

СОВРЕМЕННАЯ ДИАГНОСТИКА И ПРЕДИКТОРЫ РАЗВИТИЯ ЛОЖНЫХ ТРАВМАТИЧЕСКИХ АНЕВРИЗМ: ОТ ТЕОРИИ К КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

Чернявин М.П.*¹, Петров К.Ю.¹, Кемов С.Ш.², Белов Ю.В.^{3,4}

DOI: 10.25881/20728255_2026_21_3_118

¹ ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь

им. Н.Н. Бурденко», Москва

² ФГБОУ ВО «Северо-Кавказская Государственная Академия»,

Черкесск

³ ФГБНУ «Российский научный центр хирургии

им. акад. Б.В. Петровского», Москва

⁴ ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, Москва

Резюме. Ложные периферические аневризмы – одна из важных проблем сосудистой хирургии, так как они могут длительно протекать субклинически и манифестировать уже на стадии осложнений, включая разрыв и тромбоз. В отличие от истинных аневризм, при которых стенка кровеносного сосуда выпячивается, при псевдоаневризме стенка сосуда не повреждается. Вместо этого кровь вытекает из места повреждения и удерживается сформированной из окружающих тканей стенкой. Необходимо своевременно диагностировать и лечить ложные аневризмы. Всем пациентам с проникающими травмами конечностей необходимо рутинное ультразвуковое дуплексное сканирование (УЗДС) сосудов; при подозрении на ложную аневризму в плановой ситуации без значимой гематомы показана МСКТ-ангиография, а при наличии гематомы или признаков активного кровотечения – экстренная селективная ангиография и решение вопроса о тактике лечения.

Заключение. Посттравматические ложные периферические аневризмы представляют серьезную угрозу из-за риска разрыва и тромбоза. Ключевой алгоритм диагностики: рутинное УЗДС сосудов конечностей всем пациентам с травмами конечностей, МСКТ-ангиография при плановом подозрении без гематомы, селективная ангиография при активном кровотечении. Своевременная визуализация предотвращает отдаленные осложнения и определяет тактику лечения.

Ключевые слова: ложная аневризма, псевдоаневризма, травматическое повреждение сосудов, патофизиология сосудистой стенки, факторы риска, алгоритм диагностики, лучевая диагностика, ультразвуковое дуплексное сканирование, мульти-спиральная компьютерная томография (МСКТ), КТ-ангиография, рентгеноконтрастная ангиография, пульсирующая гематома, сосудистая хирургия.

Ложные аневризмы представляют собой локализованные пульсирующие образования, возникающие вследствие дефекта сосудистой стенки и ограничения кровоизлияния окружающими тканями. Они часто связаны с травмой, в том числе малой по объему, и нередко диагностируются через недели и месяцы после события, что обуславливает высокую долю поздних и осложненных форм [1–3].

Клиническое значение ложных аневризм определяется риском разрыва, компрессии нервно-сосудистых структур, тромбоза, дистальной эмболии и развитием хронической ишемии конечности. На фоне роста количества инвазивных вмешательств (катетеризации артерий, эндоваскулярных процедур) и высокой частоты травм

MODERN DIAGNOSTICS AND PREDICTORS OF FALSE TRAUMATIC ANEURYSMS: FROM THEORY TO CLINICAL PRACTICE

Chernyavin M.P.*¹, Petrov K.Yu.¹, Kemov S.Sh.², Belov Yu.V.^{3,4}

¹ Chief military clinical hospital named after academic N.N. Burdenko, Moscow

² North Caucasian State Academy, Cherkessk

³ Petrovsky National Research Centre of Surgery, Moscow

⁴ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow

Abstract. False peripheral aneurysms represent a significant challenge in vascular surgery, as they can remain subclinical for extended periods and manifest only at the stage of complications, including rupture and thrombosis. Unlike true aneurysms, which involve a protrusion of the blood vessel wall, a pseudoaneurysm does not involve damage to the entire wall structure. Instead, blood escapes from the site of injury and is contained by a wall formed from the surrounding tissues. Timely diagnosis and treatment of false aneurysms are essential. All patients with penetrating limb injuries should undergo routine ultrasound duplex scanning (USDS). In elective cases with suspected false aneurysm and no significant hematoma, MSCT angiography is indicated. In the presence of a hematoma or signs of active bleeding, urgent selective angiography is required to determine the subsequent treatment strategy.

