

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ КАТЕТЕРИЗАЦИИ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ ВЕН НА СНИЖЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ЛОКАЛЬНЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ У ПАЦИЕНТОВ С ТРУДНЫМ ВЕНОЗНЫМ ДОСТУПОМ

^{1,2}Архиреева Л.Ю., ²Мидленко О.В., ²Мидленко В.И., ²Павлов М.О.

¹ГУЗ «ГКБ св. ап. Андрея Первозванного», Ульяновск, e-mail: arkhireevalarisa@gmail.com;

²ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», Ульяновск

Катетеризация периферических вен у пациентов с трудным венозным доступом часто сопровождается развитием локальных осложнений. Профилактика локальных осложнений катетеризации периферических вен в хирургических стационарах является актуальной задачей современной медицины. Цель исследования: оценить влияние ультразвукового контроля катетеризации периферической вены на динамику количества локальных осложнений у пациентов с трудным венозным доступом. Проведено открытое рандомизированное исследование с участием 108 пациенток женского пола, проходивших лечение в акушерско-гинекологическом отделении многопрофильного стационара городской клинической больницы св. ап. Андрея Первозванного, которым была необходима установка периферического венозного катетера. Участники исследования были разделены на контрольную группу - 57(52,8%) человек, в которой катетер устанавливался с использованием традиционной методики (анатомических ориентиров, пальпации и визуализации вены) и основную группу - 51(47,2%) человек, где катетеризация выполнялась под контролем ультразвукового исследования. Оценку проводили регистрацией количества попыток до успешной катетеризации, регистрацией осложнений и времени, затраченного на установку периферического катетера. В основной группе наблюдалось значительное снижение количества локальных осложнений. Также по сравнению с контрольной группой количество катетеризаций с первой попытки было значительно выше. Полученные данные могут способствовать широкому внедрению катетеризации периферических вен под контролем ультразвукового исследования у пациентов с трудным венозным доступом.

Ключевые слова: периферические вены, ультразвуковое исследование, осложнения катетеризации, трудный венозный доступ.

THE EFFECT OF ULTRASOUND MONITORING OF PERIPHERAL VEIN CATHETERIZATION ON REDUCING THE NUMBER OF LOCAL COMPLICATIONS IN PATIENTS WITH DIFFICULT VENOUS ACCESS

^{1,2}Arkhireeva L.Yu., ²Midlenko O.V., ²Midlenko V.I., ²Pavlov M.O.

Clinical Hospital of St. Apostle Andrew Pervozvanny, Ulyanovsk, e-mail: arkhireevalarisa@gmail.com;

²Ulyanovsk State University, Ulyanovsk

Peripheral vein catheterization in patients with difficult venous access is often accompanied by the development of local complications. Prevention of local complications of peripheral vein catheterization in surgical hospitals is an urgent task of modern medicine. The use of ultrasound techniques for monitoring the catheterization procedure can significantly increase the chances of successful catheterization in such patients on the first attempt, reduce injury to the vascular wall and, thereby, reduce the number of local complications. The aim of the study was to evaluate the effect of ultrasound monitoring of peripheral vein catheterization on reducing the number of local complications in patients with difficult venous access. An open randomized study was conducted with the participation of 108 female patients who were treated in the obstetric and gynecological department of the multidisciplinary hospital of St. Andrew the First-Called City Clinical Hospital, who needed the installation of a peripheral venous catheter. The study participants were divided into a control group: 57 (52.8%) people, in which the catheter was installed using traditional techniques (anatomical landmarks, palpation and visualization of the vein) and the main group: 51(47.2%) people, where catheterization was performed under the supervision of ultrasound. The assessment was performed by recording the number of attempts before successful catheterization, recording complications, and the time spent installing a peripheral catheter. In the main group, there was a significant decrease in the number of local complications. Also, compared with the control group, the number of catheterizations on the first attempt was significantly higher. The data obtained can contribute to the widespread introduction of peripheral vein catheterization under ultrasound control in patients with difficult venous access.

Keywords: Peripheral Veins, ultrasound examination, catheterization complications, difficult venous access.

Введение

Катетеризация периферических вен является одной из наиболее широко используемых инвазивных процедур в хирургических стационарах [1]. Известно, что в мире устанавливается более миллиарда периферических катетеров в год [2]. Аналитики TechNavio прогнозируют, что глобальный рынок периферических внутривенных катетеров будет расти со среднегодовым темпом роста 8,08% [3].

Вместе с ростом количества устанавливаемых катетеров растет и количество осложнений, связанных с катетеризацией, при этом процент осложнений может достигать, по мнению ряда авторов, 97-100%. В основе данных осложнений лежит травма венозной стенки иглой катетера, которая возникает при проникновении иглы через стенку сосуда и является неотъемлемым спутником катетеризации [4]. Пациенты с трудным венозным доступом испытывают многочисленные неудачные попытки установки периферического катетера, что увеличивает риск возникновения осложнений и снижает приверженность пациентов к лечению [5]. В связи с этим поиск методов, которые помогут устанавливать периферический венозный катетер с первой попытки, уменьшить травматизацию сосудистой стенки, является актуальной проблемой современной хирургии.

