v. jugularis	v. subclavia	CR, %	Kol-vo, n	v. jugularis	v. subclavia	CR, %	Kol-vo, n	v. jugularis	v. subclavia	CR, %	Kol-vo, n
Воздушная эмболия	1	1	0,06	1	0,00	2	0,00	2	0,12	2	0,12	2	0,00	0	0,00	0
Острая аритмия	1	1	0,06	1	0,00	2	0,00	2	0,12	2	0,12	2	0,06	1	0,06	1
Неправильное положение (в том числе)	1	18	117	136	7,76	2	43	108	153	9,54	4	43	153	200	11,51	23
Миграция проводника в контрлатеральную подключичную вену	6	32	38	2,17	31	19	50	3,12	26	25	51	2,93	12	21	33	2,07
Миграция проводника в яремную вену	1	7	81	89	5,08	7	87	94	5,86	3	6	125	134	7,71	9	107
Дислокация катетера в контрлатеральную подключичную вену	3	3	0,17	3	0,00	8	0,00	8	0,46	0	0,00	8	0,00	0	0,00	0
Введение катетера в полость правого желудочка	1	1	0,06	1	0,00	2	0,00	2	0,12	2	0,12	2	0,00	0	0,00	0
Неправильное положение катетера	2	3	5	0,29	2	5	2	9	0,56	1	1	3	5	0,29	2	1
Неоднократная пункция	9	49	147	205	11,70	12	38	106	156	9,73	14	58	116	188	10,82	10
Кровотечение из места пункции	1	1	0,06	1	2	0,12	2	4	0,23	2	4	0,23	0	0,00	0	0,00
Гематома в месте пункции	2	1	3	0,17	2	2	0,12	2	0,12	2	2	0,12	3	3	6	0,38
Пункция одноименной артерии с клинически значимым кровотечением	0	0,00	0	0,00	1	1	0,06	1	0,06	1	0,06	1	0,00	0	0,00	0
Пункция одноименной артерии без клинически значимого кровотечения	5	7	23	35	2,00	7	12	7	26	1,62	4	7	21	1,84	1	6
Травма стенки сосуда с транслокацией проводника	3	9	12	0,68	1	2	3	6	0,37	7	12	19	1,09	1	5	11
Транслокация катетера за пределы сосудистого русла	1	1	2	0,11	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Тромбоз просвета сосуда/полостей сердца	1	1	0,06	1	1	0,06	1	1	0,06	0	0,00	0	0,00	1	1	0,06
Окклюзия просвета катетера, не связанная с тромбозом	1	1	0,06	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
Пневмоторакс	1	2	3	0,17	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Повреждение нервного сплетения	1	1	0,06	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
Пневмомедиастинум	0	0,00	0	0,00	1	1	0,06	1	0,06	1	1	0,06	0	0,00	0	0,00
Всего осложнений	402	22,95	346	21,58	451	25,95	313	19,60	1738	1597	1603	1738	1597	1603	1738	1597
Примечание. n — абсолютное количество.																

раннего формирования катетер-ассоциированного тромбоза.

Поскольку при постановке по методике Сельдингера [4, 5] неверное расположение проводника приводит к неправильному расположению катетера, важно своевременно диагностировать данную проблему. Выполнение рентгеноскопии во время катетеризации позволяет своевременно визуализировать продвижение проводника, но при этом возрастает лучевая нагрузка на пациента и персонал. Альтернативой является применение УЗ визуализации положения катетера, например в виде алгоритмов ECHOTIP, которые представлены в вариантах как для взрослых, так и для детей и младенцев (ECHOTIP-PED, NEO-ECHOTIP) [6–8].

Относительная инцидентность неправильного расположения проводника (катетера) после фокусировки внимания сотрудников и проведения дополнительных практических занятий в симуляционном классе центра снизилась на 3 случая на 100 катетеризаций в год.

Образование узла проводника. Смещение части или всего просвета иглы за пределы сосуда после получения пробы крови приводит к экстравазальному положению J-образного кончика, при этом прилагая усилия оператор может разместить основную часть проводника в сосудистом русле (рис. 3). Данное осложнение может способствовать повреждению вены, узлообразованию или повреждению проводника особенно при манипуляциях, проводимых с усилием. В нашей практике у трех пациентов во время рентгеноскопии обнаружили образование узла проводника. В двух случаях удалось расправить узел путем манипуляций под контролем рентгеноскопии на фоне введения катетера. В одном случае, представленном на рис. 4, потребовался хирургический доступ к подключичной вене и освобождение про-

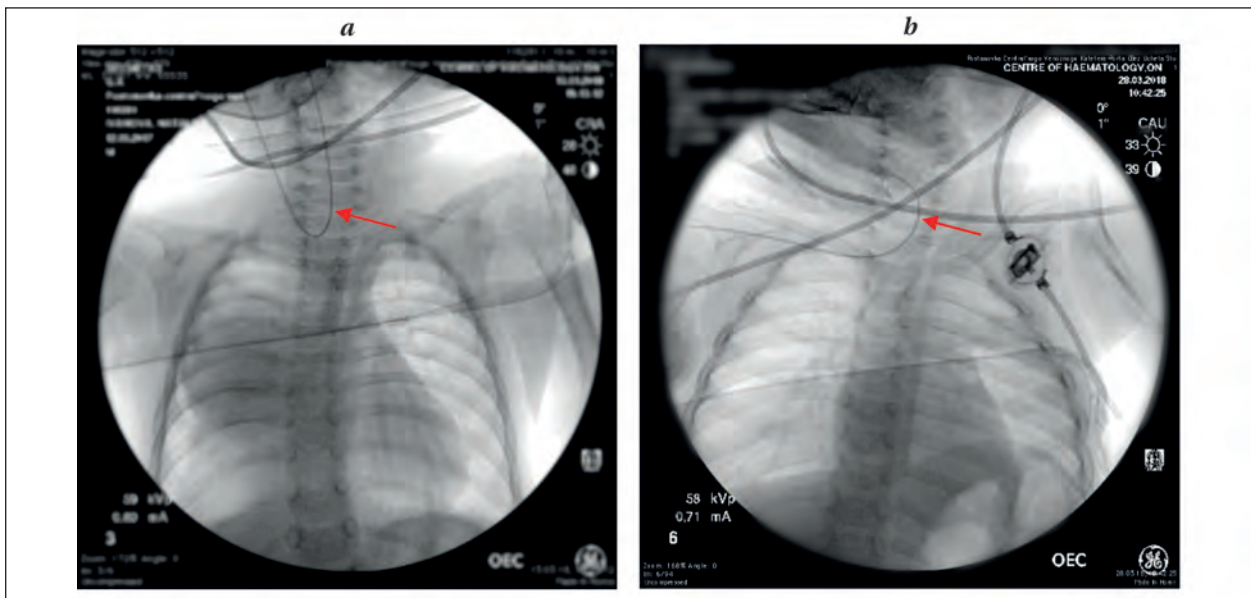


Рис. 1. Изменение направления движения проводника.

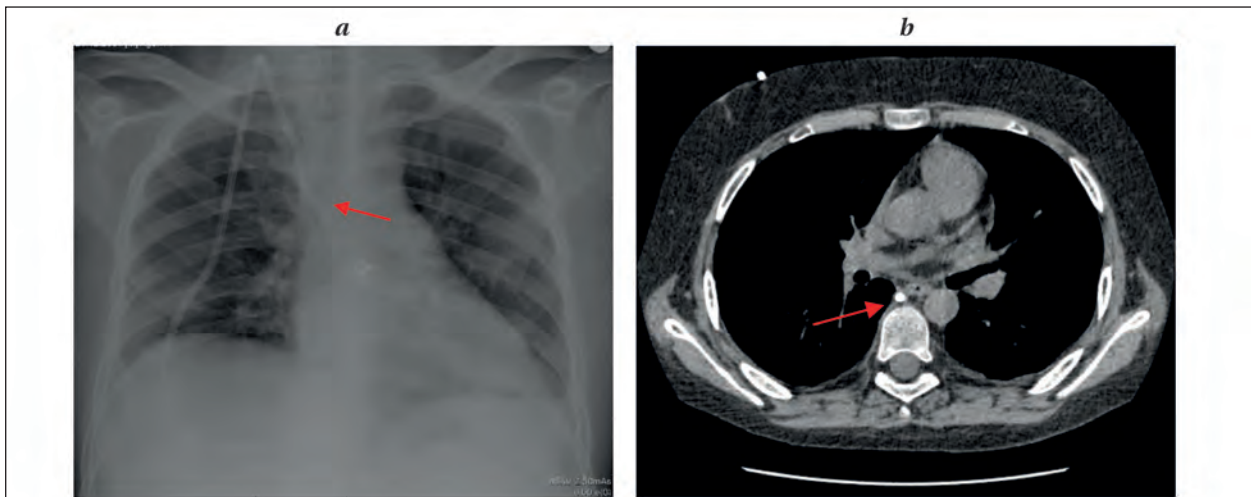


Рис. 2. Катетер установлен в непарную вену (стрелкой указали катетер в непарной вене).