Conclusion. Post-traumatic false peripheral aneurysms pose a serious threat due to the risk of rupture and thrombosis. The key diagnostic algorithm includes: routine vascular USDS for all patients with limb injuries, MSCT angiography for elective cases without hematoma, and selective angiography in cases of active bleeding. Timely imaging prevents long-term complications and dictates the optimal management strategy.

Keywords: pseudoaneurysm, false aneurysm, traumatic vascular injury, vascular wall pathophysiology, risk factors, diagnostic algorithm, diagnostic imaging, duplex ultrasound, multidetector computed tomography (MDCT), CT angiography, conventional angiography, pulsating hematoma, vascular surgery.

частота периферических псевдоаневризм устойчиво увеличивается [4].

Эпидемиологические данные указывают на низкую общую распространенность в популяции, однако отмечается высокая их частота после травматических повреждений крупных сосудов. По разным данным частота ложных аневризм периферических артерий составляет от 0,6% до 4,8% [5–7].

Поэтому актуальность темы диагностики ложных посттравматических аневризм обусловлена комплексом медицинских и социальных факторов, главным из которых является предотвращение жизнеугрожающих осложнений у пациентов после перенесенной травмы или инвазивных медицинских вмешательств [8; 9].

* e-mail: dr.chernyavin@gmail.com

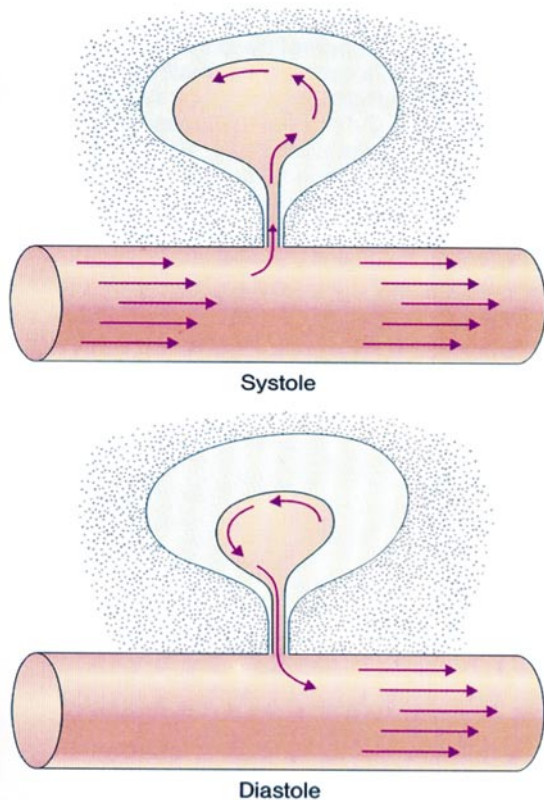


Рис. 1. Схема образования псевдоаневризмы и формирования двунаправленного кровотока.

Патофизиологические особенности образования псевдоаневризмы

Патофизиология псевдоаневризмы зависит от их локализации. При первичном повреждении происходит кровотечение в мягкие ткани, формирование гематомы, на этом этапе возможны клинические признаки острой кровопотери или компартмент-синдрома. Далее происходит формирование канала (шейки) между артерией и гематомой, стабилизация состояния и начало организации стенки псевдоаневризмы, формируется фиброзная капсула с постоянным кровотоком через шейку; возможны тромбоз части полости, ее кальцинирование, компрессия окружающих структур. Размер и форма аневризматического мешка зависят от диаметра поврежденного сосуда, характера травмы, уровня артериального давления и состояния свертывающей системы [7; 10; 11].

Факторы риска

К развитию и прогрессированию ложных аневризм predisполагают: некорректная или отсроченная первичная хирургическая обработка раны и недостаточный диагностический контроль сосудистого повреждения. Артериальная гипертензия, которая повышает давление в зоне дефекта и способствует расширению полости. Нарушения гемостаза (коагулопатии, прием антикоагулянтов и антиагрегантов), затрудняющие тромбирование ложного мешка. Сахарный диабет, инфекция раны, куре-

ние, ухудшающие репаративные процессы и состояние сосудистой стенки [12–14].

