

имосвязь между степенью нарушений сосудистой проницаемости и клиническими исходами заболевания при тяжелом сепсисе и септическом шоке. Так, у пациентов, у которых наблюдалась отчетливая реакция на тест, дозу «инфузионной нагрузки», а именно, был отмечен прирост сердечного индекса и центрального венозного давления более чем на 10% от исходных показателей, летальность в ОРИТ составила 14.3%. У пациентов, у которых отсутствовала реакция на тест с коллоидным плазмозамени- телем, летальность в ОРИТ составила 57.5%.

В последних многочисленных публикациях, посвященных инфузионной терапии сепсиса, рекомендуется ограничить применение гидроксиэтилкрахмалов в связи с высоким риском развития острого почечного повреждения и коагулопатии [5]. Целесообразно продолжить изучение проблемы повышенной сосудистой проницаемости при тяжелом сепсисе и септическом шоке, используя тест «инфузионная нагрузка» растворами 5% альбумина, модифицированными желатинами, сбалансированными кристаллоидами, что важно в сочетании с определением маркеров повышенной сосудистой проницаемости.

ВЫВОДЫ

1. Наиболее удобным и прогностически значимым тестом, оценивающим выраженность повышенной сосудистой проницаемости при тяжелом абдоминальном сепсисе и септическом шоке, является полуколичественная оценка уровня микроальбумина в моче. Следует также отметить, что этот тест очень удобен и прост в использовании и не требует больших финансовых затрат.

2. Проведение теста «инфузионная нагрузка» в сочетании с полуколичественной оценкой микроальбумина мочи может быть использовано при выборе программы стартовой инфузионной терапии у больных отделений реанимации и интенсивной терапии с тяжелым сепсисом и септическим шоком.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Савельев ВС, Гельфанд БР, (ред.) Сепсис в начале XXI века. Определение, классификация и диагностика сепсиса: практическое руководство. М.: Литтеппа; 2006: 176 с.
2. Dellinger RP, Mitchell ML, Rhodes A, Annane D, Gerlach H, Opal SM. et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock: 2012. Crit Care Med. 2013; 41(2): 580-637. DOI: 10.1097/CCM.0b013e31827e83af.
3. Rivers E, Nguyen B, Havstad S, Ressler J, Muzzin A, Bernhard K. et al. Early goal directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. N Engl J Med. 2001; 345: 1368-1377. DOI: 10.1056/NEJMoa010307.
4. Marik PE. Surviving sepsis: going beyond the guidelines. Annals of Intensive Care. 2011; 1:17. DOI: 10.1186/2110-5820-1-17 <http://www.annalsofintensivecare.com/content/1/1/17>.
5. Hartog S, Bauer M, Reinhart K. The efficacy and safety of colloid resuscitation in the critically ill. Anesth Analg. 2011; 112: 156-164. DOI: 10.1213/ANE.0b013e3181eaff91.
6. Boyd JH, Forbes J, Nakada TA, Walley KR, Russell JA. Fluid resuscitation in septic shock: a positive fluid balance and elevated central venous pressure are associated with increased mortality. Crit Care Med. 2011; 39(2): 259-65. DOI: 10.1097/CCM.0b013e3181feed15.
7. Bone RC, Balk RA, Cerra FB, Dellinger RP, Fein AM, Knaus WA. et al. Definitions for sepsis and organ failure and guidelines for the use of innovative therapies in sepsis. Chest. 1992; 101: 1644-55. PMID: 1303622.
8. Bascom JU, Gosling P, Zikira BA. Hypoalbuminemia, surgical leak and clinical capillary leak syndrom. Arch Surg. 2000; 135(1): 95. PMID: 1063655.
9. Paul R, Mouncey MS, Tiffany M, Osborn MD, Sarah Power MS, David A. Trial of early, goal-directed resuscitation for septic shock. N Engl J Med. 2015; 372: 1301-1311. DOI: 10.1056/NEJMoa1500896.