В основе защиты венозной стенки во время катетеризации лежит улучшение визуализации сосуда и окружающих тканей на всем протяжении выполнения этой манипуляции. Качественная визуализация сосуда и иглы возможна с помощью ультразвуковых методик [6]. Ультразвуковой контроль катетеризации периферической вены позволит выполнить введение катетера с первой попытки, уменьшить степень ранения сосуда, снизить количество локальных осложнений катетеризации [7; 8].

Цель исследования: оценить влияние ультразвукового контроля катетеризации периферической вены на динамику количества локальных осложнений у пациентов с трудным венозным доступом.

Материалы и методы исследования

Проведено открытое рандомизированное клиническое исследование пациентов женского пола, которые были определены как пациенты с трудным венозным доступом (ТВД). Выборка проводилась с сентября по июнь 2023 года в родильном доме многопрофильного хирургического стационара ГУЗ «ГКБ св. ап. Андрея Первозванного» г. Ульяновска. В исследование было включено 108 пациентов женского пола, которым по разным причинам потребовалась катетеризация периферической вены. Возраст составил от 18 до 43 лет, медиана

составила $29,02 \pm 6,0$ лет (Q1 21,00; Q3 33,25). Критерии включения: беременные, родильницы и роженицы старше 18 лет, вены которых не пальпировались, не были видны при осмотре вследствие избыточной массы тела, отекающего синдрома или которые имели анамнез предыдущих неудачных катетеризаций, т.е. были классифицированы как пациенты с ТВД. Критериями исключения были пациенты женского пола с уже установленным периферическим венозным катетером (ПВК). Все пациенты были информированы об условиях исследования и подписали письменное добровольное согласие на участие. Посредством метода простой рандомизации с использованием таблиц случайных чисел пациенты были разделены на две группы: контрольная группа - 57 (52,8%) человек, основная группа - 51 (47,2%) человек. Всем пациентам, которым требовалась установка ПВК для проведения инфузионной терапии, введения лекарственных препаратов, забора лабораторных анализов, проводился осмотр и выбор места предполагаемой катетеризации, опрос для выявления анамнеза ТВД. При выявлении ТВД установка ПВК выполнялась с использованием ультразвукового контроля либо с использованием традиционной методики установки ПВК [9]. Данные о выполненной катетеризации заносятся в журнал регистрации периферических катетеров. Применялись следующие методики установки ПВК: в контрольной группе для постановки катетера использовалось пальпаторное и визуальное определение вены и места прокола; в основной группе с помощью ультразвукового сканирования определялась необходимая вена, под постоянным контролем ультразвука производилась пункция венозного сосуда и катетеризация, после чего катетер визуализировался с помощью ультразвука в периферической вене.

Катетеризация периферической вены с использованием ультразвуковой навигации выполнялась врачами-анестезиологами с использованием УЗ-аппарата Sonoscape S6 pro. Все периферические катетеры устанавливались с использованием асептической техники, замена производилась либо по показаниям, либо не позднее 72 часов, согласно инструкции производителя катетера. Рассмотренные данные были внесены в специально созданную базу данных Microsoft Access (Microsoft Office Professional Plus 2010). При установке ПВК фиксировались возраст, индекс массы тела (ИМТ), размер катетера, количество попыток до успешной катетеризации, время, затраченное на катетеризацию (с момента прокола кожи до момента наложения асептической повязки), и частота развития осложнений в обеих группах.

Анализ данных проводили с применением программы Rstudio (version 4.4.2). Для проверки нормального распределения использовали критерий Шапиро – Уилка. В связи с выявленными отклонениями от нормального распределения применяли непараметрические статистические методы: критерий Манна – Уитни для независимых групп, критерий Вилкоксона для связанных групп, критерий Фишера для анализа процентных соотношений.

Статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$. Клинические характеристики в группах представлены с помощью методов описательной статистики в виде медианы (Me) и квартилей (Q1, Q3), стандартного отклонения.

Для катетеризации использовались поверхностные вены плеча, предплечья, кисти, вены ног, разрешенные для катетеризации (рис. 1).