Диагностика

Ложная аневризма (псевдоаневризма) – это ограниченная полость, заполненная кровью и сообщаемая с просветом артерии через дефект сосудистой стенки (шейку), при этом стенка аневризматического мешка представлена не интима-медиа-адвентицией, а фиброзной капсулой и окружающими тканями. В отличие от нее истинная аневризма включает выпячивание всех трех слоев артериальной стенки, даже при их выраженном истончении и дегенерации. При УЗДС псевдоаневризма выглядит как экстравазальная полость с характерным рисунком турбулентного кровотока и двунаправленного потока в области шейки [15]. При КТ-ангиографии ложные аневризмы имеют чаще неправильные контуры, окружены гематомой или инфильтрацией мягких тканей и связаны с четкой точкой утечки контраста [16]. Клинически истинные аневризмы чаще ассоциированы с хроническими дегенеративными изменениями (атеросклероз, медиальная дегенерация) и нередко множественны, а псевдоаневризмы почти всегда имеют четкую травматическую или ятрогенную причину [14].

Диагностика ложных периферических аневризм опирается на сочетание клиничко-анамнестической оценки (наличие травмы), физикального обследования, лабораторных и инструментальных методов визуализации. Наиболее важен ранний этап, когда внешние признаки минимальны, а своевременное выявление позволяет предотвратить катастрофические осложнения [17].

Физикальное обследование

Клинические проявления зависят от локализации, размера псевдоаневризмы, скорости ее формирования и выраженности осложнений. Во многих случаях начальный период протекает малосимптомно, и пациент обращается уже на этапе значительной деформации мягких тканей или при развитии осложнений [18; 19]. Выявление локального пульсирующего, как правило, болезненного образования в зоне предполагаемого повреждения, связанного с артерией и увеличивающегося при повышении артериального давления. Иногда отмечается локальная гиперемия.

- Определение наличия систолического шума или «дрожания» при пальпации.
- Оценка дистального кровотока: пульсы на артериях ниже поражения, цвет и температура кожи, наличие ишемических изменений.
- В ряде случаев – признаки компартмент-синдрома: напряжение мышечных футляров, резкая боль при пассивных движениях, снижение чувствительности.
- При шейной локализации обязательно проводится аускультация сосудов шеи и сердца, оценка неврологического статуса, выявление признаков транзиторных ишемических атак или инсульта.

Лабораторная диагностика

Лабораторные методы не являются специфичными для псевдоаневризм, но необходимы для оценки тяжести состояния и подготовки к возможному вмешательству. Обычно выполняются: общий анализ крови: оценка уровня гемоглобина/гематокрита (анемия при хроническом или остром кровотечении), лейкоцитоз при воспалении или стрессе, тромбоцитопения при ДВС или антикоагулянтной терапии; биохимический анализ крови: функция почек (креатинин, мочевины) для выбора контрастных методов, показатели воспаления, коагулограмма для оценки риска кровотечения и возможности коррекции.

При подозрении на инфицирование псевдоаневризмы оценивают маркеры системного воспаления и, при необходимости, проводят посев крови.

Инструментальные методы

Ультразвук и дуплексное сканирование

УЗИ с цветовым доплеровским картированием и дуплексным сканированием является методом первой линии при подозрении на периферическую псевдоаневризму. Основные диагностические признаки [15; 20–22]:

- Анехогенная или гипоэхогенная полость, прилежащая к артерии, часто с частичным тромбозом.
- Наличие шейки – канала, соединяющего артериальный просвет с полостью псевдоаневризмы.
- Специфический доплеровский рисунок, отражающий вихревое смещение потоков.
- Двухнаправленный кровоток в шейке: систолический приток крови в мешок и диастолический отток обратно в артерию.

Чувствительность и специфичность дуплексного УЗИ для диагностики периферических псевдоаневризм достигают около 94–97%, что делает этот метод оптимальным скрининг-инструментом у травмированных пациентов. УЗДС доступно у постели больного, не требует контраста и позволяет динамически наблюдать за состоянием аневризматического мешка и тромбозом [21; 22].