DOI: 10.24060/2076-3093-2017-7-1-19-24

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ КАТЕТЕРИЗАЦИИ ВНУТРЕННЕЙ ЯРЕМНОЙ ВЕНЫ ПРИ ГИПОВОЛЕМИИ

А.В. Щеголев ¹, К.Г. Гуревич ², А.Л. Ураков ³, А.А. Касаткин ³

¹Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М.Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И.Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

³Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ижевск, Россия

Щеголев Алексей Валерьянович – д.м.н., начальник кафедры анестезиологии и реаниматологии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, главный анестезиолог-реаниматолог МО РФ, Санкт-Петербург, Россия

Гуревич Константин Георгиевич – д.м.н., заведующий кафедрой ЮНЕСКО «Здоровый образ жизни – залог успешного развития» Московского государственного медико-стоматологического университета им. А.И. Евдокимова, Москва, Россия

Ураков Александр Ливиевич – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общей и клинической фармакологии ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия», Ижевск, Россия

Касаткин Антон Александрович – к.м.н., ассистент кафедры общей и клинической фармакологии ФГБОУ ВО «Ижевская государственная медицинская академия», Ижевск, Россия

Цель исследования - изучить возможность повышения безопасности катетеризации внутренней яремной вены (ВЯВ) за счет выбора доступа для ее пункции, основанного на значениях ее размеров.

Материалы и методы. Ультразвуковое сканирование ВЯВ с измерением их переднезаднего и медиально-латерального размера проведено у 20 здоровых взрослых добровольцев (контрольная группа) и 16 взрослых пациентов (группа наблюдения), находившихся на лечении в отделении анестезиологии-реанимации.

Результаты. Установлено, что у исследуемых контрольной группы значения переднезаднего и медиально-латерального размеров вены превышали 7 мм как на вдохе, так и на выдохе. В условиях гиповолемии (группа наблюдения) переднезадний размер ВЯВ на вдохе становился менее 7 мм, а медиально-латеральный размер вены, несмотря на свое уменьшение, у большинства исследуемых сохранял значение более 7 мм. На здоровых добровольцах установлено, что поворот ультразвукового датчика на 45° сопровождается увеличением средних значений медиально-латерального размера вены более чем на 50%. Данный маневр может быть полезен для пациентов, у которых медиально-латеральный размер вены на вдохе оказался менее 7 мм.

Заключение. Выбор центрального или латерального доступа для пункции внутренней яремной вены может быть основан на фактических значениях переднезаднего и медиально-латерального ее размеров. У пациентов с гиповолемией использование латерального доступа для катетеризации внутренней яремной вены в условиях ультразвуковой визуализации может быть более безопасным. Для увеличения медиально-латерального размера может быть применен маневр поворота ультразвукового датчика на 45° по часовой стрелке.

Ключевые слова: внутрисосудистые катетеры, ультразвуковая навигация, сосудистый доступ, гиповолемия, безопасность инъекции.

METHODS OF INCREASING THE SAFETY OF CATHETERIZATION OF THE INTERNAL JUGULAR VEIN DURING HYPOVOLEMIA

Aleksey V. Shchegolev¹, Konstantin G. Gurevich², Alexander L. Urakov³, Anton A. Kasatkin³

¹Kirov Military Medical Academy, Saint-Petersburg, Russia

²Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov, Moscow, Russia

³Izhevsk State Medical Academy, Izhevsk, Russia

Schyogolev Aleksey Valeyanovich - Doctor of Medical Sciences, Chair of Anesthesiology and Intensive Care Department of Military Medical Academy named after S. M. Kirov, the chief Anesthesia and Intensive Care Physician of the Ministry of Defense, Saint-Petersburg, Russian Federation

Gurevich Konstantin Georgievich – Doctor of Medical Sciences, Chair of UNESCO "Healthy way of life is the key to successful development" Department of Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Moscow, Russian Federation

Urakov Alexander Livievich – Doctor of Medical Sciences, Chair of the General and Clinical Pharmacology Department of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Izhevsk State Medical Academy", Izhevsk, Russian Federation

Kasatkin Anton Alexandrovich – Candidate of Medical Sciences, Research Assistant of the General and Clinical Pharmacology Department of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Izhevsk State Medical Academy", Izhevsk, Russian Federation

The aim of research is to study the possibility to increase the security of the internal jugular vein catheterization through the choice of access to puncture it, based on the values of its size.

