

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ АППАРАТНЫХ УШИВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ЗАКРЫТИЯ ПУНКЦИОННЫХ ОТВЕРСТИЙ БЕДРЕННОЙ АРТЕРИИ ПОСЛЕ ЭНДОВАСКУЛЯРНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ

Чернявин М.П.*¹, Молохоев Е.Б.¹, Казанцев А.Н.², Белов Ю.В.³

DOI: 10.25881/20728255_2023_18_4_119

¹ ФГБУ «Клиническая больница №1» Управления делами
Президента РФ, Москва

² ОГБУЗ Костромская областная клиническая больница
им. Королева Е.И., Кострома

³ ФГБНУ «Российский научный центр хирургии
им. акад. Б.В. Петровского», Москва

Резюме. В настоящее время эндоваскулярные вмешательства практически заменили большинство открытых операций. Их выбор часто связан с миниинвазивностью, высокоэффективностью, меньшим количеством осложнений. Однако остается актуальной проблема осуществления гемостаза в месте пункции сосуда. Появление и внедрение в клиническую практику большого количества окклюзирующих пункционных устройств привело к необходимости оценки безопасности и эффективности их использования в различных группах пациентов.

Ключевые слова: эндоваскулярное вмешательство, пункция бедренной артерии, аппаратный гемостаз, ушивающие устройства.

Введение

Ежегодно во всем мире выполняется более 7 млн. рентгенэндоваскулярных исследований и операций [1]. В настоящее время этот метод лечения занимает свою нишу практически во всех областях современной медицины. Наиболее частыми осложнениями являются кровотечения из места пункции сосудов, необходимой для катетеризации интродьюсером и проведения инструментов, поэтому послеоперационный гемостаз играет важнейшую роль в успешности рентгенэндоваскулярного лечения пациентов [2].

Мануальная компрессия — первый, по-прежнему актуальный и важный метод достижения оптимального гемостаза после феморального доступа, который проводится от 10 до 20 минут и включает строгий постельный режим на срок до 12 часов [3; 4]. С начала 1990-х годов было разработано множество компрессионных устройств и систем окклюзии постпункционного сосудистого дефекта для сокращения времени операции, количества осложнений и обеспечения ранней активизации пациентов [5; 6]. Выделяют следующие основные типы таких устройств: системы наложения сосудистого шва (Perclose ProGlide (Abbott Vascular), ProStar (Abbott Vascular), X-Site (Datascope), Super Stitch (Sutura Inc.)) или клипсы (Star-

THE MAIN ASPECTS OF THE USE OF HARDWARE SUTURING DEVICES FOR CLOSING PUNCTURE HOLES OF THE FEMORAL ARTERY AFTER ENDOVASCULAR INTERVENTIONS

Chernyavin M.P.*¹, Molokhoyev E.B.¹, Kazantsev A.N.², Belov Yu.V.³

¹ Clinical Hospital №1 of the Office of the President of the Russian Federation, Moscow

² E.I. Korolev Kostroma Regional Clinical Hospital, Kostroma

³ B.V. Petrovsky Russian Research Center of Surgery, Moscow

Abstract. Currently, endovascular interventions have practically replaced most open surgeries. Their choice is often associated with minimally invasive, highly effective, and fewer complications. However, the problem of hemostasis at the site of puncture of the vessel remains urgent. The emergence and introduction into clinical practice of a large number of occluding puncture defect devices has led to the need to assess the safety and effectiveness of their use in various groups of patients.

Keywords: endovascular intervention, femoral artery puncture, hardware hemostasis, suturing devices.

lose (Abbott Vascular), The Angiolink EVS Vascular Closure System (Medtronic)), установки гемостатической пломбы за счет размещения внутри сосуда «якоря» из молочной кислоты и коллагеновой пробки снаружи сосуда (AngioSeal (St. Jude Medical)), системы герметизации места пункции двумя дисками, скрепленными между собой биоабсорбируемыми швами с замком (FemoSeal (Terumo Europe NV)), установки складного диска и тромбогенного рассасывающегося внесосудистого коллагенового пластыря (Vascade (Haemonetics Corporation)), устройства позиционирования полигликоеновой пробки в месте пункции сосуда (ExoSeal (Cordis)), установки биосовместимого имплантата как внутри, так и снаружи места пункции бедренной артерии (Celt ACD (Vasorum Ltd.)), механического закрытия артериотомии внесосудистым «герметиком» (MynxGrip (Cordis)) и др. [7–9].