Всем пациентам с травмами конечностей (особенно при подозрении на проникающую травму, наличии гематомы, пульсирующего образования, снижении пульса дистальнее раны) необходимо рутинное УЗДС сосудов для исключения ложной аневризмы.

МСКТ-ангиография

Мультиспиральная КТ-ангиография – высокоинформативный, неинвазивный метод визуализации, позволяющий оценить анатомию поражения, наличие сопутствующих повреждений, состояние окружающих тканей. Преимущества МСКТ-ангиографии [16; 23]:

- Высокая пространственная разрешающая способность, возможность трехмерной реконструкции артериального русла и аневризматического мешка.
- Выявление активной экстравазации контраста, размеров гематомы, участков сосудистой диссекции или тромбоза в смежных сегментах.

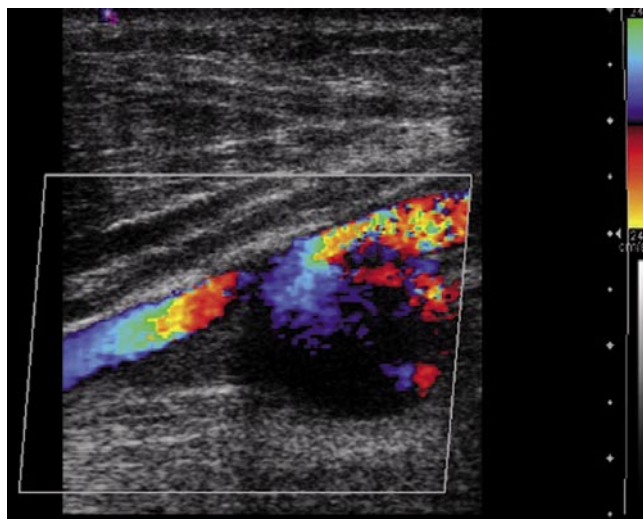


Рис. 2. УЗИ пациента с посттравматической псевдоаневризмой. Отмечается двухнаправленный кровоток в шейке псевдоаневризмы.

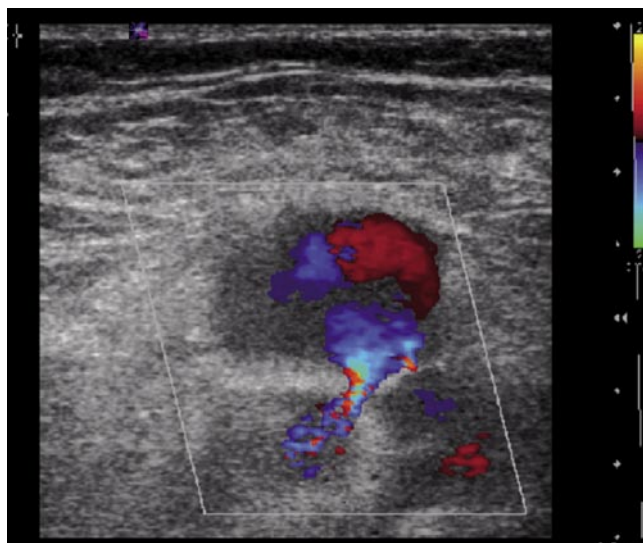


Рис. 3. УЗИ пациента с посттравматической псевдоаневризмой.

- Планирование открытого или эндоваскулярного вмешательства с оценкой коллатерального кровотока.
- МСКТ-ангиография показана в плановой ситуации, когда по данным УЗДС выявлены признаки псевдоаневризмы, но нет признаков активного кровотечения или массивной гематомы, а требуется уточнить анатомию для выбора тактики лечения.
- При сложной анатомии, множественных или глубоко расположенных псевдоаневризмах, а также при подозрении на сопутствующие повреждения костей и мягких тканей.

Ограничения метода: необходимость введения йодсодержащего контраста и воздействия ионизирующего излучения, что требует оценки функции почек и осторожности у пациентов с аллергией на контраст.