водника. На рис. 5 представили извлеченный проводник с узлом. Во всех трех случаях отметили глубокое введение проводника и резкие движения проводником.

Жизнеугрожающие аритмии (желудочковая тахикардия, фибрилляция желудочков). Слишком глубокое введение проводника или катетера опасно развитием ряда осложнений, в том числе, представляющих опасность для жизни. В нашем центре совокупный риск острых нарушений сердечного ритма, связанных с катетеризацией составил 0,06–0,12%.

Клиническое наблюдение 1. Пациент Б. 16 лет, поступил в операционную для установки тоннельного катетера типа Nickman под ингаляционной анестезией севофлураном. Проходимость дыхательных путей поддерживали надгортанным

воздуховодом 2-го поколения. После введения проводника и касания им эндокарда развились частые желудочковые экстрасистолы, которые перешли в желудочковую тахикардию и фибрилляцию желудочков. Реанимационные мероприятия, включавшие непрямой массаж сердца и дефибрилляцию позволили восстановить сердечный ритм после первого разряда в 150 Дж.

Фиксация проводника в трабекулярной сети правого желудочка. Клинические наблюдения 2 и 3. У пациента В. 5 лет в 2016 г. и пациента Г. 8 лет в 2018 г. глубокое введение проводника в проекцию правого желудочка сопровождалось фиксацией J-образного кончика (предположительно за трабекулы миокарда). Удалить проводник не удалось. При попытке потянуть проводник на себя он колебался в

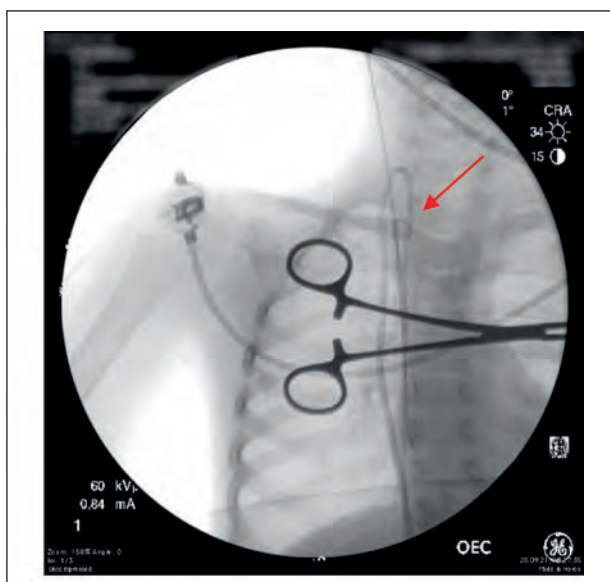


Рис. 3. Экстравазальное расположение J-образного проводника (стрелка). Сам проводник расположен в просвете вены.

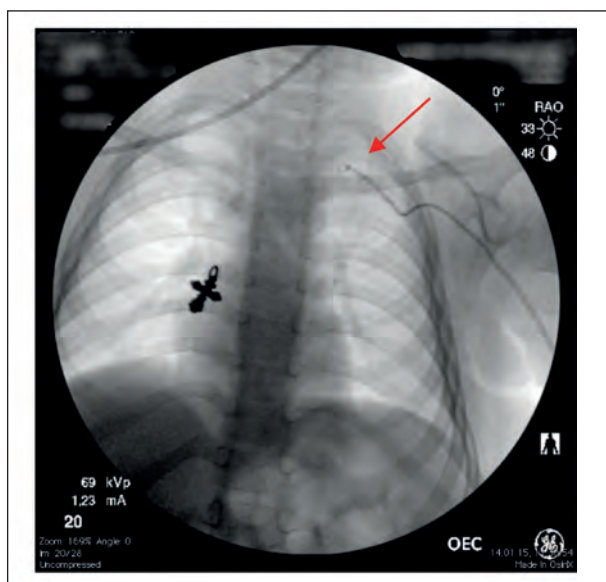


Рис. 4. Узел проводника в просвете вены (стрелка указывает на узел).

такт сердцебиениям, а по ЭКГ регистрировали extrasystoles. В обоих случаях помогло введение по проводнику катетера и «распрямление» J-образного кончика проводника в просвете катетера, после чего катетер извлекали до требуемого уровня.

В 2020 г. A. Verma и соавт. сообщили о подобном случае, когда извлечение проводника произошло без использования дополнительных устройств, путем вращения проводника против часовой стрелки с одновременным легким подтягиванием в такт сердечным сокращениям [9]. Авторы этого сообщения оправданно напомнили, что для предотвращения осложнений, связанных с глубоким введением проводника, не требуется введение проводника далее точки нахождения конца катетера.

Для извлечения проводника в подобных ситуациях через интрадьюсер или напрямую, с целью сохранения целостности гибкого кончика катетера, Unnikrishnan и соавт. [10] предложили технику распрямления J-образного кончика. Она предполагает прочное прижатие проводочного проводника средним, безымянным пальцами и мизинцем к ладони, и одновременное приложение усилия большим и указательным пальцами той же руки к проводнику, как бы «растягивая» его. Этот метод выпрямляет J-образный наконечник, и в результате значительного усилия при извлечении проводника не требуется. По мнению авторов метод не только позволяет избежать осложнений, связанных с расположением проводника, но также сохраняет целостность J-наконечника для его возможного повторного введения и позволяет избежать смещения вены.

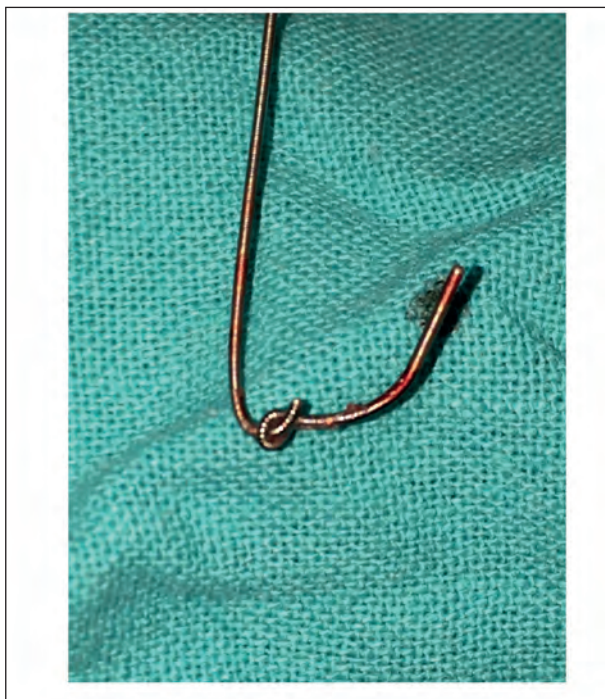


Рис. 5. Узел проводника после его извлечения.

При расположении проводника и катетера в проекции правого предсердия (по данным рентгенографии) он в реальности может находиться в нижней полой вене, что может в дальнейшем сопровождаться повышенной частотой развития тромботической окклюзии катетера из-за стояния катетера против тока крови или миграцией катетера в вены, впадающие в нижнюю полую вену. Подобный случай представили на рис. 6. Во время установки катетер располагался в проекции правого предсердия. В даль-

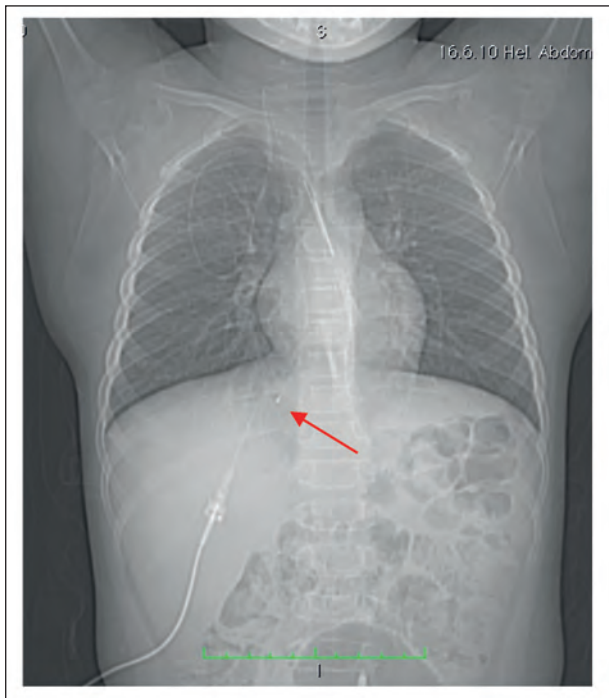


Рис. 6. Кончик катетера располагается в печеночной вене (на кончик катетера указывает стрелка).