Materials and methods. Ultrasound scanning of IJV with the measurement of anterior-posterior and medial-lateral size was conducted among 20 healthy adult volunteers (control group) and 16 adult patients (observation group) who were treated in the Anesthesiology and Resuscitation Department.

Results. It was found that the test values in the control group the anterior-posterior and medial-lateral vein is larger than 7 mm in both inhalation and exhalation. Under the conditions of hypovolemia (observation group) anterior-posterior size IJV inspiratory became less than 7 mm, and the medial-lateral vein size, despite its decrease retained value of more than 7 mm in most subjects. Among healthy volunteers it was found that the rotation of the ultrasonic sensor 45° is accompanied by increase in the average values of the medial-lateral vein size by more than 50%. This maneuver may be useful for patients whose value of the medial-lateral vein size inspiratory was less than 7 mm.

Conclusion. The choice of central or lateral approach to puncture the internal jugular vein may be based on the actual values of the anterior-posterior and medial-lateral dimensions of it. The usage of lateral access for catheterization of internal jugular vein under ultrasound imaging can be more secure for patients with hypovolemia. The maneuver of ultrasonic sensor for 45° clockwise can be used to increase the size of the medial-lateral rotation.

Keywords: intravascular catheters, ultrasonic navigation, vascular access, hypovolemia, security injection.

ВВЕДЕНИЕ

В практике анестезиологов-реаниматологов установка внутрисосудистых катетеров в настоящее время является рутинной процедурой. Эффективный внутрисосудистый доступ позволяет обеспечить своевременное и качественное оказание анестезиолого-реанимационной помощи пациентам, находящимся в критическом состоянии. Внутрисосудистый доступ необходим не только для введения лекарственных растворов и диагностики состояния крови пациентов, но он также активно используется для проведения экстракорпоральных методов оксигенации, детоксикации и мониторинга венозного давления [1]. Для катетеризации в клинике могут быть применены центральный и периферический внутривенный доступы. Преимуществом последнего является безопасность и отсутствие риска повреждения магистральных артерий, нервов, плевры и сердца. В то же время периферический доступ имеет известные ограничения практического использования в условиях клиники. В частности, его не рекомендуют использовать при назначении пациентам инфузий высокоосмотических растворов лекарственных средств, необходимости прямого измерения центрального венозного давления, проведении экстракорпоральных методов детоксикации и оксигенации. Прогнозирование у взрослых неуспешной попытки катетеризации периферических вен с помощью прогностической шкалы A-DIVA также исключает установку периферического внутрисосудистого доступа [2].

Во всех указанных клинических ситуациях для обеспечения внутрисосудистого доступа используют катетеризацию центральных вен. Современные

клинические руководства указывают на необходимость осуществления катетеризации центральных вен с помощью ультразвуковой визуализации с целью снижения осложнений и повышения безопасности пациента [3]. В настоящее время ультразвуковую навигацию чаще используют при катетеризации кровеносных сосудов, в частности внутренней яремной вены (ВЯВ) [4]. Однако известно, что ультразвуковое сопровождение пункции внутренней яремной вены с малым диаметром (менее 7 мм) не исключает появление осложнений, связанных со сквозным проколом стенок вены [5]. Следствием этого может стать повреждение расположенных под веной сонной артерии, нервов и плевры. Известными способами увеличения размеров внутренних яремных вен являются маневр Вальсальвы и положение Тренделенбурга [6]. Однако применение данных маневров может иметь известные ограничения при оказании неотложной помощи [7]. Известен также способ увеличения притока крови к правому предсердию путем пассивного подъема ног пациента. Однако в настоящее время нет достоверных научных данных, доказывающих его эффективность для увеличения размеров ВЯВ. Имеются предложения о том, что при невозможности выполнения указанных маневров повысить безопасность катетеризации вены можно путем осуществления ее пункции в момент выдоха пациента, когда диаметр вены имеет наибольшее значение, а также, когда проводят пункцию вены под заранее рассчитанным безопасным углом [8,9,10].