Результаты использования устройств для закрытия пункционных отверстий после эндоваскулярных вмешательств

Использование устройства для закрытия пункционных отверстий статистически значимо сокращает время гемостаза по сравнению с мануальной компрессией и способствует более ранней активизации пациента [9–11].

* e-mail: maxim@chernyavin.ru

Важными преимуществами является возможность окклюзии пункционного отверстия сразу по окончании операции, независимо от показателей активированного времени свертывания; к тому же успех процедуры ожидается более чем в 95% случаев, а время для достижения гемостаза обычно составляет менее 5 мин. при использовании AngioSeal, Perclose ProGlide, Starclose и других [12–14]. Их применение позволяет избежать длительной мануальной компрессии и постельного режима, что имеет особое значение для большинства пациентов [15]. Учитывая эти преимущества, сложно предположить, что использование устройств для закрытия пункционного отверстия сосудов в настоящее время не стало повсеместным стандартом обеспечения гемостаза после инвазивных вмешательств.

Существует большое количество рандомизированных исследований, оценивающих их эффективность и безопасность. В 1–4% случаев были отмечены различные осложнения: инфекционные, тромботические, ишемические, а также перфорация бедренной артерии, неконтролируемое кровотечение, псевдоаневризма, аtriоventрикулярная фистула, эмболия внутрисосудистой частью устройства [16–19].

По некоторым данным риск сосудистых осложнений, связанных с местом артериального доступа, при использовании ушивающих устройств по сравнению с механической компрессией был ниже или находился на том же уровне [19–22]. Крупнейшее исследование, проведенное The American College of Cardiology-National Cardiovascular Data Registry, в которое вошло 13 878 пациентов, продемонстрировало значительное снижение осложнений при использовании сосудистых ушивающих устройств по сравнению с мануальной компрессией [23].

Выполнение контрольной ангиографии перед эндоваскулярным закрытием сосудистого доступа значительно улучшает результаты лечения [24–26]. Это позволяет отказаться от использования ушивающих устройств при высокой или низкой пункции, при пункции глубокой бедренной артерии, когда эффективность и безопасность использования данных методов гемостаза не доказаны [27–30]. По данным многих мета-анализов, отмечается ограниченность данных о безопасности повторного бедренного доступа после эндоваскулярного ушивания пункционного отверстия и необходимость продолжения дальнейших исследований [31–33].

Еще одним сдерживающим фактором их использования является стоимость, которая при большом объеме эндоваскулярных вмешательств существенно влияет на общую сумму расходов [34; 35]. В некоторых случаях становится оправданным более строгий отбор пациентов, которым выполняется эндоваскулярное ушивание пункционного дефекта. Например, предпочтительно выбрать этот метод гемостаза у пациентов с высоким риском кровотечения или у больных, для которых длительный период постельного режима нежелателен [16; 36].

Два наиболее исследованных устройства Angio-Seal и Perclose находятся на рынке продолжительный период времени и претерпели множество доработок и усовершенствований, однако и с ними отмечаются случаи несостоятельного гемостаза [37]. Позднее вышедшее на рынок устройство StarClose полностью не устранило эту проблему: в исследовании CLIP отмечено, что частота нарушения установки окклюдизирующего элемента при использовании StarClose составила 11%. Сбой замыкания происходил по ряду причин, не всегда зависящих от используемого устройства [38].

Основные используемые устройства для закрытия пункционных отверстий после эндоваскулярных вмешательств

Системы эндоваскулярного наложения сосудистого шва в месте пункционного дефекта представлены Perclose ProGlide (Abbott Vascular), Super Stitch (Sutura, Фонтейн Вэлли, Калифорния, США), ProStar XL (Abbott Vascular) и другими.

Шовное закрывающее устройство системы Perclose ProGlide стало безопасной и эффективной альтернативой мануальной компрессии при бедренном доступе [39]. По данным исследований, использование ProGlide оказывается эффективным и безопасным методом осуществления гемостаза, и пациенты могут ходить уже через 30 минут после вмешательства. При анализе 323 больных, успешность процедуры составила 99,7% (322/323). В 2% и 1,5% наблюдений отмечались малые и большие осложнения, соответственно. Выявлен один случай ретроперитонеального кровотечения, в одном наблюдении отмечалась инфекция в месте доступа, образование псевдоаневризмы и выявлено два артериальных стеноза. Летального исхода или осложнений, требующих ампутации конечностей, не было [40]. Устройство Perclose ProGlide может использоваться для закрытия больших пункционных отверстий, позволяет значительно снизить частоту серьезных осложнений при эндоваскулярных вмешательствах в целом [39]. Доступ к артерии сохраняется даже при его неудачном позиционировании, при этом проводник остается на месте, что позволяет своевременно диагностировать осложнение [41].