нейшем выявили расположение кончика катетера в печеночной вене.

Профилактикой подобных осложнений является соблюдение правила «не вводить проводник глубже планируемого места расположения катетера». Для контроля глубины введения на некоторых моделях проводников наносят вспомогательные метки, указывающие как расстояние от кончика катетера в сантиметрах, так и идентификаторы его длины. При отсутствии меток мы используем следующий способ. В момент прохождения кончика иглы

J-образным наконечником конца меняются пальпаторные ощущения оператора. После этого оператор продолжает введение проводника, захватывая его пальцами на расстоянии примерно 1 см от павильона иглы. Таким образом можно посчитать примерную глубину введения проводника и в зависимости от анатомических характеристик пациента и места пункции вовремя остановиться.

Так же следует помнить об опасности извлечения проводника через иглу или применении к проводнику значительных физических усилий. Эти действия могут приводить к повреждению и фрагментации проводника (рис. 7) [11].

Пункция артерии. В обзоре [12] указывается, что частота пункций артерии достигает 6,3–9,4% при катетеризации яремной вены, 3,1–4,9% — при катетеризации подключичной вены и от 9 до 15% — при катетеризации бедренной вены. По данным Н. А. Романенко и соавт. [13] частота пункций артерии достигает 3%, развитие этого осложнения авторы связывают с техникой установки катетера.

В нашем центре совокупный риск непреднамеренной пункции и катетеризации артерии составлял от 0,44 до 2,00%. Чаше пункция артерии происходила при катетеризации подключичной вены, что, по нашему мнению, связано с большими трудностями УЗ навигации. При отсутствии УЗ аппарата причиной непреднамеренной пункции артерии являются анатомические особенности расположения артерий и вен у конкретного пациента, которые могут иметь выраженную вариабельность [14–16]. Кроме того, в случае пункции в подключичной области расположение места прокола кожи близко к ключице

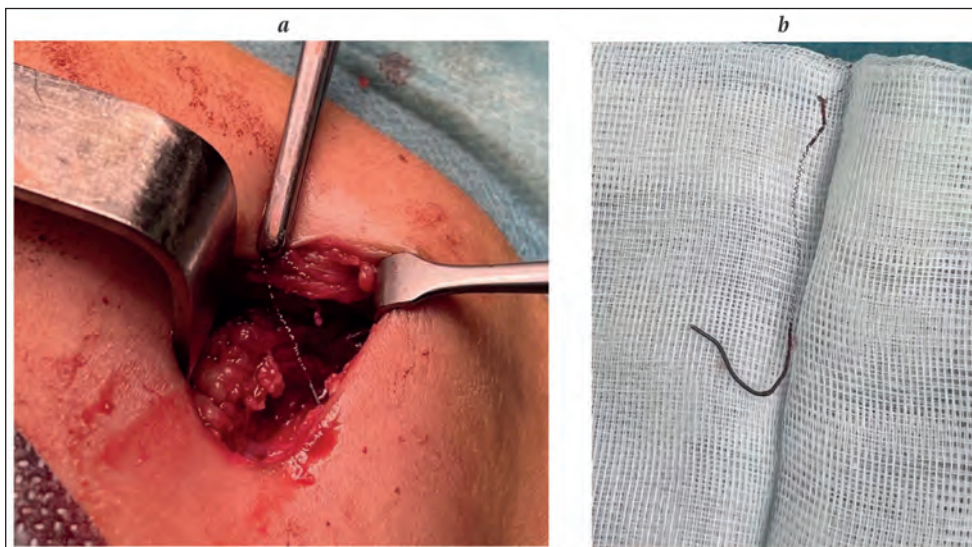


Рис. 7. Повреждение проводника: процесс хирургического извлечения (a) и извлеченный проводник (b).

приводит к прохождению иглы рядом с ключицей. В дальнейшем, при попытке завести кончик иглы под ключицу, костная основа начинает играть роль точки опоры рычага и не позволяет завести кончик иглы непосредственно к месту расположения вены. В результате направление хода иглы становится более вертикальным, несмотря на по-

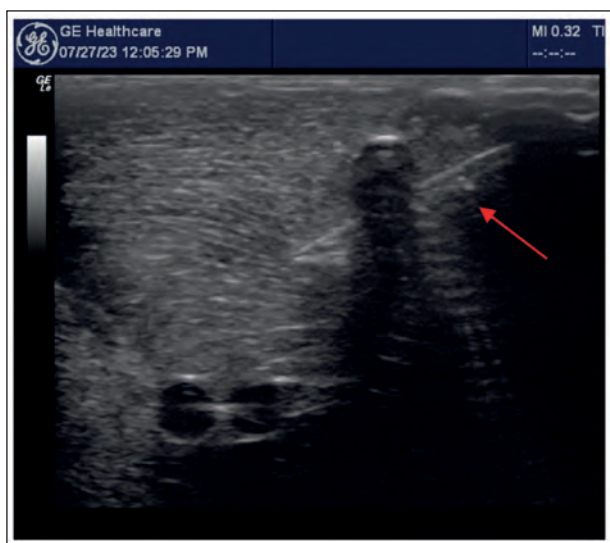


Рис. 8. Изгиб иглы при пункции под костным препятствием (симуляция) (стрелка указывает на иглу).

пытки «положить» иглу, и ее кончик направляется к артерии, которая расположена ниже вены (рис. 8).

УЗ-навигация позволяет увеличить частоту пункции вены с первой попытки и уменьшить частоту непреднамеренной пункции артерии, но не снижает общее число осложнений [17]. Основными причинами непреднамеренной пункции артерии при использовании УЗ-навигации является плохая визуализация кончика иглы (избыточная масса тела, дефекты техники выполнения визуализации, небольшой опыт оператора).

Одними из ранних признаков пункции артерии являются цвет вытекающей крови и ее пульсирующий ток, однако у нестабильных пациентов эти признаки могут быть неубедительными [18]. Рентгенологическая визуализация позволяет обнаружить расположение проводника слева от позвоночника и заподозрить катетеризацию артерии (рис. 9).

Существенная динамика изменения относительной инцидентности непреднамеренных пункций (катетеризаций) отсут-

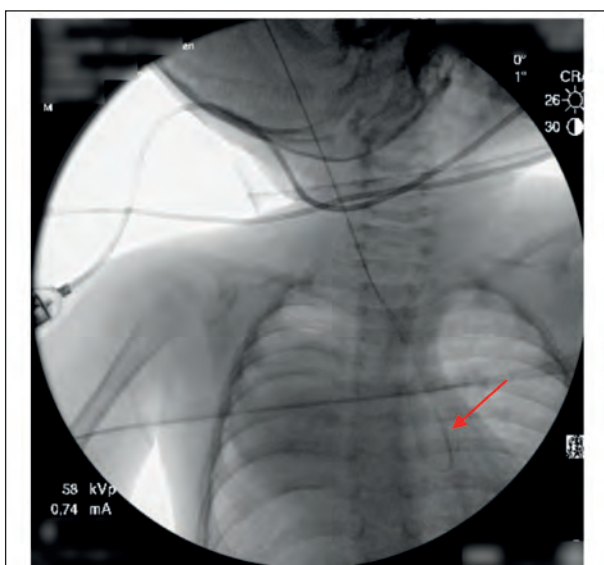


Рис. 9. Пункция артерии, проводник (отмечен стрелкой) расположен справа от позвоночника.

ствовала. Тем не менее, улучшение практических навыков УЗ-навигации в совокупности со специализацией всего лишь одного из сотрудников на катетеризации центральных вен снизили данный показатель на 1,5 случая на 100 катетеризаций в год.