Проведенный анализ современной научной литературы выявил отсутствие рекомендаций на выбор доступа для пункции и катетеризации ВЯВ в

зависимости от фактических значений ее диаметра. Известны два доступа для пункции ВЯВ: центральный и латеральный (задний) [3,11]. Традиционно в клинических рекомендациях представлено описание центрального доступа. В то же время известны результаты исследований, свидетельствующие о преимуществе латерального доступа при установке перманентного диализного катетера у пациентов с почечной недостаточностью [11]. Следует отметить, что для пациентов данной группы характерно отсутствие признаков гиповолемии. В то же время в интенсивной терапии чаще требуется оказывать анестезиолого-реанимационную помощь пациентам с гиповолемией, являющейся, как правило, следствием травмы и кровопотери [12].

При этом в условиях дефицита объема циркулирующей крови и гиповолемии возрастает влияние спонтанного дыхания пациентов на величину просвета ВЯВ. Установлено, что во время выдоха человека величина внутреннего просвета вен увеличивается, а во время вдоха – уменьшается вплоть до нуля за счет пережатия ее стенок в переднезаднем направлении [10,13]. Уменьшение просвета вены в переднезаднем направлении повышает риск развития осложнений при осуществлении пункции вены центральным доступом. В то же время изменения медиально-латерального размера вены у пациентов с гиповолемией остаются недостаточно изученными. Эти данные могут быть полезны для определения доступа к ВЯВ, повышающего безопасность ее катетеризации.

Цель исследования – изучить возможность повышения безопасности катетеризации внутренней яремной вены за счет выбора доступа для ее пункции, основанного на значениях размеров вены.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Ультразвуковое сканирование ВЯВ с измерением их диаметра в переднезаднем и медиально-латеральном направлениях проведено у 20 здоровых взрослых добровольцев (контрольная группа) и у 16 взрослых пациентов, находившихся на лечении в отделении анестезиологии-реанимации БУЗ УР ГКБ №9 МЗ УР г. Ижевска в 2015-2017 гг (группа наблюдения) на аппарате GE Logiq Book XR линейным датчиком 5-14 МГц. Критерием включения пациентов в исследование явилось наличие гиповолемии (значение центрального венозного давления менее 4 см вод. ст.). Измерение венозного давления было осуществлено у всех пациентов прямым методом после установки центрального венозного катетера. Контроль внутрисосудистого расположения катетера был осуществлен с помощью рентгенологического метода. Критериями исключения из исследования были возраст младше 16 лет, психические заболевания, уровень сознания менее 14 баллов по шкале Глазго, беременность, травмы шеи. У всех исследуемых ультразвуковой датчик устанавливали на шею между ножками правой грудинно-ключично-сосцевидной мышцы, проводя поперечное сканирование ВЯВ. Регистрировали максимальные значения переднезаднего и латерально-медиаль-

ного размеров ВЯВ на вдохе (D_{min}) и на выдохе (D_{max}). Количественные данные представлены в виде среднего арифметического (M), стандартного отклонения (SD), медианы (Me), диапазона значений ($Min-Max$). Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в данном исследовании применялся ≤ 0.05 . План исследований был одобрен этическим комитетом Ижевской государственной медицинской академии на основании принципов, которые изложены во Всемирной медицинской декларации в г. Хельсинки. Информированное добровольное согласие на участие в исследовании было получено от всех здоровых добровольцев и пациентов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ групп исследуемых показал, что в группе здоровых добровольцев ($n=20$) мужчины составили 60% ($n=12$), женщины - 40% ($n=8$), возраст добровольцев составил 29.8 ± 9.6 года. В группе наблюдения ($n=16$) мужчины составили 63% ($n=10$), женщины 37% ($n=6$), средний возраст пациентов – 50.5 ± 12.4 года.