При использовании Super Stitch происходит раскрытие «ножек» в просвете сосуда, извлечение до передней стенки и создание шовной петли. В проспективном исследовании проанализированы результаты использования этого устройства у 150 пациентов (средний возраст 61,5 лет). Немедленный гемостаз достигнут в 77% случаев без значимых различий между пациентами, перенесшими диагностическую катетеризацию или коронарные вмешательства (79% против 73%; $p = 0,659$). После 2 мин. дополнительной легкой мануальной компрессии гемостаз был достигнут у 92% пациентов. Отмечено одно серьезное осложнение, потребовавшее хирургического вмешательства на сосудах (0,7%) [42].

Система Prostar XL предназначена для чрескожного наложения швов для закрытия места доступа к общей бедренной артерии и сокращения времени до гемостаза. Однако по некоторым данным Prostar XL связан с более высоким риском кровотечения по сравнению с устройством ProGlide. В исследование было включено 2909 пациентов. Частота общих сосудистых осложнений не отличалась между Prostar XL и ProGlide (отношение рисков (ОР) 1,35 (0,80–2,29), $p = 0,27$). Напротив, ОР всех геморрагических осложнений при применении Prostar XL по сравнению с ProGlide составило 1,82 (1,47–2,24, $p < 0,001$), а для серьезных и угрожающих жизни кровотечений — 2,48 (1,65–3,73, $p < 0,001$), что свидетельствует о более низком риске кровотечения при использовании ProGlide. Статистической разницы между группами при терминальной стадии острого повреждения почек обнаружено не было (ОР 2,14 (0,81–5,66), $p = 0,05$). Наконец, не отмечалось различий в госпитальной и 30-дневной летальности между двумя группами (1,41, 0,56–3,54, $p = 0,46$ и 1,43, 0,55–3,73, $p = 0,47$ соответственно) [43].

При применении окклюзирующих пункционное отверстие специальным биоразлагаемым материалом устройств, коллагеновая пробка за пределами сосудистой стенки может быть соединена с внутрисосудистым «якорем» или быть без него [41]. Примером таких устройств является устройство AngioSeal (St. Jude Medical, Миннетонка, Миннесота, США).

В проведенном исследовании с использованием AngioSeal, из общего числа 157 пункций 122 (77,7%) — антеградные и 35 (22,2%) — ретроградные. Одним серьезным осложнением (0,75%) была забрюшинная гематома. Из малых осложнений: одна (0,75%) поверхностная гематома, в 2 случаях (1,49%) отмечалась неисправность устройства, когда не был осуществлен гемостаз, несмотря на удовлетворительное позиционирование устройства AngioSeal. Таким пациентам выполнялась мануальная компрессия в течение 20 минут. Еще у 2 (1,49%) больных AngioSeal не раскрылось. Было отмечено, что в одном из этих случаев выявлены множественные предшествующие феморальные пункции, что привело к образованию рубцовой ткани. Этим пациентам выполнена мануальная компрессия в течение 20 минут для достижения удовлетворительного гемостаза [47]. Применение устройства AngioSeal значительно повышало комфорт пациентов по сравнению с мануальной компрессией, сокращало время до наступления гемостаза и активизации пациентов.

Примером клипирующего устройства может служить Starclose (Abbott Vascular, Редвуд-Сити, Калифорния, США), в этом случае гемостаз достигается с помощью 4 мм нитиноловой клипсы. При исследовании 347 пациентов после ретроградной пункции общей бедренной артерии, технический успех использования AngioSeal и Starclose достигался у 95,1% (330/347) пациентов. Общее время до гемостаза и время до полной активизации составляли $5,5 \pm 1,5$ мин. (диапазон 3–8 мин.) и $6 \pm 2,5$ ч (диапазон 2–9 ч) соответственно. Статистически значимой разницы между

группами сравнения не определялось ($p > 0,05$) [13].