Еще одной причиной повреждения стенки вены и перфорации близлежащих структур, по нашему мнению, является попытка проведения

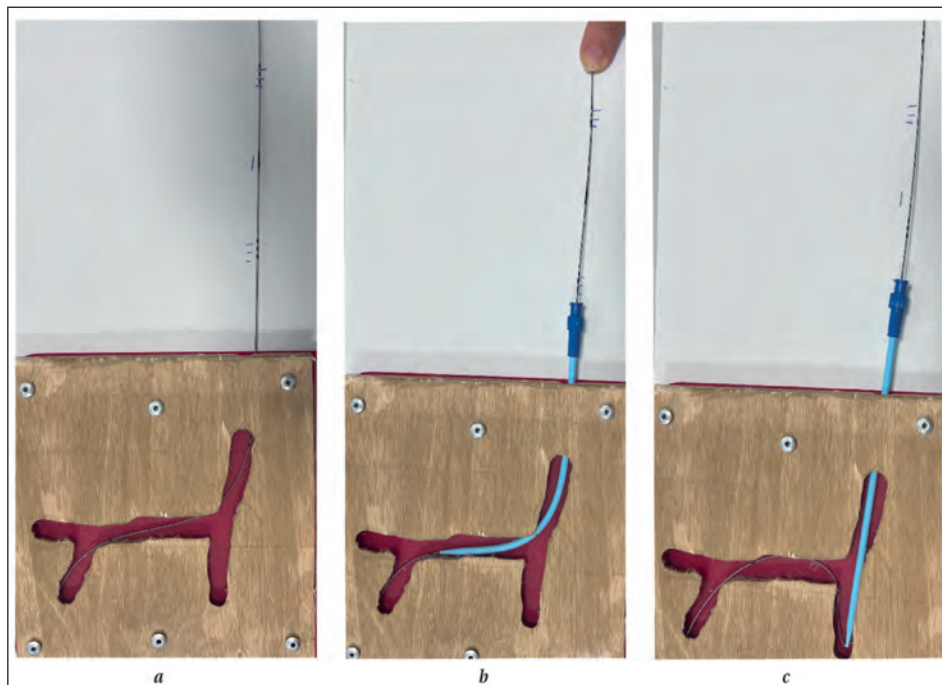


Рис. 10. Изменение направления проводника (симулятор).

Примечание. *a* — проводник введен в «сосудистое» русло в требующуюся вену (например из левой яремной вены в верхнюю полую вену); *b* — при удержании проводника на одном месте (метки на проводнике не смещаются относительно симулятора) катетер повторяет направление проводника; *c* — если проводник не удерживать, катетер за счет трения увлекает проводник за собой и при достаточной жесткости может перфорировать стенку вены.

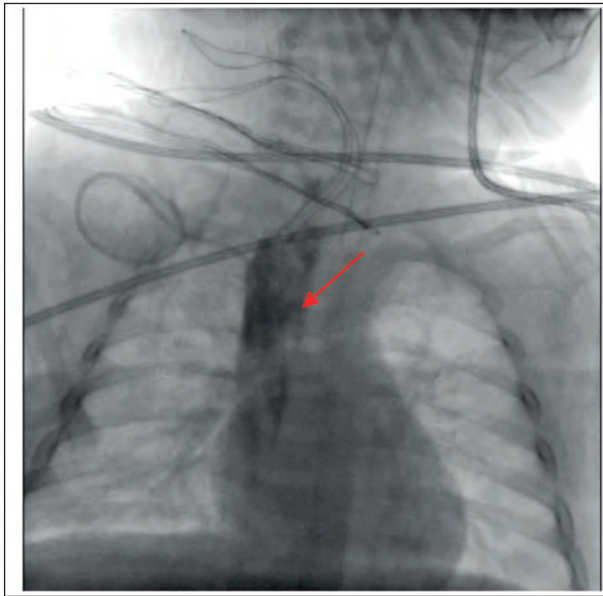


Рис. 11. Перфорация пищевода катетером (в пищеводе визуализируется контраст после окончания его введения). Стрелка указывает на контрастированный пищевод.

относительно жесткого катетера или расширителя по проводнику без жесткой фиксации последнего (рис. 10).

В этом случае более жесткое, чем проводник, устройство не скользит по траектории проводника, а двигается по своей траектории и «захватывая» и деформируя проводник тянет его за собой. На рис. 10 представили изменение направления движения проводника и интрадьюсера при случайном прекращении фиксации наружного конца проводника.

Подобным образом был поврежден пищевод во время ангиографического исследования при введении интрадьюсера по установленному через правую внутреннюю яремную вену проводнику. После введения рентген-контрастного вещества подтвердили повреждение пищевода и неверное расположение катетера (рис. 11).

В 2020 г. также сообщалось о случае перфорации внутренней яремной вены и пищевода во время постановки центрального катетера через левую внутреннюю яремную вену [19]. По данным L. Wang и соавт. [18] во время манипуляции с иглой, проводником, расширителем или катетером можно повредить даже такие глубоко расположенные структуры, как эпидуральное пространство с развитием эпидуральной гематомы.

Тампонада сердца. Одним из редких, но фатальных, осложнений является тампонада сердца. Поскольку перикард переходит в адвентиций больших сосудов чуть выше угла Людовига (примерно — уровень второго реберно-ключичного соединения), перфорация вены может привести к расположению катетера в

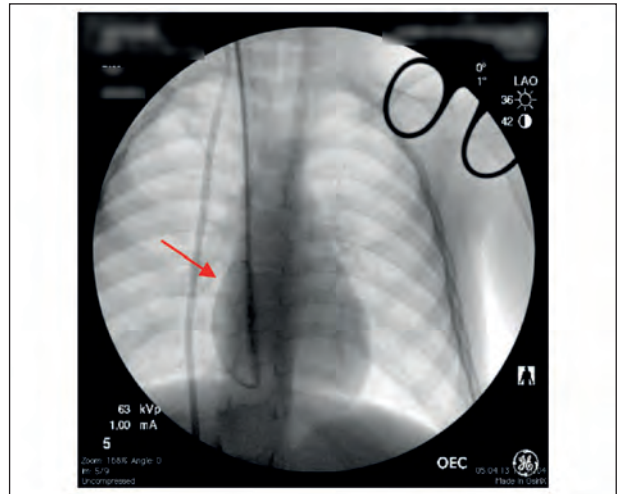


Рис. 12. Деформация проводника, повторяющая контур сердца.

перикарде. Как правило, подобный механизм повреждения приводит к «внезапному» развитию тампонады через несколько часов после начала инфузионной терапии [20].

Еще одной из причин развития тампонады является механическое повреждение непосредственно миокарда, которое проявляется, как правило, непосредственно в процессе установки катетера.

Клиническое наблюдение 4. Пациент Д., 2 лет поступил в операционную для установки тоннельного катетера. В верхнюю полую вену ввели проводник и его положение визуализировали на границе верхней полой вены и правого предсердия. При введении расщепляемого интрадьюсера оператор не ненадежно фиксировал наружный конец проводника и не обратил внимания на изменение его конфигурации во время рентгеноскопии (рис. 12).

После установки катетера отметили гипотензию до 40/20 мм рт. ст., брадикардию до 30 в × мин⁻¹, по данным рентгеноскопии — расширение границ сердца по сравнению с предыдущими снимками. Начали массаж сердца, обеспечили внутрикостный доступ. По данным ЭХО-КГ диагностировали гемоперикард с признаками тампонады сердца. На фоне продолжающейся сердечно-легочной реанимации выполнили торакотомию, перикардиотомию, выявили дефект миокарда в области правого предсердия, после ушивания которого удалось стабилизировать гемодинамические показатели. Однако у пациента остался выраженный неврологический дефицит.

Пневмоторакс, гемоторакс, пункция ткани легкого, альвеолярное кровотечение. Анатомические особенности расположения подключичных, яремных и брахиоцефальных вен могут увеличивать опасность повреждения пункти-

руемой вены и развития пневмоторакса или гемоторакса. Подключичная, брахиоцефальная вена и верхняя полая вена непосредственно прилегают к плевральной полости (рис. 13). По данным литературы при невозможности использования УЗ навигации частота пневмотораксов достигает 0,8–3,0% [21, 22]. К сожалению, применение УЗ навигации при потере визуализации иглы также не избавляет от развития этих осложнений.

При пункции в точке Аубаниака (1 см ниже границы внутренней и средней трети ключицы) игла направляется в сторону грудино-ключичного сочленения, то есть фактически производится пункция в области места слияния подключичной вены с яремной и их перехода в брахиоцефальную вену. В этой области расположена и верхушка легкого, что создает условия для развития или пневмоторакса и/или альвеолярного кровотечения.

Клиническое наблюдение 5. Пациент Ж., 6 лет. Поступила в операционную для установки тоннельного катетера. В момент установки про-

водник и катетер находились в проекции верхней полой вены. На необычное положение проводника и катетера оператор не обратил внимания (рис. 14). Через 6 ч, после начала инфузии стерофундина, при осмотре лечащим врачом обнаружили ослабление дыхания в правой половине грудной клетки. Контрольная рентгенография подтвердила правосторонний гемоторакс (рис. 15). При аспирации из катетера получена слабоокрашенная жидкость. После прекращения аспирации жидкости катетер удалили. Плевральную полость дренировали.

Контрольная рентгенограмма в данном случае была выполнена только после появления клинических признаков гидроторакса из-за мнения оператора, что отсутствие признаков пневмо- или гидроторакса на интрапроцедурной рентгенограмме достаточно для исключения этого осложнения.