Результаты ультразвукового сканирования внутренней яремной вены в поперечном срезе показали, что переднезадний размер вены оказался меньше медиально-латерального в обеих группах исследуемых как во время вдоха, так и во время выдоха. Полученные значения представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Значения размеров поперечно-го сечения внутренней яремной вены исследуемых

	Группа наблюдения, $n=16$	Контрольная группа, $n=20$
Переднезадний размер, мм		
D_{min} ($M \pm SD$)	5.8 ± 3.9	7.9 ± 1.8
Me [$Min-Max$]	5 [1.8-16]	8 [3.9–11.3]
D_{max} , мм ($M \pm SD$)	9.2 ± 3.5	9.6 ± 1.7
Me [$Min-Max$]	8 [4.7-18.1]	9.2 [7.4-12.8]
Латерально-медиальный размер, мм		
D_{min} ($M \pm SD$)	11.9 ± 5.2	12.3 ± 2.6
Me [$Min-Max$]	11.2 [3-21.1]	12.3 [8.6-17]
D_{max} , ($M \pm SD$)	14.8 ± 5.2	12.9 ± 2.6
Me [$Min-Max$]	12.5 [8.6-24.8]	12.4 [8.6-18.1]

Установлено, что изменения размеров в переднезаднем и медиально-латеральном направлениях под влиянием дыхания исследуемых имели свои отличия. У исследуемых без признаков гиповолемии (контрольная группа) значения размеров ВЯВ в переднезаднем и медиально-латеральном направлениях превышали 7 мм как на вдохе, так и на выдохе. В условиях гиповолемии (группа наблюдения) переднезадний размер ВЯВ на вдохе становился менее 7 мм, а медиально-латеральный размер вены, несмотря на свое уменьшение, у большинства исследуемых сохранял значение более 7 мм.

Тем не менее у 20% исследуемых группы наблюдения медиально-латеральный размер вены на вдохе оказался менее 7 мм.

У здоровых добровольцев проведено наблюдение за изменением медиально-латерального размера ВЯВ при изменении положения ультразвукового датчика с поперечного (по отношению к вене) на косое (разворот 45° по часовой стрелке). Полученные результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2 - Значения размеров внутренней яремной вены (D) в зависимости от положения ультразвукового датчика

	Стандартная позиция датчика		с поворотом датчика	
	переднезадний размер, мм	медиально-латеральный размер, мм	переднезадний размер, мм	медиально-латеральный размер, мм
Dmin, M±SD	7.9 ± 1.8	12.3 ± 2.6	8.4 ± 1.8	21.7 ± 3.6
Me	8	12.3	8	15.6
Min-Max	3.9–11.3	8.6–17	4.6–12.3	15.6–29.1
Dmax, M±SD	9.6 ± 1.7	12.9 ± 2.6	9.9 ± 1.7	22.9 ± 3.5
Me	9.2	12.4	9.2	15.6
Min-Max	7.4–12.8	8.6–18.1	8–13.5	15.8–30.5

В ходе исследования установлено, что поворот ультразвукового датчика на 45° сопровождается увеличением средних значений медиально-латерального размера вены более, чем на 50%. Таким образом, маневр разворота ультразвукового датчика может быть использован для увеличения медиально-латерального размера вены.

ОБСУЖДЕНИЕ

Ультразвуковое сканирование внутренней яремной вены повысило безопасность процедуры ее катетеризации, что подтвердилось результатами клинических и фармакоэкономических исследований [4,14]. Ультразвуковая визуализация позволяет получать изображение вены по длинной оси (long axis) и по короткой оси (short axis), а также обеспечивает возможность измерять размер внутреннего просвета вены. В современной клинической практике известны центральный и латеральный доступы для осуществления пункции внутренней яремной вены. Однако анализ научной литературы выявил отсутствие рекомендаций на выбор доступа для пункции и катетеризации ВЯВ в зависимости от фактических значений ее диаметра [3,4]. Дело в том, что проведение пункции внутренней яремной вены с малым диаметром (менее 7 мм) не исключает появления осложнений, связанных со сквозным проколом стенок вены, даже в условиях ультразву-

кового сопровождения [5]. В связи с этим нами была поставлена задача поиска решений для повышения безопасности катетеризации внутренней яремной вены с малым диаметром за счет выбора оптимального доступа для ее пункции.