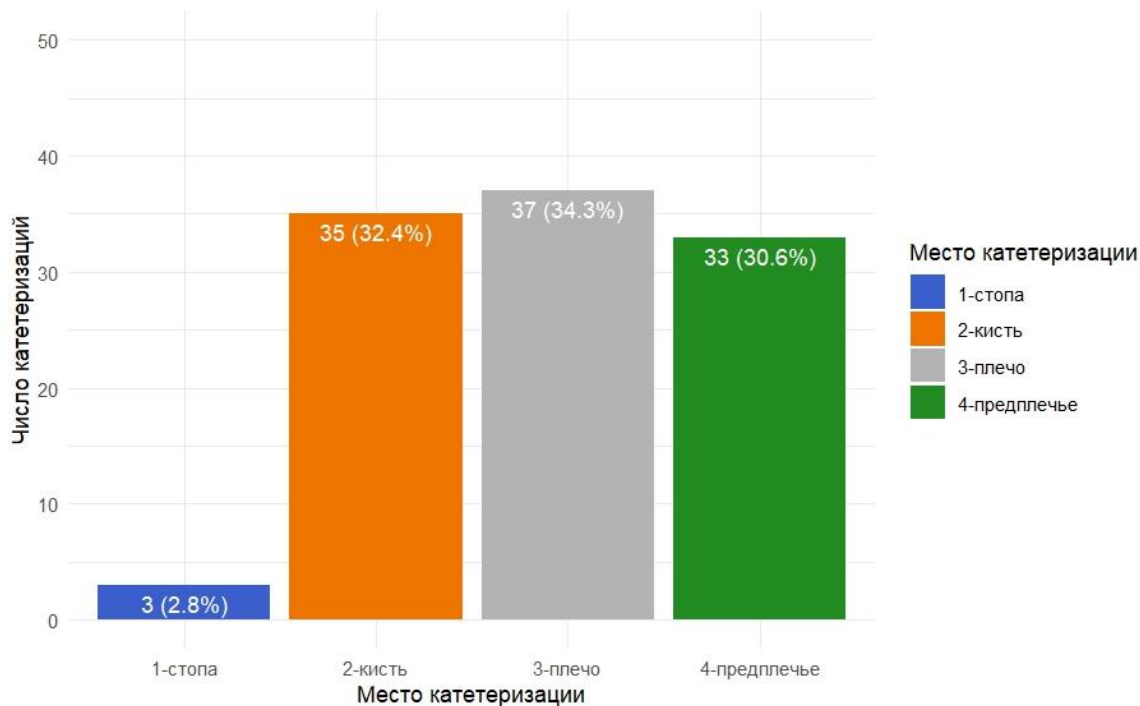


Рис. 1. Распределение мест установки периферического катетера

Следует отметить, что в трех случаях (2,7%) в контрольной группе была выполнена катетеризация поверхностных вен стопы вследствие неудачи при катетеризации вен верхних конечностей. Наиболее часто использовались традиционные места установки периферического катетера: поверхностные вены предплечья, кисти, не затрагивая места физиологических сгибов. Поверхностные вены плеча обычно используются реже, т.к. подкожно-жировой слой и мышечные структуры, как правило, препятствуют визуализации вен. Ультразвуковой контроль позволил увеличить частоту удачных катетеризаций в случаях ТВД при катетеризации вен плеча (рис. 2).

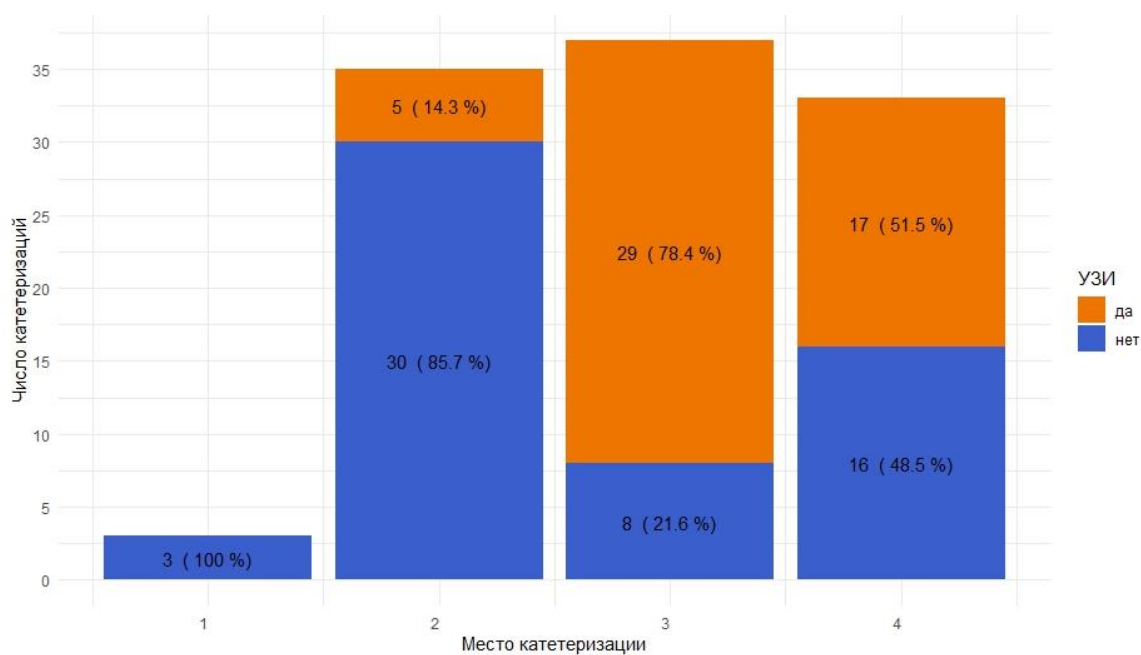


Рис. 2. Графическое представление мест установки ПВК методом анатомических ориентиров (контрольная группа) и с помощью УЗ-контроля (основная группа)

Проводили анализ количества попыток до достижения успеха и сравнение между собой двух описанных выше методик (табл. 1, 2).