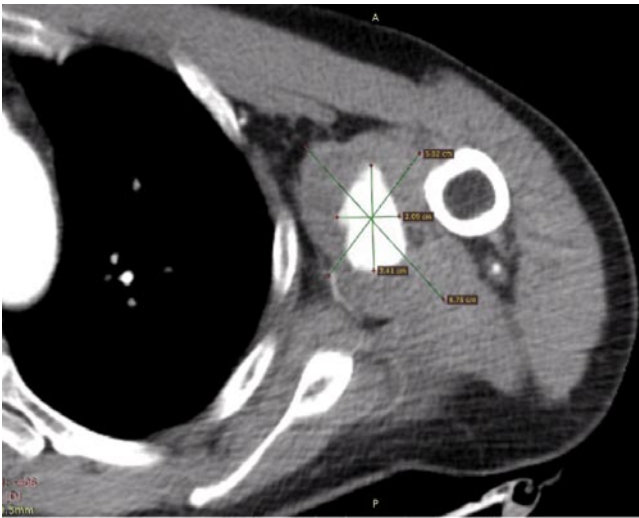


Рис. 4. МСКТ-ангиография у пациента с посттравматической псевдоаневризмой.

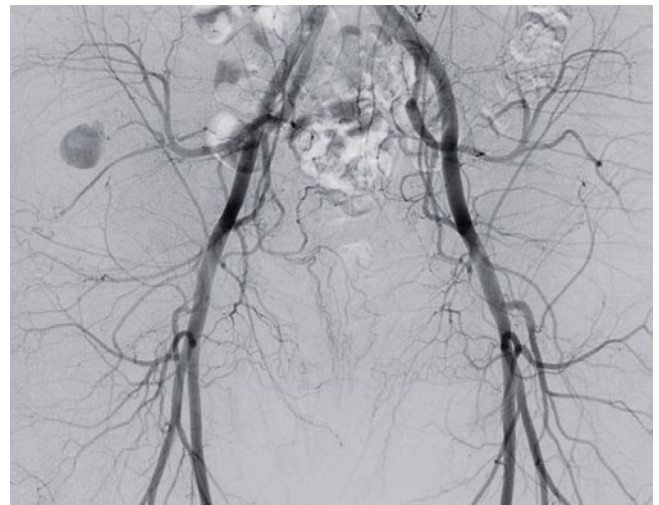


Рис. 6. Селективная ангиография нижних конечностей у пациента с посттравматической псевдоаневризмой.

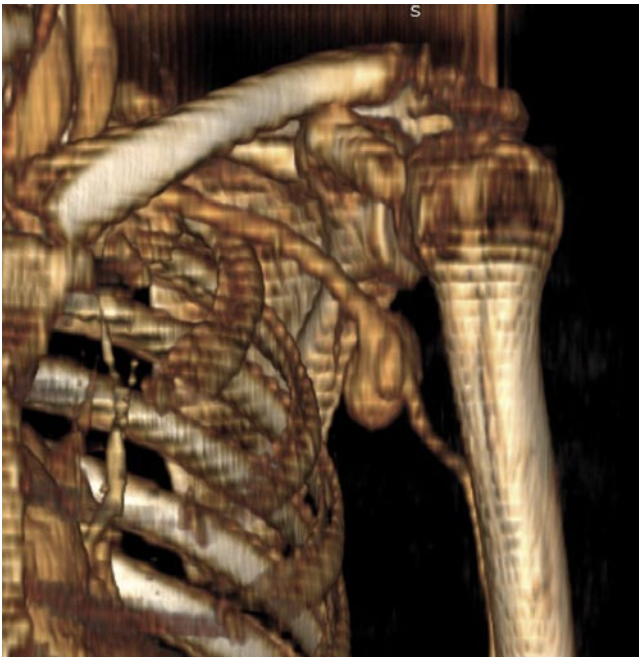


Рис. 5. 3D-моделирование. МСКТ-ангиография у пациента с посттравматической псевдоаневризмой.

Селективная ангиография

Цифровая субтракционная ангиография остается «золотым стандартом» для детальной визуализации сосудистых повреждений и одновременно является лечебной процедурой. Ангиографические признаки псевдоаневризмы [1; 2; 7]:

- Заполнение контрастом экстравазальной полости, связанной с артерией через узкий или широкий перешеек.
- Возможно раннее контрастирование вен при наличии травматической артериовенозной фистулы.