Полученные нами результаты исследования показали, что у здоровых добровольцев и у пациентов с гиповолемией размер внутреннего просвета ВЯВ происходит на вдохе в переднезаднем направлении. В то же время средние значения медиально-латерального размера вены, несмотря на свое уменьшение на вдохе, сохраняли значение более 7 мм у большинства пациентов с гиповолемией. Таким образом, осуществление катетеризации латеральным доступом, когда прокол венозной стенки осуществляется в латерально-медиальном направлении, может быть более безопасным, чем проведение катетеризации центральным доступом, пункцию вены при котором осуществляют в переднезаднем направлении.

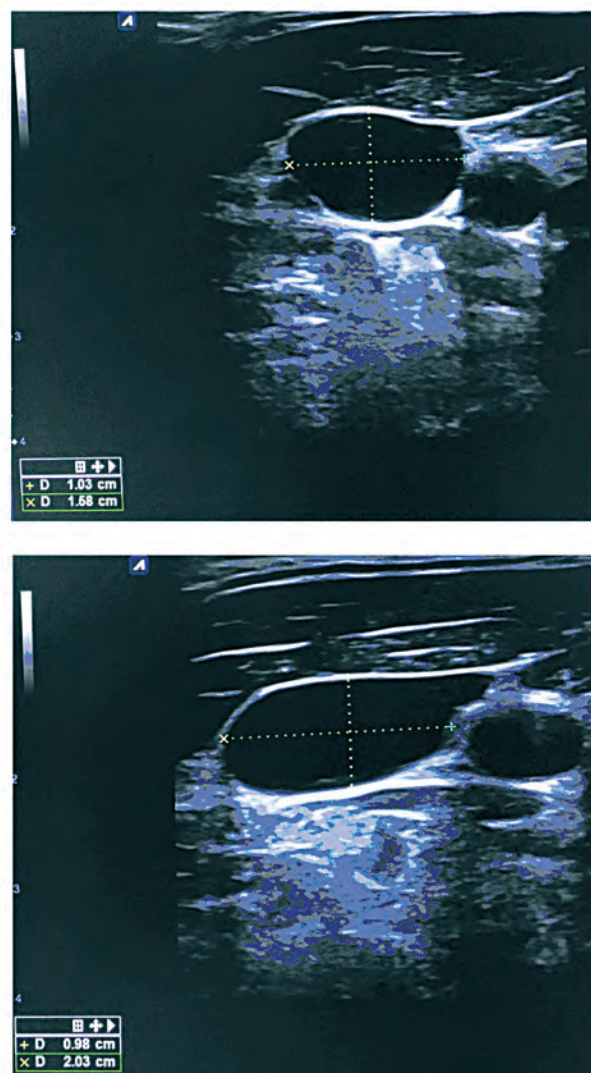


Рисунок 1 - Изображение сечения правой внутренней яремной вены здорового добровольца К., 42 лет при стандартном расположении ультразвукового датчика (а) и со смещением его по часовой стрелке на 45°.