Таблица 1

Сравнительный анализ попыток пункции до достижения успеха

№ попытки	Основная группа	Контрольная группа	р
1-я (n, %)	43(84,3)	11(19,3)	< 0,05
2-я (n, %)	7(13,7)	39(68,4)	< 0,05
3-я (n, %)	1(1,9)	5(8,8)	0,102
4-я (n, %)	-	2(3,5)	0,157

Таблица 2

Статистический анализ попыток пункции до достижения успеха

	Метод анатомических ориентиров (контрольная группа)	Под УЗ-контролем (основная группа)	р
Число единиц наблюдения (n)	57	51	
Средняя арифметическая (M)	1,96	1,18	< 0,05
Мода (Mo)	2	1	

Медиана (Me)	2	1	
Стандартное квадратичное отклонение (σ)	0,65	0,43	
Коэффициент вариации (Cv)	33,3%	36,9%	
Средняя ошибка средней арифметической (m)	0,08	0,06	

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследования было выявлено, что катетеризация прошла успешно с первой попытки у 54 (50%) пациентов, при этом, преимущественно за счет катетеризаций в основной группе с УЗ-контролем, 43 (84,3%) против 11 (19,2%) соответственно. Катетеризация со второй попытки в основном регистрировалась в контрольной группе. Третью и четвертую попытку также пришлось использовать в обеих группах, хотя в контрольной группе их было статистически значимо больше: 1(2%) против 7(12,3%). Существует статистически значимая разница в распределении попыток (1-я, 2-я, 3-я, 4-я) между группами наблюдения. Этот эффект не является следствием случайности, учитывая крайне малые значения ($p < 0,05$, табл. 1). Использование ультразвукового контроля действительно оказывает статистически значимое уменьшение попыток катетеризации. Процентное соотношение попыток катетеризации в исследуемых группах также демонстрирует эффективность ультразвукового контроля для минимизации попыток вхождения в вену, представлено на рис. 3.

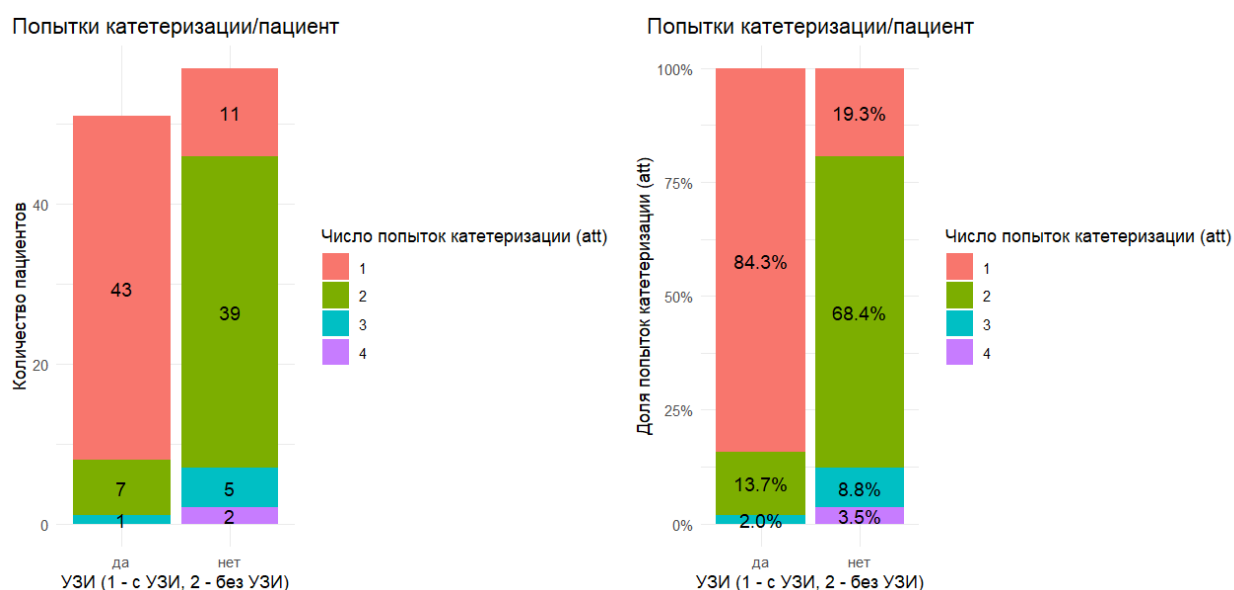


Рис. 3. Распределение случаев катетеризации в зависимости от числа попыток и применения УЗ-контроля

Использование ультразвуковых методик в основной группе позволило шире и с большим успехом катетеризировать рекомендованные в клинических руководствах поверхностные вены предплечья и плечевые вены (рис. 4). Согласно литературе, использование крупных вен позволяет уменьшить количество осложнений, связанных с катетеризацией ПВК в физиологических сгибах, а также снизить количество осложнений, связанных с катетеризацией вен нижних конечностей [5].