Основным способом своевременной диагностики гидроторакса является выполнение

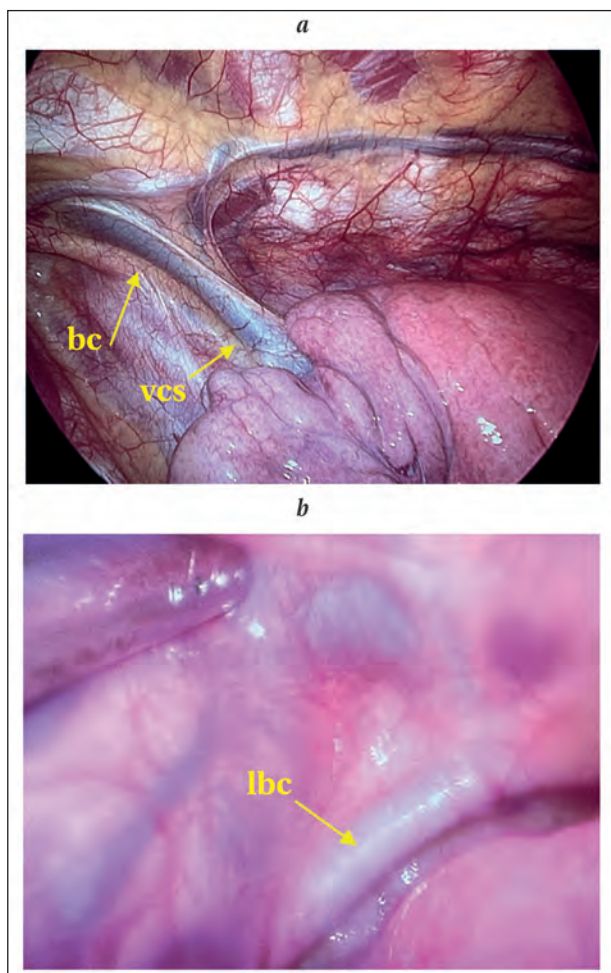


Рис. 13. *a* — правая брахиоцефальная (bc) и верхняя полая вена (vcs) при торакоскопии; *b* — левая брахиоцефальная вена (lbc) при торакоскопии.

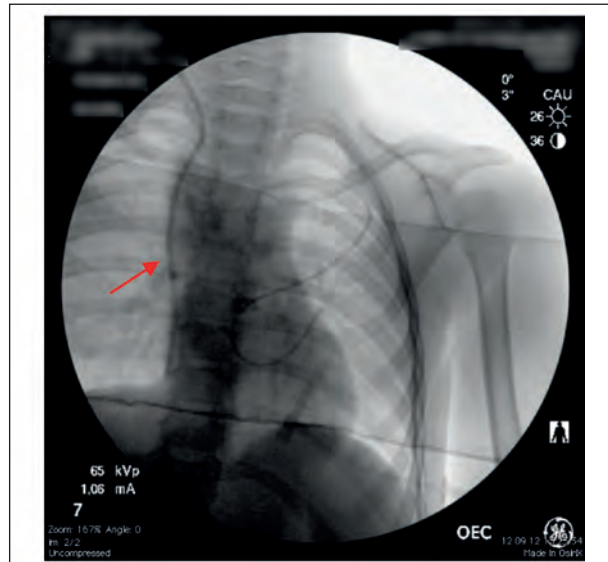


Рис. 14. Катетер в плевральной полости (указан стрелкой).



Рис. 15. Правосторонний гидроторакс.



Рис. 16. Катетер проходит через ткань легкого (указан стрелкой).

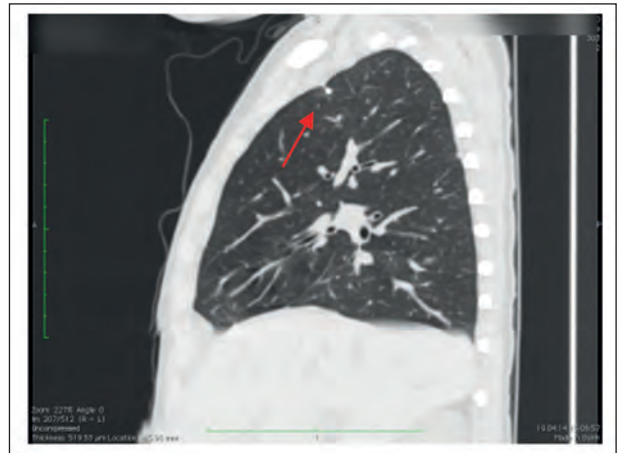


Рис. 17. Катетер проходит через ткань легкого (катетер указан стрелкой).

рентгенографии грудной клетки в течение 6 ч после катетеризации. С целью снижения рентгенологической нагрузки можно использовать УЗ исследование плевральных полостей.

Еще одним вариантом контроля положения катетера и исключения осложнений может являться заблаговременное планирование выполнения катетеризации центральной вены перед плановой компьютерной томографией грудной клетки. Но этот вариант применим в основном при плановой катетеризации.

Пациент 3., 5 лет поступил с катетером, ранее установленным путем пункции правой подключичной вены. Перед заменой катетера выполнили КТ грудной клетки, на которой выявили пункцию и «катетеризацию» верхней доли правого легкого (рис. 17).

Удаление катетера прошло без ожидаемого развития пневмоторакса, вероятнее всего из-за того, что катетер был к тому времени покрыт фибриновым «чехлом».

Клиническое наблюдение 6. Пациент И., 12 лет поступил для оперативного лечения. Перед оперативным вмешательством установили центральный катетер путем пункции правой подключичной вены. В момент пункции использовали УЗ навигацию по длинной оси. Из-за затруднений при визуализации иглы оператор ориентировался на движение окружающих иглу тканей. Пункция вены и введение проводника — с первой попытки. Введение катетера проходило без особенностей. При контрольной рентгенографии — катетер в области верхней полой вены. Во время выполнения торакоскопии справа выявили дислокацию катетера из подключичной вены, его сквозной проход через ткань легкого и вход в правую брахиоцефальную вену (рис. 18). Во время торакоскопии катетер был удален хирургом.

В данном случае некачественная визуализация иглы была причиной сдавления подклю-



Рис. 18. Катетер выходит из подключичной вены и, пройдя легкое, входит в брахиоцефальную вену.

чичной вены иглой и незамеченный прокол обеих стенок вены с дальнейшим продвижением иглы и пункцией брахиоцефальной вены, откуда и был получен ток крови. Затем по проводнику был введен катетер, прошедший насквозь через подключичную вену, плевральную полость, ткань верхушки легкого в брахиоцефальную вену.

Повреждение легкого может сопровождаться альвеолярным кровотечением, иногда приводящим к фатальным исходам.

Клиническое наблюдение 7. Пациент К., 9 лет с острым лимфобластным лейкозом. Выполняли катетеризацию правой подключичной вены, по анатомическим ориентирам, без использования ультразвука. Первая попытка окончилась пункцией артерии, пункцию вены осуществили с третьей попытки. После установки катетера по проводнику отмечали снижение SpO_2 до 83%. По данным УЗ исследования плевральных полостей признаков пневмоторакса или

гемоторакса не выявили. В момент исследования обнаружили появление крови в ротовой полости, развитие брадикардии вплоть до асистолии. Начали сердечно-легочную реанимацию с положительным эффектом. Произвели интубацию трахеи, из трахеобронхиального дерева санировали темную кровь. По данным рентгенографии грудной клетки: двусторонние полисегментарные инфильтративные затенения, больше выраженные справа (рис. 19). При повторном УЗ исследовании плевральных полостей выявили свободную жидкость в правой плевральной полости по задне-нижним отделам, сепарацию листков плевры до 6–7 мм, а в правом плевральном синусе — до 10 мм. Продолжили респираторную поддержку. Через 7 ч отметили повторное легочное кровотечение, сопровождавшееся гипоксией и брадикардией с остановкой сердца. На вскрытии просвет всех бронхов был obturated сгустками крови.

Развитие альвеолярного кровотечения в результате пункции ткани легкого описано также в работах N. S. Yelgeç и соавт., A. Bagchi и соавт., A. S. Bawa и соавт., A. Goldberg и соавт. и A. Kossaiy и соавт. [22–26]. N. S. Yeldec и соавт. предположили, что его основными механизмами является повреждение ткани легкого или артерии (как подключичной артерии так и легочной артерии, или их ветвей) [27]. В случае изолированного повреждения легкого подобное осложнение протекает, как правило, доброкачественно [22]. Если же повреждение легкого сопровождается повреждением артерии, по мнению A. Goldberg и соавт., часто образуется свищевой ход между кровеносным сосудом и бронхом [25]. В этих случаях исход может быть летальным, особенно при наличии у пациента сопутствующей сердечной недостаточности, хронической дыхательной недостаточности или коагулопатии [22, 27].