Заключение

Сейчас разработано большое количество различных устройств для закрытия постпункционных сосудистых отверстий. Благодаря их использованию сокращается время наступления гемостаза и активизации пациентов, существенно снижается частота осложнений. Однако необходимо продолжение исследований в этой области для формирования четких критериев выбора метода и оценки риска для пациентов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Patel MR, Jneid H, Derdeyn CP, et al. American Heart Association Diagnostic and Interventional Cardiac Catheterization Committee of the Council on Clinical Cardiology, Council on Cardiovascular Radiology and Intervention, Council on Peripheral Vascular Disease, Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia, and Stroke Council. Arteriotomy closure devices for cardiovascular procedures: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2010; 122(18): 1882–93. doi: 10.1161/CIR.0b013e3181f9b345.
- Doyle BJ, Rihal CS, Gastineau DA, Holmes DR Jr. Bleeding, blood transfusion, and increased mortality after percutaneous coronary intervention: implications for contemporary practice. *J Am Coll Cardiol*. 2009; 53(22): 2019–27. doi: 10.1016/j.jacc.2008.12.073. PMID: 19477350.
- Looby S, Keeling AN, McErlean A, et al. Efficacy and safety of the Angioseal vascular closure device post antegrade puncture. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2008; 31: 558–62.
- Martin JL, Pratsos A, Magargee E, et al. A randomized trial comparing compression, Perclose ProGlide and Angio-Seal VIP for arterial closure following percutaneous coronary intervention: the CAP trial. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2008; 71(1): 1–5. doi: 10.1002/ccd.21333.
- Koreny M, Riedmüller E, Nikfardjam M, et al. Arterial puncture closing devices compared with standard manual compression after cardiac catheterization: systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2004; 291(3): 350–7. doi: 10.1001/jama.291.3.350.
- Biancari F, D'Andrea V, Di Marco C, et al. Meta-analysis of randomized trials on the efficacy of vascular closure devices after diagnostic angiography and angioplasty. *Am Heart J*. 2010; 159(4): 518–31. doi: 10.1016/j.ahj.2009.12.027.
- Jiang J, Zou J, Ma H, et al. Network Meta-analysis of Randomized Trials on the Safety of Vascular Closure Devices for Femoral Arterial Puncture Site Haemostasis. *Sci Rep*. 2015; 5: 13761. doi: 10.1038/srep13761.
- Noori VJ, Eldrup-Jørgensen J. A systematic review of vascular closure devices for femoral artery puncture sites. *J Vasc Surg*. 2018; 68(3): 887–899. doi: 10.1016/j.jvs.2018.05.019.
- Dauerman HL, Applegate RJ, Cohen DJ. Vascular closure devices: the second decade. *J Am Coll Cardiol*. 2007; 50(17): 1617–26. doi: 10.1016/j.jacc.2007.07.028.
- Pang N, Gao J, Zhang B, et al. Vascular Closure Devices versus Manual Compression in Cardiac Interventional Procedures: Systematic Review and Meta-Analysis. *Cardiovasc Ther*. 2022; 2022: 569188. doi: 10.1155/2022/569188.
- Robertson L, Andras A, Colgan F, Jackson R. Vascular closure devices for femoral arterial puncture site haemostasis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016; 3: CD009541. doi: 10.1002/14651858.CD009541.pub2.
- Sekhar A, Sutton BS, Raheja P, et al. Femoral arterial closure using ProGlide® is more efficacious and cost-effective when ambulating early following cardiac catheterization. *Int J Cardiol Heart Vasc*. 2016; 13: 6–13. doi: 10.1016/j.ijcha.2016.09.002.
- Lucatelli P, Fanelli F, Cannavale A, et al. Angioseal VIP® vs. StarClose SE® closure devices: a comparative analysis in non-cardiological procedures. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2017; 58(1): 80–86. doi: 10.23736/S0021-9509.16.07654-0.