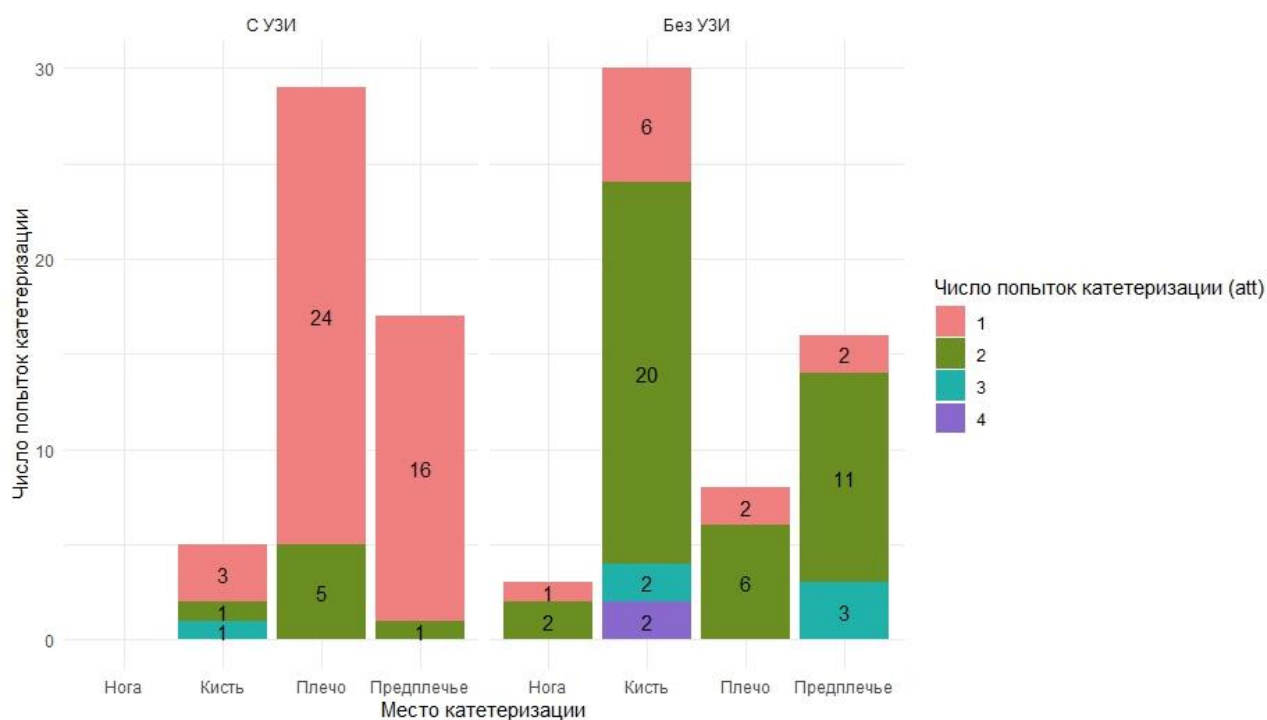


Рис. 4. Зависимость успешности катетеризации от числа попыток, места катетеризации и применения методики УЗ-контроля (в абсолютных числах)

Нужно отметить, что в контрольной группе больше катетеров устанавливалось в местах (кисть, стопа – 30 и 3 случая установки соответственно), где периферические вены залегают наиболее поверхностно, кисть и стопа, а также менее выражен подкожно-жировой слой. Это места физиологических сгибов, поэтому катетеры, установленные в этих местах, испытывают наибольшую нагрузку, изменяют кровоток в сосудах вследствие смещения при движениях пациента. По мнению ряда авторов, такая локализация предрасполагает к возникновению осложнений [10]. В то же время с УЗ-контролем первая попытка была успешной в большинстве случаев даже там, где венозные сосуды залегают на глубине более 0,5 см (плечо и предплечье), что свидетельствует о том, что доступ к ним более сложен. В основной группе большее количество катетеризаций было выполнено с первой попытки, в контрольной группе преобладало число катетеризаций со второй попытки.

В исследовании были проанализированы локальные осложнения, возникшие при катетеризации периферических вен. Из 108 пациентов локальные осложнения катетеризации

зафиксированы у 57 пациентов, что составило 52,8%. В основной группе с использованием методики УЗ-контроля осложнения отмечены в 9 (17,6%) случаях катетеризации и без него, в контрольной группе в 48 (84,2%) случаях. Различие в основной и контрольной группе в количестве зафиксированных осложнений было статистически значимым, $p\text{-value } 1,762\text{e-}11$.

Данный результат свидетельствует о высокой эффективности методики УЗ-контроля для выполнения инвазивной манипуляции катетеризации (рис. 5).