Неврологические нарушения, связанные с катетеризацией центральных вен. Синдром Горнера, включающий в себя триаду: птоз, миоз, энофтальм, впервые был описан в 1968 г. F. Horner [28], который и связал его с нарушением симпатической иннервации глаза. Любое нарушение в окулосимпатическом тракте, который включает в себя три группы нейронов может быть причиной синдрома Горнера. Нейроны первого порядка начинаются в заднелатеральном гипоталамусе, проходят через ствол мозга и в промежуточно-латеральном сером столбе спинного мозга на уровне C8-E1. Нейроны второго порядка проходят через верхушку легкого в шейную симпатическую цепочку около адвентиции сонной артерии. Нейроны третьего порядка начинаются в верхнем шейном ганглии, откуда они проходят по оболочке внутренней

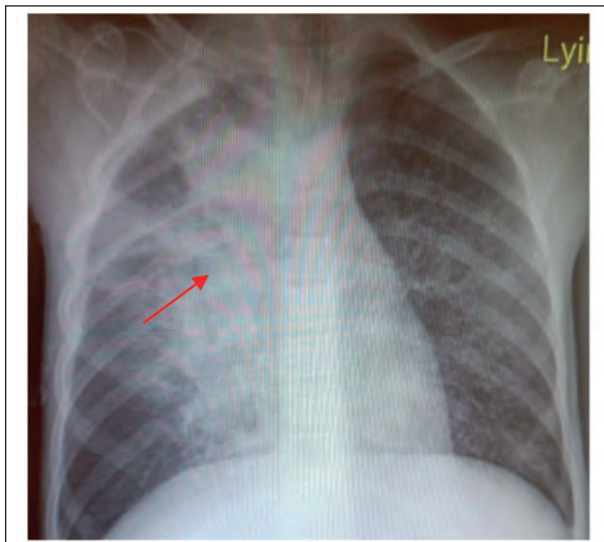


Рис. 19. Инфильтрация в результате легочного кровотечения (отмечена стрелкой).

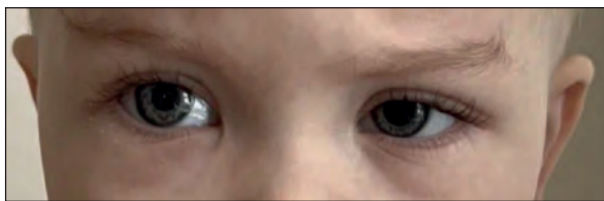


Рис. 20. Симптом Горнера (птоз левого века).

сонной артерии в череп, где делятся на короткие цилиарные (иннервируют мышцу Мюллера) и длинные цилиарные нервы (иннервируют дилататор зрачка) [29].

Клиническое наблюдение 8. Пациенту Л. 4 лет выполнили имплантацию тоннельного катетера через левую внутреннюю яремную вену под контролем УЗИ. Во время катетеризации во время первой попытки получили кровь. При попытке провести проводник отметили экстравазацию проводника, развитие гематомы в месте пункции. Вторая попытка катетеризации была успешна. Через 5 ч у пациента родителями отмечен птоз левого века (рис. 20). Пациент был осмотрен офтальмологом, диагностирован синдром Горнера. Продолжили наблюдение. Через 2 мес. после катетеризации явления левостороннего птоза купированы.

После катетеризации центральной вены синдром Горнера может развиваться в результате прямого повреждения симпатической цепочки или прямого повреждения околоподключичных нервных путей, или же путем сдавления нервных пучков гематомой. Его клинические признаки появляются в период от нескольких часов до 19 дней [30]. Поскольку специфического лечения синдрома Горнера нет, основным способом предупреждения этого осложнения является его профилактика.

С этой целью ряд авторов приводят рекомендации, которые заключаются в следующем [29, 30]:

1. Пункцию вены нужно производить под контролем УЗ высокого разрешения. Шейная симпатическая цепь может быть идентифицирована медиальнее лестничных мышц; латеральнее длинной мышцы шеи, пищевода и трахеи; выше подключичной артерии; и кзади от плевры и позвоночных сосудов [31].

2. Для предупреждения прокола сонной артерии и повреждения симпатической цепочки необходимо избегать слишком крутого наклона иглы.

3. Нужно поворачивать голову пациента менее, чем на 30°.

4. Избегать многократных попыток пункции.

5. При повреждении сонной артерии производить ее компрессию для предупреждения образования гематомы.

Повреждение диафрагмального нерва.

Условия, при которых может происходить прямое повреждение диафрагмального нерва (иглой, сдавление нерва гематомой или катетером, блокада нерва из-за введения местного анестетика) определяются его анатомическим расположением. Диафрагмальный нерв образуется в основном из корешков С3-5. Он спускается по передней поверхности передней лестничной мышцы позади предпозвоночной фасции. Затем пересекает подключичную артерию позади подключичной вены и входит в грудную клетку. В некоторых случаях диафрагмальный нерв может прободать стенку подключичной вены. В грудной клетке нерв контактирует с медиастинальной плеврой на всем пути к диафрагме. Правый диафрагмальный нерв контактирует также с верхней полой веной [32].

Клиническое наблюдение 9. Пациент М., 3 лет поступил в операционную для катетеризации правой подключичной вены перед оперативным вмешательством. Пункцию выполняли под контролем УЗ. Во время первой попытки пунктировали подключичную артерию. Со второй попытки выполнили пункцию и катетеризацию подключичной вены справа. Катетер ввели без трудностей. Через 20 ч у пациента при осмотре отметили отставание правой половины грудной клетки при дыхании, при аускультации — ослабление дыхания справа. На контрольной рентгенограмме выявили подъем купола диафрагмы справа, указывающий на паралич диафрагмального нерва справа. Парез диафрагмы разрешился через 12 дней после катетеризации. Состояние расценили, как сдавление гематомой диафрагмального нерва, что и явилось причиной его преходящего паралича.

В 2001 г. был описан случай пареза правого диафрагмального нерва из-за его сдавления через тонкую стенку верхней полый вены катетером, введенным при катетеризации левой подключичной вены [33].

В 2017 г. М. В. Быков и соавт. [34] описали парез блуждающего нерва, который также располагается в непосредственной близости от внутренней яремной вены. Предположительно, причиной пареза была гематома. Так как механизм повреждений диафрагмального нерва и блуждающего нерва такой же, как и при повреждении других нервных стволов, рекомендации по уменьшению риска развития повреждения диафрагмального нерва аналогичны.

Псевдоаневризма артерии. Псевдоаневризма представляет собой скопление крови, которое сообщается с просветом артерии, но не окружено артериальной стенкой [35, 36]. Ятрогенные псевдоаневризмы формируются, когда место пункции не герметизируется, в результате чего артериальная кровь выбрасывается в окружающие ткани и образует пульсирующую гематому. Клинически они проявляются болезненностью различной степени выраженности, образованием пульсирующей гематомы, появлением объективных признаков шума или дрожи над гематомой. Без лечения псевдоаневризмы могут осложняться разрывом, дистальной эмболией, невропатией, хронической локальной болью и локальной ишемией кожи [37, 38].

Клиническое наблюдение 10. Пациентка Н. 17 лет поступила в операционную для катетеризации левой бедренной вены катетером 12F под контролем УЗ для проведения афереза. Первая попытка катетеризации закончилась пункцией артерии. Осуществили компрессию места пункции продолжительностью примерно 3 мин, после чего успешно катетеризировали левую бедренную вену. В вену без особенностей ввели катетер длиной 20 см. На следующий день, через 3 ч после проведения афереза, катетер удалили. Компрессию в месте пункции не проводили. Спустя 4 дня после установки катетера пациентка пожаловалась на боли в области пункции сосудов, появление эластичного пульсирующего образования. При выполнении УЗ исследования выявили наличие псевдоаневризмы правой бедренной артерии (рис. 21).

Наложили компрессионную повязку на 4 дня, после чего клинические проявления были купированы.

Описано несколько случаев образования псевдоаневризмы после попыток пункции и катетеризации вен бассейна верхней полый вены с последующим развитием парезов плечевого сплетения. В одном случае описана пункция сонной артерии при попытке катетеризации

внутренней яремной вены с развитием пареза плечевого сплетения в результате его сдавления [39]. Во втором — развитие псевдоаневризмы после пункции подключичной артерии, также с развитием пареза плечевого сплетения [40].

В лечении пациентов с псевдоаневризмами может применяться открытый хирургический метод, компрессия аневризмы под УЗ контролем или без него, а также введение тромбина или коллагена в псевдоаневризму, эндоваскулярное стентирование [37–41]. Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки [38].

В сообщении S. Balethbail и соавт. [42] описывается развитие тромбоза псевдоаневризмы позвоночной артерии произошедший на 4-й день после случайной пункции позвоночной артерии поисковой иглой. Лечение этой пациентке не проводилось, так как инъекция тромбина была противопоказана, а от хирургического вмешательства отказались родственники.