- Селективная ангиография может быть использована с целью экстренной диагностики при подозрении на активное артериальное кровотечение, особенно когда клиника и УЗДС указывают на прогрессирующую гематому или нестабильную гемодинамику, с возможностью одномоментного эндоваскулярного вмешательства: эмболизация, стент-графтирование, баллонная окклюзия поврежденного сегмента.

Ангиография предпочтительна у пациентов с большой гематомой, признаками продолжающегося кровотечения или при невозможности адекватной визуализации по данным УЗДС и КТ. Метод инвазивен и требует доступа к ангиографической операционной, однако обеспечивает максимальный контроль над источником кровотечения.

Диагностический алгоритм

По результатам нашего клинического опыта, был разработан четкий диагностический алгоритм диагностики посттравматических ложных периферических аневризм:

Пациентам с травмой конечности (особенно проникающей) или зоной потенциального сосудистого повреждения всегда проводится целенаправленный осмотр раны, пальпация и аускультация, оценка дистальной перфузии конечности.

Независимо от наличия очевидной пульсирующего образования, при малейшем подозрении на сосудистое повреждение показано УЗДС сосудов конечности.

Первый этап инструментальной диагностики – УЗДС!

Обязателен для всех пациентов с травмами конечностей и признаками возможного сосудистого повреждения: гематома, пульсирующее образование, уменьшение пульсации, выраженный отек, компартмент-синдром.

При отсутствии патологических признаков по УЗДС и благоприятной клинике возможно динамическое наблюдение.

Если по данным УЗДС заподозрена или подтверждена псевдоаневризма, и ситуация плановая (нет признаков массивной гематомы, активного кровотечения, гемодинамической нестабильности).

Следующим этапом рекомендуется выполнить МСКТ-ангиографию для уточнения анатомии, размеров, формы ложной аневризмы и состояния соседних сосудов.

КТ-ангиография позволяет детально спланировать объем и вид вмешательства (открытое шунтирование, пластика, эндопротезирование, эмболизация).

Если имеются данные за гематому, активное кровотечение или гемодинамическую нестабильность, пациент подлежит экстренному переводу в рентгеноперационную для проведения селективной ангиографии.

Селективная ангиография выполняется как диагностический и одновременно лечебный этап: возможна эмболизация, установка стент-графта, временная баллонная окклюзия до открытой ревизии.

Таким образом, главный вывод по диагностике посттравматических ложных периферических аневризм состоит в следующем: всем пациентам с травмами конечностей необходимо выполнять УЗДС сосудов как скрининг-метод; при подозрении или подтверждении ложной аневризмы и отсутствии признаков массивной гематомы или продолжающегося кровотечения следующим этапом является МСКТ-ангиография для детальной анатомической оценки. При наличии гематомы, признаков активного кровотечения или гемодинамической нестабильности пациент должен направляться на экстренную селективную ангиографию с возможностью одномоментного эндоваскулярного вмешательства.

Именно такая ступенчатая схема позволяет минимизировать риск пропуска псевдоаневризмы, вовремя выявлять опасные осложнения и рационально выбирать инвазивную тактику, объединяя диагностический и лечебный этапы в рамках единого алгоритма.

Заключение

Диагностика посттравматических ложных периферических аневризм должна быть систематизирована, учитывая высокую частоту субклинического течения и потенциальных осложнений, таких как разрыв с массивным кровотечением, дистальная эмболия или компрессионный синдром. Основопологающим принципом является рутинное применение ультразвукового дуплексного сканирования как скринингового метода первой линии абсолютно всем пациентам с проникающими повреждениями конечностей или подозрением на сосудистую травму, независимо от наличия явных клинических признаков. Высокая чувствительность УЗИ обеспечивает раннюю диагностику даже малых псевдоаневризм.