Тем не менее у 20% исследуемых группы наблюдения медиально-латеральный размер вены на вдохе оказался менее 7 мм. Для его увеличения нами впервые предложен маневр, заключающийся в повороте ультразвукового датчика по часовой стрелке на 45°, позволяющий увеличить размер вены более, чем на 50% (рис. 1). В этом случае доступ к вене и ее пункция должны быть осуществлены в плоскости датчика.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ультразвуковая визуализация позволяет установить размер просвета внутренней яремной вены и его изменение во время дыхания. Выбор центрального или латерального доступов для пункции внутренней яремной вены может быть основан на фактических значениях переднезаднего и медиально-латерального ее размеров. У пациентов с гиповолемией использование латерального доступа для катетеризации внутренней яремной вены в условиях ультразвуковой визуализации может быть более безопасным. Для увеличения медиально-латерального размера может быть применен маневр поворота ультразвукового датчика на 45° по часовой стрелке. Требуется дополнительные исследования для повышения статистической достоверности полученных результатов и клинического применения нового маневра.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Щеголев АВ, Шелухин ДА, Ершов ЕН, Павлов АИ, Голомидов АА. Эвакуация пациентов с дыхательной недостаточностью в условиях экстракорпоральной мембранной оксигенации. *Анестезиология и реаниматология*. 2017; 62(1): 32-35. [Shchegolev AV, Shelukhin DA, Ershov EN, Pavlov AI, Golomidov AA. Evacuation of patients with respiratory failure on extracorporeal membrane oxygenation. *Anesthesiology and Reanimatology*. 2017; 62(1): 32-35 (in Russ.)].
2. Loon FH, Puijn LA, Houterman S, Bouwman AR. Development of the A-DIVA Scale: A clinical predictive scale to identify difficult intravenous access in adult patients based on clinical observations. *Medicine*. 2016; 95(16): e3428. DOI: 10.1097/MD.0000000000003428
3. Rupp SM, Apfelbaum JL, Blitt C, Caplan RA, Connis RT, Domino KB, et al. Practice guidelines for central venous access: a report by the American Society of Anesthesiologists task force on central venous access. *Anesthesiology*. 2012;116(3):539-573. DOI: 10.1097/ALN.0b013e31823c9569.
4. Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, Schick G, Smith AF. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for internal jugular vein catheterization. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;1:CD006962.
5. Mey U, Glasmacher A, Hahn C, Gorschlöter M, Ziske C, Mergelsberg M, et al. Evaluation of an ultrasound-guided technique for central venous access via the internal jugular vein in 493 patients. *Support Care Cancer*. 2003; 11: 148-155. DOI:10.1007/s00520-002-0399-3
6. Suarez T, Baerwald JP, Kraus C. Central venous access: The effects of approach, position, and head rotation on internal jugular vein cross-sectional area. *Anesth Analg*. 2002; 95: 1519-24.
7. Shah SB, Bhargava AK, Choudhury I. Noninvasive intracranial pressure monitoring via optic nerve sheath diameter for robotic surgery in steep Trendelenburg position. *Saudi J Anaesth*. 2015; 9(3): 239-46. DOI:10.4103/1658-354X.154693.
8. Kasatkin AA, Urakov AL, Shchegolev AV, Nigmatullina AR. Internal jugular vein cannulation without the risk of double wall punctures. *J Emerg Trauma Shock*. 2016; 9: 157. DOI:10.4103/0974-2700.193387.
9. Kasatkin AA, Urakov AL, Nigmatullina AR. Venous catheterization with ultrasound navigation. *AIP Conference Proceedings*. 2015;1688(1):n060010. DOI:http://dx.doi.org/10.1063/1.4936061.
10. Касаткин АА, Ураков АЛ, Нигматуллина АР. Способ катетеризации внутренней яремной вены: пат. 2573337 РФ, 2014. [Kasatkin AA, Urakov AL, Nigmatullina AR. Inventors. Method for Internal Jugular Catheterisation. Russian Federation Patent RU 2573337 C1; Jan. 20, 2016 (in Russ.)].
11. Rossi UG, Rigamonti P, Tich V, Zoffoli E, Giordano A, Gallieni M, et al. Percutaneous ultrasound-guided central venous catheters: the lateral in-plane technique for internal jugular vein access. *J Vasc Access*. 2014; 5(1): 56-60. DOI: 10.5301/JVA.5000177.
12. Urakov A, Urakova N, Kasatkin A, Dementyev V. Temperature and blood rheology in fingertips as signs of adaptation to acute hypoxia. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series*. 2017; 790: 012034. DOI:10.1088/1742-6596/790/1/012034.
13. Ураков АЛ, Щеголев АВ, Касаткин АА, Нигматуллина АР. Способ венозной пункции и катетеризации: пат. 2602012 РФ. 2015. [Uraikov AL, Shchegolev AV, Kasatkin AA, Nigmatullina AR. Venous puncture and catheterization method. Russian Federation Patent RU 2602012 C1; Nov. 10, 2016. (in Russ.)].
14. Нигматуллина АР. Фармакоэкономический анализ терапии пациентов с гиповолемией с использованием различных видов внутрисосудистого доступа. *Здоровье и образование в XXI веке*. 2016;18(2): 594-597. [Nigmatullina AR. Pharmacoeconomic analysis of treatment of patients with hypovolemia using different types of intravascular access. *Health & Education Millennium*. 2016; 18(2): 594-597 (in Russ.)].