Таким образом, катетеризация центральных вен остается манипуляцией, сопровождаемой возможностью развития осложнений. Применение УЗ навигации в настоящее время не позволяет полностью избежать их развития что обусловлено как навыками оператора, так и анатомическими особенностями пациента. Но УЗ навигация и применение роботизиро-

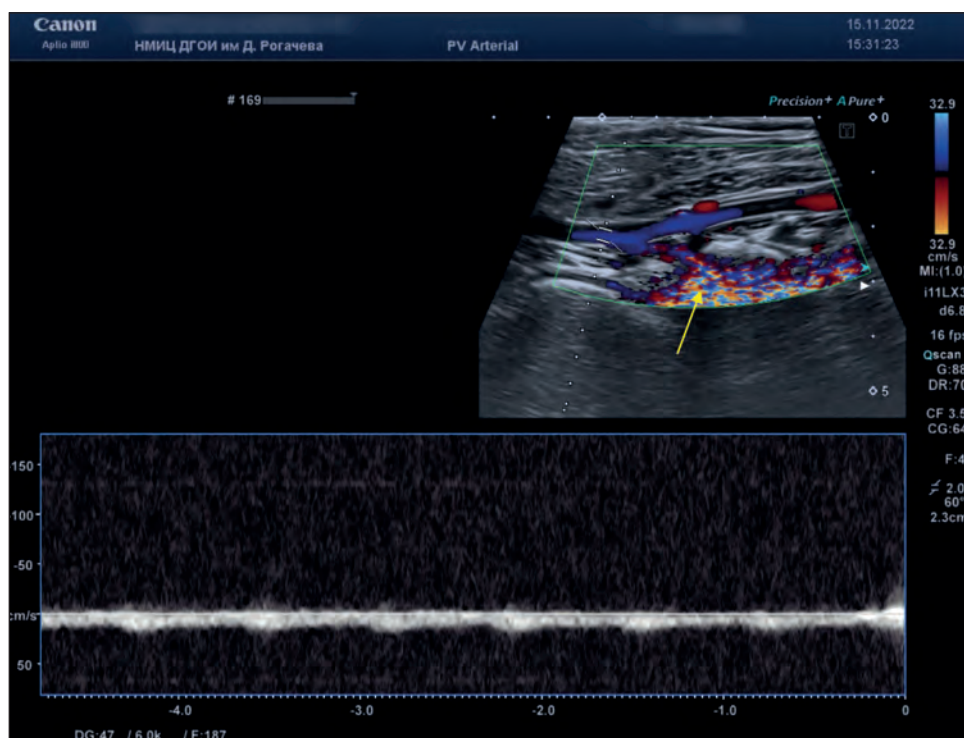


Рис. 21. Псевдоаневризма бедренной артерии (отмечена стрелкой).

ванных устройств, позволяющих автоматически выполнять пункцию вен, увеличивает вероятность пункции вены с первой попытки, что способствует снижению риска развития осложнений [43, 44].

Заключение

Понимание причин развития различных видов осложнений пункций и катетеризаций вен, в том числе редких, позволяет своевременно их диагностировать и оказывать необходимую помощь. Система фиксации, контроля и аудита осложнений при установке центрального венозного доступа с последующим усовершенствованием мануальных навыков и предупреждением выявленных причин на тренажерах в симуляционном классе учреждения способно снизить инцидентность развития осложнений пункций и катетеризаций вен.

Литература

1. Askegard-Giesmann J. R., Caniano D. A., Kenney B. D. Rare but serious complications of central line insertion. *Semin Pediatr Surg.* 2009; 18 (2): 73–83.
2. Вартанова И. В., Вартанов В. Я., Родина Н. А. Прикладные анатомо-клинические аспекты катетеризации центральных вен. Санкт-Петербург: Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова; 2024: 46–51. Vartanova I. V., Vartanov V. Ya., Rodina N. A. Applied anatomical and clinical aspects of central vein catheterization. St. Petersburg: S. M. Kirov Military Medical Academy; 2024: 46–51. (in Russ.).
3. Pittiruti M., Boxtel T. V., Scoppettuolo G., Carr P., Konstantinou E., Miluy G. O., Lamperti M., et al. European recommendations on the proper indication and use of peripheral venous access devices (the ERPIUP consensus): A WoCoVA project. *J Vasc Access.* 2021; 24 (1): 165–182. DOI: 10.1177/11297298211023274. PMID: 34088239.
4. Seldinger S. I. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography; a new technique. *Acta radiol.* 1953; 39 (5): 368–376. DOI: 10.3109/00016925309136722. PMID: 13057644.
5. Каледа В. И. Свен Ивар Сельдингер (1921–1998 гг.) и его метод катетеризации артерий. *Диагностическая и интервенционная радиология.* 2016; 10 (1): 64–67. Kaleda V. I. Sven Ivar Seldinger (1921–1998) and his method of catheterization of arteries. *Diagnostic and Interventional Radiology = Diagnosticheskaya i Interventsionnaya Radiologiya.* 2016; 10 (1): 64–67. (in Russ.).
6. Barone G., Pittiruti M., Biasucci D. G., Elisei D., Iacobone E., La Greca A., Marinosci G. Z., et al. Neo-ECHOTIP: A structured protocol for ultrasound-based tip navigation and tip location during placement of central venous access devices in neonates. *J Vasc Access.* 2022; 23 (5): 679–688. DOI: 10.1177/11297298211007703. PMID: 33818191.
7. La Greca A., Iacobone E., Elisei D., Biasucci D. G., D'Andrea V., Barone G., Marinosci G. Z., et al. ECHOTIP: A structured protocol for ultrasound-based tip navigation and tip location during placement of central venous access devices in adult patients. *J Vasc Access.* 2023; 24 (4): 535–544. DOI: 10.1177/11297298211044325. PMID: 34494474.
8. Marinosci G. Z., Biasucci D. G., Barone G., D'Andrea V., Elisei D., Iacobone E., La Greca A., et al. ECHOTIP-Ped: A structured protocol