При подтверждении или подозрении на ложную аневризму в плановых условиях без признаков массивной гематомы, продолжающегося кровотечения или гемодинамической нестабильности оптимальным следующим шагом выступает мультиспиральная КТ-ангиография. Этот метод предоставляет детальную трехмерную реконструкцию анатомии поражения, оценку коллатерального кровотока, сопутствующих повреждений мягких тканей и костей, что необходимо для планирования дальнейшего лечения.

В экстренных ситуациях приоритет отдается селективной ангиографии, которая сочетает диагностику с возможностью немедленного лечебного вмешательства – от баллонной окклюзии до стентирования. Такой подход обеспечивает контроль гемостаза и предотвращение ишемии конечности.

В итоге, внедрение ступенчатого диагностического алгоритма существенно снижает летальность и инвалидизацию, повышая выявляемость патологии и оптимизируя междисциплинарное взаимодействие сосудистых хирургов, рентгенэндоваскулярных специалистов и травматологов. Регулярное обучение персонала и стандартизация протоколов в травматологических центрах позволят сделать диагностику ложных аневризм максимально эффективной и доступной.

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

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Sokhal BS, Ma Y, Rajagopalan S. Femoral artery aneurysms. *Br J Hosp Med (Lond)*. 2022; 83(12): 1-10. doi:10.12968/hmed.2022.0258.
2. Sarioglu O, Capar AE, Belet U. Interventional treatment options in pseudoaneurysms: different techniques in different localizations. *Pol J Radiol*. 2019; 84: e319-e327. doi: 10.5114/pjr.2019.88021.
3. Dorn A, Galkin P, Kalmykov E, Majd P. A clinical case of massive pseudoaneurysm of the anterior tibial artery. *Russian Medical and Biological Bulletin named after academician I.P. Pavlov*. 2021; 29(2): 293-298. doi: 10.17816/PAVLOVJ70498.
4. Wang Y, Zheng H, Yao W, et al. Management of traumatic peripheral artery pseudoaneurysm: A 10-year experience at a single center. *J Interv Med*. 2022; 6(1): 29-34. doi: 10.1016/j.jimed.2022.10.002.
5. Stone PA, Martinez M, Thompson SN, et al. Ten-Year Experience of Vascular Surgeon Management of Iatrogenic Pseudoaneurysms: Do Anticoagulant and/or Antiplatelet Medications Matter? *Ann Vasc Surg*. 2016; 30: 45-51. doi: 10.1016/j.avsg.2015.06.068.
6. Dwivedi K, Regi JM, Cleveland TJ, et al. Long-Term Evaluation of Percutaneous Groin Access for EVAR. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2019; 42(1): 28-33. doi: 10.1007/s00270-018-2072-3.
7. Rivera PA, Dattilo JB. Pseudoaneurysm. 2024 Feb 17. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025.
8. Лысенко А.В., Белов Ю.В., Катков А.И., Комаров Р.Н., Стоногин А.В. Хирургическое лечение ложной аневризмы внутренней сонной артерии после каротидной эндартерэктомии // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2016. – №7. – С.80-84. [Lysenko AV, Belov YuV, Katkov AI, Komarov RN, Stonogin AV. Surgical treatment of false aneurysm of internal carotid artery after carotid endarterectomy. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2016; 7: 80-84. (In Russ.)] doi: 10.17116/hirurgia2016780-84.
9. Тенишев Р.Р., Казанцев А.Н., Беляй Ж.М. и др. Результаты хирургического лечения пациентов с ложными аневризмами периферических артерий в военно-полевом госпитале зоны специальной военной операции // Российский кардиологический журнал. – 2025. – №30 (10S). – С.6577. [Tenishev RR, Kazantsev AN, Belyay ZhM, et al. Results of