14. Barrette LX, Vance AZ, Mantell MP, et al. Safety and Efficacy of Arterial Closure Devices Following Antegrade Femoral Access: A Case-Control Study. *Vasc Endovascular Surg.* 2020; 54(7): 612-617. doi: 10.1177/1538574420941298.
15. Duffin DC, Muhlestein JB, Allisson SB, et al. Femoral arterial puncture management after percutaneous coronary procedures: a comparison of clinical outcomes and patient satisfaction between manual compression and two different vascular closure devices. *J Invasive Cardiol.* 2001; 13(5): 354-362.
16. Tavis DR, Dey S, Albrecht-Gallauresi B, et al. Risk of local adverse events following cardiac catheterization by hemostasis device use - phase II. *J Invasive Cardiol.* 2005; 17(12): 644-650.
17. Gewalt SM, Helde SM, Ibrahim T, et al. Comparison of Vascular Closure Devices Versus Manual Compression After Femoral Artery Puncture in Women. *Circ Cardiovasc Interv.* 2018; 11(8): e006074. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.117.006074.
18. Cianci C, Kowal RC, Feghali G, Hohmann S, Stoler RC, Choi JW. Critical lower limb ischemia from an embolized Angio-Seal closure device. *Proc (Bayl Univ Med Cent).* 2013; 26(4): 398-400. doi: 10.1080/08998280.2013.11929017.
19. Nikolsky E, Mehran R, Halkin A, et al. Vascular complications associated with arteriotomy closure devices in patients undergoing percutaneous coronary procedures: a meta-analysis. *J Am Coll Cardiol.* 2004; 44(6): 1200-1209. doi: 10.1016/j.jacc.2004.06.048.
20. Resnic FS, Blake GJ, Ohno-Machado L, et al. Vascular closure devices and the risk of vascular complications after percutaneous coronary intervention in patients receiving glycoprotein IIb/IIIa inhibitors. *Am J Cardiol.* 2001; 88(5): 493-496. doi: 10.1016/s0002-9149(01)01725-8.
21. Arora N, Matheny ME, Sepke C, Resnic FS. A propensity analysis of the risk of vascular complications after cardiac catheterization procedures with the use of vascular closure devices. *Am Heart J.* 2007; 153(4): 606-611. doi: 10.1016/j.ahj.2006.12.014.
22. Prouse A, Gunzburger E, Yang F, et al. Contemporary Use and Outcomes of Arterial Closure Devices After Percutaneous Coronary Intervention: Insights From the Veterans Affairs Clinical Assessment, Reporting, and Tracking Program. *J Am Heart Assoc.* 2020; 9(4): e015223. doi: 10.1161/JAHA.119.015223.
23. Tavis DR, Gallauresi BA, Dey S, et al. Risk of local adverse events by gender following cardiac catheterization. *Pharmacoepidemiol Drug Saf.* 2007; 16(2): 125-131. doi: 10.1002/pds.1307.
24. Turi ZG. Optimizing vascular access: routine femoral angiography keeps the vascular complication away. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2005; 65(2): 203-204. doi: 10.1002/ccd.20412.
25. Schnyder G, Sawhney N, Whisenant B, et al. Common femoral artery anatomy is influenced by demographics and comorbidity: implications for cardiac and peripheral invasive studies. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2001; 53(3): 289-295. doi: 10.1002/ccd.1169.
26. Sherev DA, Shaw RE, Brent BN. Angiographic predictors of femoral access site complications: implication for planned percutaneous coronary intervention. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2005; 65(2): 196-202. doi: 10.1002/ccd.20354.
27. Ellis SG, Bhatt D, Kapadia S, et al. Correlates and outcomes of retroperitoneal hemorrhage complicating percutaneous coronary intervention. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2006; 67(4): 541-545. doi: 10.1002/ccd.20671.
28. Farouque HM, Tremmel JA, Raissi Shabari F, et al. Risk factors for the development of retroperitoneal hematoma after percutaneous coronary intervention in the era of glycoprotein IIb/IIIa inhibitors and vascular closure devices. *J Am Coll Cardiol.* 2005; 45(3): 363-368. doi: 10.1016/j.jacc.2004.10.042.
29. Hermiller J, Simonton C, Hinohara T, et al. Clinical experience with a circumferential clip-based vascular closure device in diagnostic catheterization. *J Invasive Cardiol.* 2005; 17(10): 504-510.