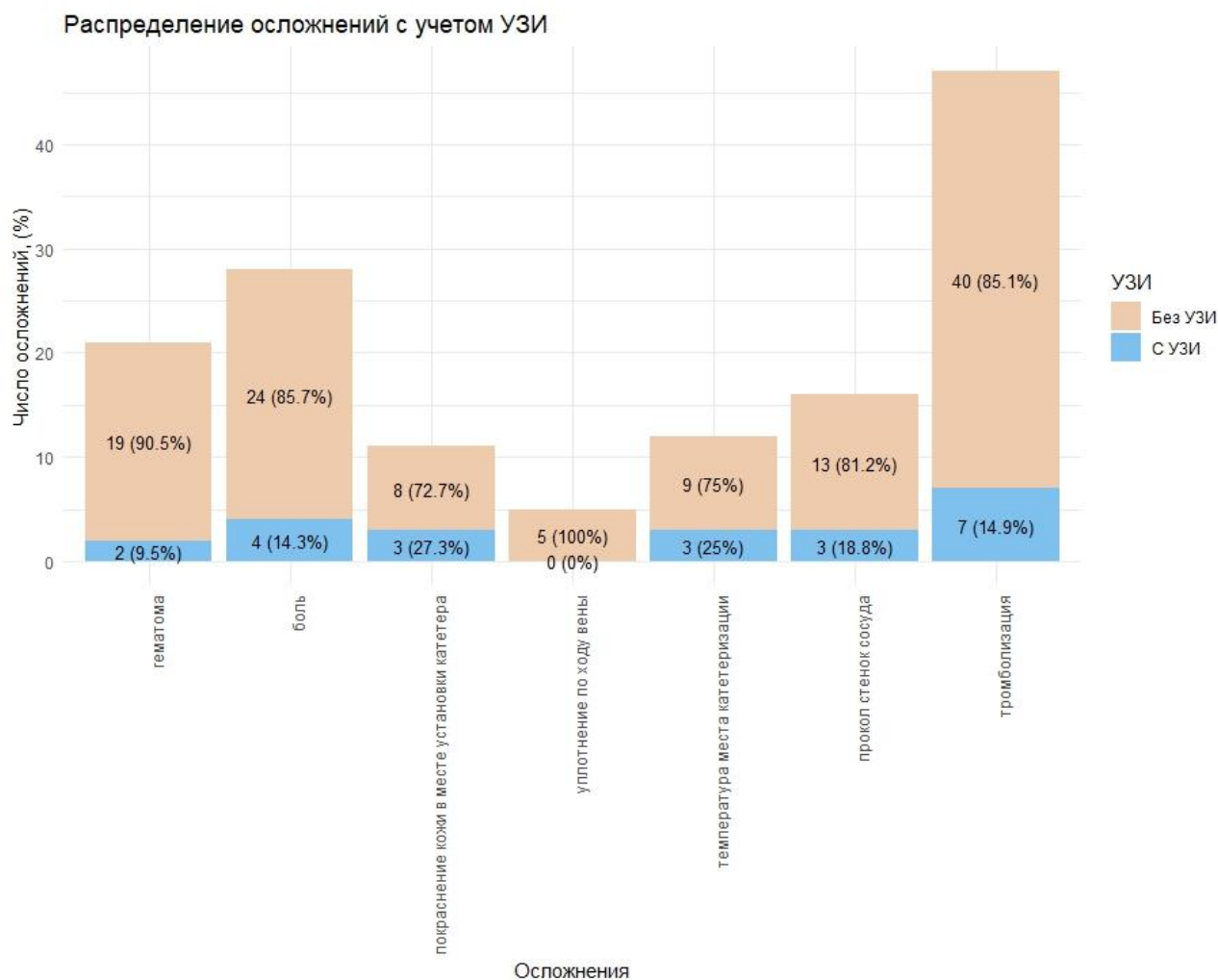


Рис. 5. Структура осложнений у 57 пациенток женского пола

Осложнения возникли в 57 случаях:

- в виде гематомы в 36,8% случаев;
- появление боли отмечали при катетеризации у 49,1% пациенток женского пола;
- отмечено покраснение кожи в месте установки катетера в 19,3% случаев;
- наличие уплотнения по ходу вены в 8,8% случаев;
- повышение температуры в месте катетеризации у 21,1% пациенток женского пола

(измерения накожными температурными датчиками прикроватных мониторов);

- прокол насквозь стенок сосуда и внесосудистое введение препарата в 28,1% случаев;
- отказ катетера вследствие тромбализации до 72 часов 82,5%. Распределение осложнений представлено на рис. 5.

Все наблюдаемые осложнения относились к категории легких локальных осложнений периферической катетеризации [11]. Согласно клиническим рекомендациям по установке и уходу за ПВК, данные осложнения оценивались по шкале флебитов не более 1-2 степени и не требовали удаления периферического устройства, а только пристального наблюдения за ним [12]. При сохранении жалоб со стороны пациента или нарастании явлений флебита инфузия в ПВК прекращалась, периферический катетер удалялся, место пункции регулярно осматривалось с регистрацией в журнале наблюдения за ПВК. Ни в одной из групп тяжелых осложнений, флебитов 3-4 степени, некроза мягких тканей получено не было.

Анализ локальных осложнений, возникших при катетеризации с помощью традиционной методики в контрольной группе по сравнению с методикой под УЗ-контролем в основной группе, продемонстрировал меньшее количество осложнений по всем категориям осложнений (рис. 5).

При этом осложнений в виде уплотнения вены, которое свидетельствует о склерозировании венозной стенки и формировании тромбов в просвете сосуда, в основной группе зарегистрировано не было. Отказ катетера в контрольной группе встречался в 5,7 раза чаще, чем в группе с УЗ-контролем. Прекращение функционирования ПВК можно объяснить образованием тромбов как в просвете сосуда, так и в просвете катетера, что связано с большим количеством неудачных попыток при установке ПВК и большей травматизацией сосудистой стенки в контрольной группе [13]. С другой стороны, отказ катетера может быть связан с размещением ПВК в области кисти, где, по мнению ряда авторов, поверхностные вены имеют маленький диаметр, а катетер подвергается перегибу [14; 15].

Частота осложнений возрастала в несколько раз (5,1–6,1 раза), когда выполнялось свыше одной попытки пункции, что представлено в виде вероятности, которая указана на рис. 6.