- for ultrasound-based tip navigation and tip location during placement of central venous access devices in pediatric patients. *J Vasc Access*. 2023; 24 (1): 5–13. DOI: 10.1177/11297298211031391. PMID: 34256613.
9. Verma A., Chitransh V., Jaiswal S., Vishen A., Sheikh W. R., Haldar M., Ahuja R., et al. Guidewire entrapped in the right ventricle: a rare complication of hemodialysis catheter insertion. *Indian J Crit Care Med*. 2020; 24 (1): 80–81. DOI: 10.5005/jp-journals-10071-23334. PMID: 32148357.
 10. Unnikrishnan K. P., Sinha P. K., Nalgirkar R. S. An alternative and simple technique of guidewire retrieval in a failed Seldinger technique. *Anesth Analg*. 2005; 100 (3): 898–899. DOI: 10.1213/01.ANE.0000146654.99367.DD. PMID: 15728092.
 11. Park S. K., Yi I.-K., Lee J.-H., Kim D.-H., Lee S.-Y. Fracture of J-tipped guidewire during central venous catheterization and its successful removal under fluoroscopic guidance — a case report. *Korean J Anesthesiol*. 2012; 63 (5): 457–460. DOI: 10.4097/kjae.2012.63.5.457. PMID: 23198042.
 12. McGee D. C., Gould M. K. Preventing complications of central venous catheterization. *N Engl J Med*. 2003; 348 (12): 1123–1133. DOI: 10.1056/NEJMra011883. PMID: 12646670.
 13. Романенко Н. А., Шилова Е. Р., Алборов А. Э., Волошин С. В., Чеботкевич В. Н. Тромботические, геморрагические и другие осложнения, констатируемые в процессе и после катетеризаций центральной вены у пациентов онкогематологического профиля. *Вестник Гематологии*. 2020; 16 (4): 54–55. Romanenko N. A., Shilova E. R., Alborov A. E., Voloshin S. V., Chebotkevich V. N. Thrombotic, hemorrhagic and other complications detected during and after catheterization of the central vein in patients with hematological profile. *Bulletin of Hematology = Vestnik Gematologii*. 2020; 16 (4): 54–55. (in Russ.)
 14. Быков М. В. Ультразвуковые исследования в обеспечении инфузионной терапии в отделениях реанимации и интенсивной терапии. Тверь: ООО «Издательство «Триада»; 2011: 36. Bykov M. V. Ultrasound examinations in providing infusion therapy in intensive care units. Tver: LLC «Publishing House «Triada»; 2011: 36.
 15. Soleimanpour H. Inadvertent arterial puncture during central venous catheter insertion. *Ann Clin Anal Med*. 2016; 7 (161). DOI: 10.4328/JCAM.1699
 16. Wierstra B., Au S. S., Cantle P. M., Romans K. Arterial placement of central venous catheters: beyond prevention to management. *Can J Gen Intern Med*. 2020; 159 (3): 45–48.
 17. Saugel B., Scheeren T. W. L., Teboul J.-L. Ultrasound-guided central venous catheter placement: a structured review and recommendations for clinical practice. *Crit Care*. 2017; 21 (1): 225. DOI: 10.1186/s13054-017-1814-y. PMID: 28844205.
 18. Wang L., Liu Z.-S., Wang C.-A. Malposition of central venous catheter: Presentation and management. *Chin Med J (Engl)*. 2016; 129 (2): 227–234. DOI: 10.4103/0366-6999.173525. PMID: 26830995.
 19. Chen W.-M., Chiang M.-S., Wang P. C., Wei K.-L., Tung S.-Y., Chang T. S., Hung C.-H. Esophageal perforation caused by a central venous catheter: A case report and literature review. *Adv Dig Med*. 2020; 7 (2): 93–96. DOI: 10.1002/aid2.13160.
 20. Kayashima K. Evaluation of mechanical complications during pediatric central venous catheter placement from 1994 to 2013. *Int J Anesthesiol Res*. 2013; 1 (1): 34–36. DOI: 10.14205/2310-9394.2013.01.01.5
 21. Karapinar B., Cura A. Complications of central venous catheterization in critically ill children. *Pediatr Int*. 2007; 49 (5): 593–599. DOI: 10.1111/j.1442-200X.2007.02407.x. PMID: 17875082.
 22. Yelgeç N. S., Oskan A., Turkan C., Alper A. T. Subclavian vein puncture-induced massive pulmonary hemorrhage and hemoptysis during pacemaker implantation. *North Clin Istanbul*. 2018; 5 (3): 254–255. DOI: 10.14744/nci.2017.86619. PMID: 30688923.
 23. Bagchi A., Agarwal R. K., Talwar K. K. Hemoptysis after subclavian vein puncture for pacemaker implantation: a case report. *J Cardiol Cardiovasc Med*. 2019; 4 (3): 192–194. DOI: 10.29328/journal.jccm.1001065.
 24. Bawa A. S., Jain V., Gutierrez G. Local pulmonary hemorrhage as a complication of subclavian vein catheterization. *Chest*. 2007; 132 (4): 695A. DOI: 10.1378/chest.132.4.MeetingAbstracts.695A
 25. Goldberg A., Rosenfeld I., Marmor A. Hemoptysis — a rare complication of pacemaker implantation. *Indian Pacing Electrophysiol J*. 2008; 8 (1): 75–76. PMID: 18270606.
 26. Kossaiy A., Nicolas N., Edde P. Hemoptysis after subclavian vein puncture for pacemaker implantation: importance of wire-guided venous puncture. *Clin Med Insights Case Rep*. 2012; 5: 119–122. DOI: 10.4137/CCRep.S10006. PMID: 22859867.
 27. Truong A. T., Brown D. L. Catastrophic hemothorax from lobar pulmonary artery puncture during attempted subclavian vein catheterization: the fallibility of venous blood aspiration. *J Clin Anesth*. 2009; 21 (5): 377–378. DOI: 10.1016/j.jclinane.2008.10.005. PMID: 19700295.
 28. Horner F. On a form of ptosis. *Arch Neurol*. 1968; 19 (5): 541–542. DOI: 10.1001/archneur.1968.00480050111013.
 29. Khan T. A., Zameer S., Ijaz U., Zahid M. A., Zameer N. U. A. Iatrogenic Horner's syndrome after insertion of a central venous catheter: recommendations for clinical practice. *Egypt J Intern Med*. 2022; 34 (1): 55. DOI: 10.1186/s43162-022-00144-6
 30. Zou Z. Y., Yao Y. T. Horner syndrome caused by internal jugular vein catheterization. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2020; 34 (6): 1636–1640. DOI: 10.1053/j.jvca.2019.06.031. PMID: 31350153.
 31. Narouze S., Vydyanathan A., Patel N. Ultrasound-guided stellate ganglion block successfully prevented esophageal puncture. *Pain Physician*. 2007; 10 (6): 747–752. PMID: 17987096.
 32. Paraskevas G. K., Raikos A., Chouliaras K., Papaziogas B. Variable anatomical relationship of phrenic nerve and subclavian vein: clinical implication for subclavian vein catheterization. *Br J Anaesth*. 2011; 106 (3): 348–351. DOI: 10.1093/bja/aeq373. PMID: 21233111.
 33. Takasaki Y., Arai T. Transient right phrenic nerve palsy associated with central venous catheterization. *Br J Anaesth*. 2001; 87 (3): 510–511. DOI: 10.1093/bja/87.3.510. PMID: 11517143.
 34. Быков М. В., Лазарев В. В., Багаев В. Г., Мадорский К. С., Быкова Л. В. Повреждение блуждающего нерва при пункции и катетеризации внутренней яремной вены — одно из редко выявляемых осложнений катетеризации центральных вен. *Российский вестник детской хирургии анестезиологии и реаниматологии*. 2017; 7 (3): 54–62. Bykov M. V., Lazarev V. V., Madorsky K. S., Bagaev V. G., Bykova L. V. Injury to the vagus nerve in the puncture and catheterization of the internal jugular vein: *Russ J Pediatr Surg Anesth Intensive Care = Rossiyskiy Vestnik Detskoy Khirurgii Anesteziologii i Reanimatologii*. 2017; 7 (3): 54–62. (in Russ. & Eng.). DOI: 10.17816/psa3c334.
 35. Leone V., Misuri D., Console N. Radial artery pseudoaneurysm after a single arterial puncture for blood-gas analysis: a case report. *Cases J*. 2009; 2: 6890. DOI: 10.4076/1757-1626-2-6890. PMID: 19829877.
 36. Levis J. T., Garmel G. M. Radial artery pseudoaneurysm formation after cat bite to the wrist. *Ann Emerg Med*. 2008; 51 (5): 668–670. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2007.11.031. PMID: 18325629.
 37. Eisenberg L., Paulson E. K., Kliever M. A., Hudson M. P., DeLong D. M., Carroll B. A. Sonographically guided compression repair of pseudoaneurysms: further experience from a single institution. *AJR Am J Roentgenol*. 1999; 173 (6): 1567–1573. DOI: 10.2214/ajr.173.6.10584803. PMID: 10584803
 38. Lenartova M., Tak T. Iatrogenic pseudoaneurysm of femoral artery: case report and literature review. *Clin Med Res*. 2003; 1 (3): 243–247. DOI: 10.3121/cmr.1.3.243. PMID: 15931315.
 39. Mol T. N., Gupta A., Narain U. Brachial plexus compression due to subclavian artery pseudoaneurysm from internal jugular vein catheterization. *Indian J Nephrol*. 2017; 27 (2): 148–150. DOI: 10.4103/0971-4065.179334. PMID: 28356671.
 40. Al-Thani H., Hussein A., Sadek A., Barah A., El-Menyar A. Balloon-assisted percutaneous thrombin injection for treatment of iatrogenic left subclavian artery pseudoaneurysm in a critically ill COVID-19 patient. *Case Rep Vasc Med*. 2021; 2021: 4245484. DOI: 10.1155/2021/4245484. PMID: 34659861.
 41. Weger N., Klaassen Z., Slurt C., Hertz S. Endovascular treatment of a pseudoaneurysm after an iatrogenic axillary artery injury. *Ann Vasc Surg*. 2010; 24 (6): 826. e9–12. DOI: 10.1016/j.avsg.2009.12.019. PMID: 20471203.
 42. Balethbail S., Singha S. K., Gayatri P. Vertebral artery pseudoaneurysm a complication after attempted internal jugular vein catheterization in a neurosurgical patient. *J Neurosurg. Anesthesiol*. 2011; 23 (1): 53. DOI: 10.1097/ANA.0b013e3181f20616. PMID: 21252709.
 43. Scholten H. J., Pourtaherian A., Mihajlovic N., Korsten H. H. M., Bouwman R. A. Improving needle tip identification during ultrasound-guided procedures in anaesthetic practice. *Anaesthesia*. 2017; 72 (7): 889–904. DOI: 10.1111/anae.13921. PMID: 28542716.
 44. Лакхин Р. Е., Антипин Э. Э., Баутин А. Е., Корячкин В. А., Уваров Д. Н., Теплых Б. А., Ульрих Г. Э., с соавт. Клинические рекомендации по катетеризации сосудов под контролем ультразвука. Общероссийская общественная организация «Федерация Анестезиологов и Реаниматологов». 2015. Lakhin R. E., Antipin E. E., Bautin A. E., Koryachkin V. A., Uvarov D. N., Teplykh B. A., Ulrikh G. E., et al. Clinical guidelines for catheterization of blood vessels under ultrasound control. All-Russian public organization «Federation of Anesthesiologists and Intensive Care Specialists». 2015. (in Russ.). eLIBRARY ID: 26002350.

Принята 04.03.2024
Принята 14.08.2024