30. Saw J, Bhatt DL, Moliterno DJ, et al. The influence of peripheral arterial disease on outcomes: a pooled analysis of mortality in eight large randomized percutaneous coronary intervention trials. *J Am Coll Cardiol.* 2006; 48(8): 1567-1572. doi: 10.1016/j.jacc.2006.03.067.
31. Applegate RJ, Rankin KM, Little WC, et al. Restick following initial Angio-seal use. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2003; 58(2): 181-184. doi: 10.1002/ccd.10419.
32. Fowler SJ, Nguyen A, Kern M. Trapping of vascular clip closure device in previously accessed femoral puncture site. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2007; 70(1): 62-64. doi: 10.1002/ccd.21105.
33. Gargiulo NJ 3rd, Veith FJ, Ohki T, et al. Histologic and duplex comparison of the perclose and angio-seal percutaneous closure devices. *Vascular.* 2007; 15(1): 24-29. doi: 10.2310/6670.2007.00004.
34. Resnic FS, Arora N, Matheny M, Reynolds MR. A cost-minimization analysis of the angio-seal vascular closure device following percutaneous coronary intervention. *Am J Cardiol.* 2007; 99(6): 766-770. doi: 10.1016/j.amjcard.2006.10.032.
35. Rickli H, Unterweger M, Sütsch G, et al. Comparison of costs and safety of a suture-mediated closure device with conventional manual compression after coronary artery interventions. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2002; 57(3): 297-302. doi: 10.1002/ccd.10294.
36. Kim M, Chu A, Khan Y, Malik S. Predicting and preventing vascular complications following percutaneous coronary intervention in women. *Expert Rev Cardiovasc Ther.* 2015; 13(2): 163-172. doi: 10.1586/14779072.2015.995635.
37. Cox T, Blair L, Huntington C, et al. Systematic Review of Randomized Controlled Trials Comparing Manual Compression to Vascular Closure Devices for Diagnostic and Therapeutic Arterial Procedures. *Surg Technol Int.* 2015; 27: 32-44.
38. Hermiller JB, Simonton C, Hinohara T, et al. The StarClose Vascular Closure System: interventional results from the CLIP study. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2006; 68(5): 677-683. doi: 10.1002/ccd.20922.
39. Del Prete A, Della Rocca DG, Calcagno S, et al. Perclose ProGlide™ for vascular closure. *Future Cardiol.* 2021; 17(2): 269-282. doi: 10.2217/fca-2020-0065.
40. Vinayakumar D, Kayakkal S, Rajasekharan S, et al. 24h and 30 day outcome of Perclose ProGlide suture mediated vascular closure device: An Indian experience. *Indian Heart J.* 2017; 69(1): 37-42. doi: 10.1016/j.ihj.2016.06.008.
41. Бокерия Л.А., Мусалов А.Ю. Применение устройств для закрытия пункционных отверстий после эндоваскулярных вмешательств // Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания. — 2016. — Т.17. — №1. — С.32-38 [Bokeriya LA, Musalov AYu. Primenenie ustrojstv dlya zakrytiya punkcionnyh otverstij posle endovaskulyarnyh vmeshatel'stv. Byulleten' NCCSKH im. A.N. Bakuleva RAMN. Serdechno-sosudistye zabolevaniya. 2016; 17(1): 32-38 (In Russ.)]
42. Eggebrecht H, Naber C, Woertgen U, et al. Percutaneous suture-mediated closure of femoral access sites deployed through the procedure sheath: initial clinical experience with a novel vascular closure device. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2003; 58(3): 313-321. doi: 10.1002/ccd.10472.
43. Maniotis C, Andreou C, Karalis I, et al. A systematic review on the safety of Prostar XL versus ProGlide after TAVR and EVAR. *Cardiovasc Revasc Med.* 2017; 18(2): 145-150. doi: 10.1016/j.carrev.2016.11.004.
44. Eggebrecht H, Haude M, Woertgen U, et al. Systematic use of a collagen-based vascular closure device immediately after cardiac catheterization procedures in 1,317 consecutive patients. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2002; 57(4): 486-495. doi: 10.1002/ccd.10254.
45. O'Sullivan GJ, Buckenham TM, Belli AM. The use of the angio-seal haemostatic puncture closure device in high risk patients. *Clin Radiol.* 1999; 54(1): 51-55. doi: 10.1016/s0009-9260(99)91240-0.
46. Kensey KR. Puncture site hemostasis. *J Invasive Cardiol.* 1994; 6(8): 273-276.
47. Modi S, Gadvi R, Babu S. Initial experience with AngioSeal™: Safety and efficacy of the endovascular closure device. *Indian J Radiol Imaging.* 2013; 23(2): 134-138. doi: 10.4103/0971-3026.116566.