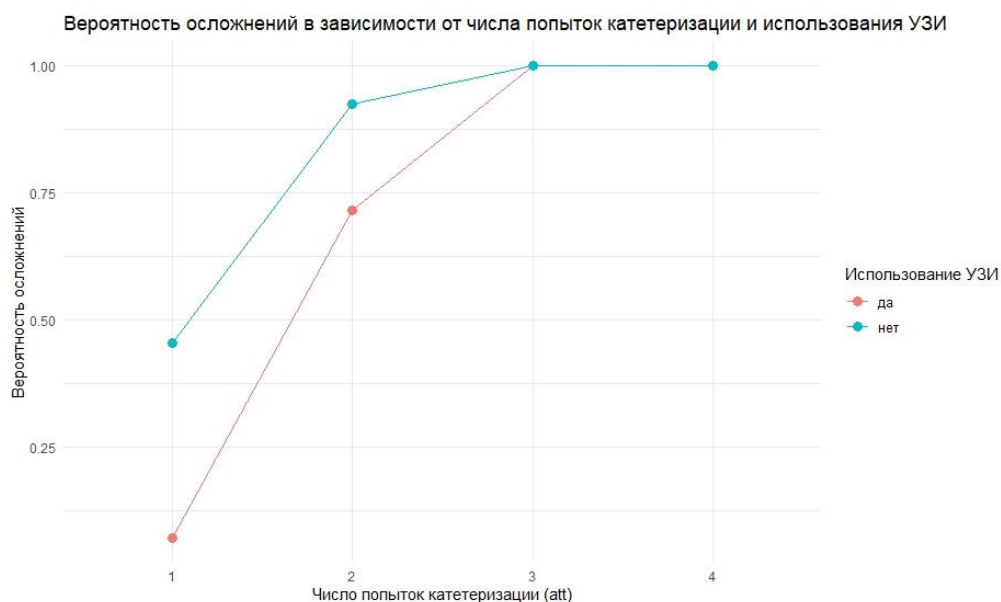


Рис. 6. Вероятность развития осложнений

Использование ультразвукового мониторинга повышало вероятность успеха пункции с первой попытки на 50,2% и уменьшало частоту осложнений на 68,5% в основной группе по сравнению с методом анатомических ориентиров контрольной группы.

При анализе времени, затраченного на установку периферического катетера, можно отметить, что статистически значимого различия в группах не получено, $p=0,23$ для t-критерия Стьюдента, $p=0,26$ для критерия Уилкоксона (рис. 7).

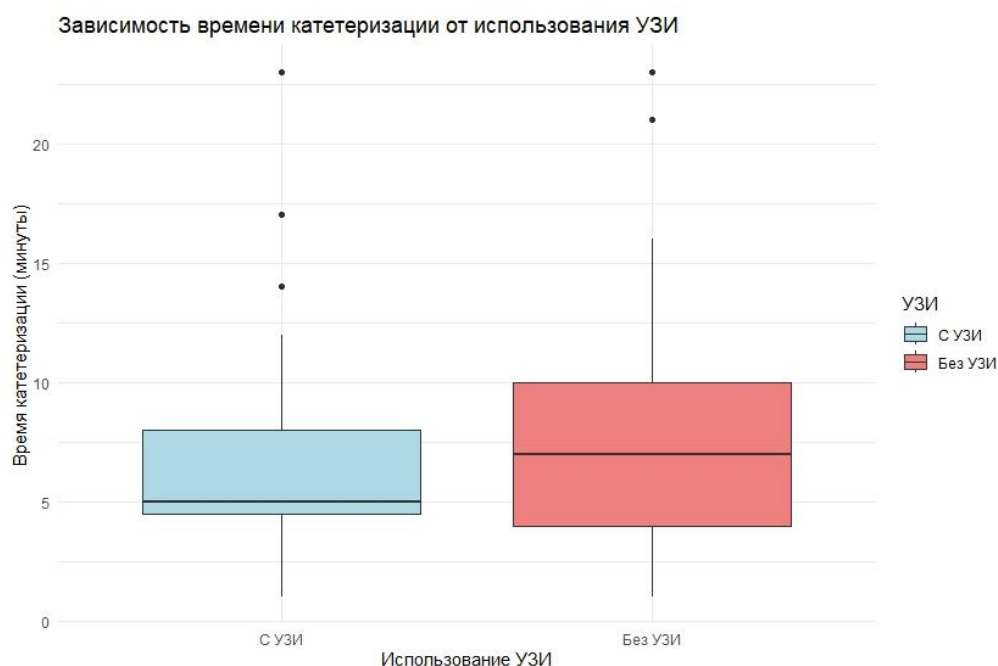


Рис. 7. Анализ времени, затраченного на катетеризацию, в зависимости от использования УЗ-контроля

Для основной группы среднее время составило 6,67 мин., для контрольной группы 7,7 мин., ДИ = 0,63–2,69. При опросе врачей, проводивших катетеризацию, субъективно возникало ощущение, что на катетеризацию под УЗ-контролем было затрачено меньше «чистого» времени (с момента прокола кожи до появления крови в павильоне иглы). Однако подготовка ультразвукового оборудования объективно выровняла затраченное на катетеризацию время.