- surgical treatment of patients with false aneurysms of peripheral arteries in a military field hospital of the special military operation zone. *Russian Journal of Cardiology*. 2025; 30(10S): 6577. (In Russ.)] doi: 10.15829/15604071-2025-6477.
10. Raheerantenaina F, Rajaonahary TMA, Rakoto RHN. Management of traumatic arterial pseudoaneurysms as a result of limb trauma. *Formosan Journal of Surgery*. 2016; 49(3): 89-100. doi: 10.1016/j.fjs.2016.04.001.
 11. Белякин С.А., Пинчук О.В., Образцов А.В., Яменсков В.В. Диагностика и лечение периферических артериальных аневризм нижних конечностей // Военно-медицинский журнал. – 2014. – №335(7). – С.24-27. [Belyakin SA, Pinchuk OV, Obraztsov AV, Yemenskoy VV. Diagnosis and Treatment of Peripheral Arterial Aneurysms of the Lower Extremities. *Military Medical Journal*. 2014; 335(7): 24-27. (In Russ.)] doi: 10.17816/RMMJ74214.
 12. Popovic B, Freysz L, Chometon F, et al. Femoral pseudoaneurysms and current cardiac catheterization: evaluation of risk factors and treatment. *Int J Cardiol*. 2010; 141(1): 75-80. doi: 10.1016/j.ijcard.2008.11.111.
 13. Azizzadeh A, Keyhani K, Miller CC 3rd, Coogan SM, Safi HJ, Estrera AL. Blunt traumatic aortic injury: initial experience with endovascular repair. *J Vasc Surg*. 2009; 49(6): 1403-8. doi: 10.1016/j.jvs.2009.02.234.
 14. Moreno Real D, de Araújo Martins-Romão D. Imaging of pseudoaneurysms: Key diagnostic findings, causes and complications. *Radiologia (Engl Ed)*. 2025; 67(2): 202-213. doi: 10.1016/j.rxeng.2024.07.002.
 15. Goksu E, Yuruktumen A, Kaya H. Traumatic pseudoaneurysm and arteriovenous fistula detected by bedside ultrasound. *J Emerg Med*. 2014; 46(5): 667-9. doi: 10.1016/j.jemermed.2013.08.136.
 16. Miller-Thomas MM, West OC, Cohen AM. Diagnosing traumatic arterial injury in the extremities with CT angiography: pearls and pitfalls. *Radiographics*. 2005; 25S1: S133-42. doi: 10.1148/rg.25si055511.
 17. Zizi O, Naouli H, Jiber H, Bouarhroum A. Fistule artérioveineuse poplitée post-traumatique associée à un faux anévrisme. *J Med Vasc*. 2017; 42(1): 46-49. doi: 10.1016/j.jdmv.2017.01.006.
 18. Kent KC, McArdle CR, Kennedy B, et al. Accuracy of clinical examination in the evaluation of femoral false aneurysm and arteriovenous fistula. *Cardiovasc Surg*. 1993; 1(5): 504-7.
 19. Лещинская О.В., Кудряшова Н.Е., Михайлов И.П. и др. Посттравматическая ложная аневризма бедренной артерии с артериовенозным соустьем у пациента 32 лет (клиническое наблюдение) // Журнал им. Н.В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь». – 2019. – №8(4). – С.458-462. [Leshchinskaya OV, Kudryashova NE, Mikhailov IP, et al. Posttraumatic False Femoral Artery Aneurysm with Arteriovenous Anastomosis in a 32-Year-Old Patient (Clinical Case). *Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care*. 2019; 8(4): 458-462. (In Russ.)] doi: 10.23934/2223-9022-2019-8-4-458-462.
 20. Davison BD, Polak JF. Arterial injuries: a sonographic approach. *Radiol Clin North Am*. 2004; 42(2): 383-96. doi: 10.1016/j.rcl.2004.01.007.
 21. Fry WR, Smith RS, Sayers DV, et al. The success of duplex ultrasonographic scanning in diagnosis of extremity vascular proximity trauma. *Arch Surg*. 1993; 128(12): 1368-72. doi: 10.1001/archsurg.1993.01420240076015.
 22. Corvino A, Catalano O, de Magistris G, et al. Usefulness of doppler techniques in the diagnosis of peripheral iatrogenic pseudoaneurysms secondary to minimally invasive interventional and surgical procedures: imaging findings and diagnostic performance study. *J Ultrasound*. 2020; 23(4): 563-573. doi: 10.1007/s40477-020-00475-6.
 23. Jens S, Kerstens MK, Legemate DA, et al. Diagnostic performance of computed tomography angiography in peripheral arterial injury due to trauma: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2013; 46(3): 329-37. doi: 10.1016/j.ejvs.2013.04.034.