Заключение

Применение ультразвуковой навигации установки венозного доступа у пациентов с ТВД в хирургическом стационаре является перспективным методом, позволяющим увеличить количество успешных катетеризаций и снизить количество различных осложнений. Дальнейшее исследование и широкое внедрение данного метода является важным шагом на пути оптимизации процедуры катетеризации периферических вен и профилактики локальных осложнений.

Список литературы

1. Berezhna A.V., Novikov S.D., Chumachenko T.O. Monitoring of Peripheral Venous Catheterization at the Surgical Hospital // East. Ukr. Med. J. 2020. Vol. 8. Is 3. P. 314-323. DOI: 10.21272/eumj.2020;8(3):314-323.
2. Buetti N., Abbas M., Pittet D. Comparison of Routine Replacement With Clinically Indicated Replacement of Peripheral Intravenous Catheters // JAMA Intern Med. 2021. Vol. 181. Is. 11. P. 1471. DOI: 10.1001/jamainternmed.2021.5910.
3. Ní Chróinín D., Ray-Barruel G., Carr P.J., Frost S.A., Rickard C.M., Mifflin N., Alexandrou E. The burden of peripheral intravenous catheters in older hospital inpatients: A national cross-sectional study part of the one million global peripheral intravenous catheters collaboration // Australasian Journal on Ageing. 2023. Vol. 42. Is. 1. P. 98–107. DOI: 10.1111/ajag.13068.
4. Miliani K., Taravella R., Thillard D. Peripheral venous catheter-related adverse events: Evaluation from a multicentre epidemiological study in France (the CATHEVAL project) // PLoS ONE. 2017. Vol. 12. Is 1. P. e0169619. DOI: 10.1371/journal.pone.0169619.
5. Plohal, A. A Qualitative Study of Adult Hospitalized Patients With Difficult Venous Access Experiencing Short Peripheral Catheter Insertion in a Hospital Setting // Journal of Infusion Nursing. 2021. Vol. 44. Is 1. P. 26-33. DOI: 10.1097/NAN.0000000000000405.
6. Pandurangadu A. Ultrasound-guided intravenous catheter survival impacted by amount of catheter residing in the vein // Emergency Medicine Journal. 2019. Vol. 35. Is 9. P. 550-555.

DOI: 10.1136/emered-2018-209988.

7. Hansel L.A., Junges M., Santos M.S., Hirakata V.N., do Nascimento R.C., Czerwinski G.P.V., Saffi M.A.L., Ferro E.B., Jacobsen D.V., Rabelo-Silva E.R. Ultrasound guided Peripheral Catheterization increases first-attempt success rate in hospitalized patients when compared with conventional technique: SPECTRA - Randomized Clinical Trial // *Journal of Vascular Access*. 2023. 2024. Vol. 25(5). P. 1450-1459. DOI: 10.1177/11297298231162132.
8. Hlasny J., Alberty R., Hlavac M. Comparison of ultrasound-guided and palpation-inserted peripheral venous cannula in patients before primary hip or knee arthroplasty: study protocol for a randomized controlled trial // *Trials*. 2023. Vol. 24. Is 1. DOI: 10.1186/s13063-023-07092-3.
9. Сухоруков В.П., Бердикян А.С., Эпштейн С.Л. Пункция и катетеризация вен. Традиционные и новые технологии. Пособие для врачей. СПб.: ООО «Санкт-Петербургское медицинское издательство». 2001. 56 с.
10. Piper R., Carr P.J., Kelsey L.J., Bulmer A.C., Keogh S., Doyle B.J. The mechanistic causes of peripheral intravenous catheter failure based on a parametric computational study // *Sci Rep*. 2018. Vol. 8. Is 1. P. 3441. DOI: 10.1038/s41598-018-21617-1.
11. Касаткин А.А. Диагностика и профилактика осложнений катетеризации периферических вен в отделениях анестезиологии и реанимации: автореф. дис. ... канд.мед.наук. Екатеринбург, 2011. 22 с.
12. Gorski L.A., Hadaway L., Hagle M.E., Broadhurst D., Clare S., Kleidon T., Meyer B.M., Nickel B., Rowley S., Sharpe E., Alexander M. Infusion Therapy Standards of Practice, 8th // *Journal of infusion nursing: the official publication of the Infusion Nurses Society*. 2021. Vol. 44. Is. 1S. Suppl. 1. P. S1-S224. DOI: 10.1097/NAN.0000000000000396.
13. Simin D., Milutinović D., Turkulov V., Brkić S. Incidence, severity and risk factors of peripheral intravenous cannula-induced complications: An observational prospective study // *J. Clin. Nurs*. 2019. Vol. 28. Is 9-10. P. 1585-1599. DOI: 10.1111/jocn.14760.
14. Wallis M.C., McGrail M., Webster J., Marsh N., Gowardman J., Playford E.G., Rickard C.M. Risk factors for peripheral intravenous catheter failure: a multivariate analysis of data from a randomized controlled trial // *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2014. Vol. 35. Is 1. P. 63-68. DOI: 10.1086/674398.
15. Chen Y.M., Fan X.W., Liu M.H., Wang J., Yang Y.Q., Su Y.F. Risk factors for peripheral venous catheter failure: A prospective cohort study of 5345 patients // *J. Vasc. Access*. 2022. Vol. 23. Is 6. P. 911-921. DOI: 10.1177/11297298211015035.