

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕНТГЕНЭНДОВАСКУЛЯРНОЙ АНГИОГРАФИИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПОВРЕЖДЕННЫХ СОСУДОВ ПРИ МАЛОИНФОРМАТИВНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ НА КТ-АНГИОГРАФИИ

Р.М. Шабаетв<sup>1,2</sup>, А.В. Иванов<sup>1,2,4</sup>, В.А. Иванов<sup>3</sup>, А.Н. Лишук<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Медицинский институт непрерывного образования ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБУ «З ЦВКГ им. А.А. Вишневского» МО РФ, отделение рентгено-хирургических методов диагностики и лечения (с оперблоком и группой анестезиологии-реанимации) центра кардиохирургии, Московская обл., г. Красногорск, п. Новый, Россия

<sup>3</sup> «ВМА им. С.М. Кирова» МО РФ (московский филиал)

<sup>4</sup> ФГАОУ ВО РУДН

### Адрес для переписки:

Шабаетв Рафаэль Маратович, rafa.el.shabaev@yandex.ru

**Ключевые слова:** ангиография, селективная ангиография, КТ-ангиография, рентгеноваскулярный метод, ранения сосудов, повреждения сосудов, артериовенозная фистула, стент-графт.



Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.



Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

### Аннотация

Повреждения сосудов конечностей имеет преимущественное большинство в структуре боевых травм. При подозрении на повреждения сосуда при различных травмах для уточнения используют инструментальные методы исследования, такие как магнитно-резонансная томография (МРТ), мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ), ультразвуковое исследование (УЗИ), селективная ангиография (СА), в которых нуждаются все пострадавшие с травмами сосудов. Ввиду противопоказаний для проведения МРТ из-за наличия металлических осколков в тканях и наличия металлоконструкции для остеосинтеза, а также наличия артефактов и «засветок» на КТ-ангиографии, не позволяющие точно определить размеры пораженного участка сосуда, для последующей диагностики сосудистого повреждения использовали селективную ангиографию (СА), а в некоторых случаях выполняли одномоментно закрытие дефекта артериальной стенки специальными инструментами.

## THE USE OF X-RAY ENDOVASCULAR ANGIOGRAPHY FOR THE DIAGNOSIS OF DAMAGED VESSELS WITH LOW-INFORMATIVE VISUALIZATION ON CT ANGIOGRAPHY

R.M. Shabaev<sup>1,2</sup>, A.V. Ivanov<sup>1,2,4</sup>, V.A. Ivanov<sup>3</sup>, A.N. Lishchuk<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Medical Institute of Continuing Education, ROSBIOTECH, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Central Military Clinical Hospital named after A.V. Vishnevsky, Russian Ministry of Defense, Department of endovascular surgical methods of diagnosis and treatment (with an operating unit and a group of anesthesiology-resuscitation) of the Center of Cardiac Surgery, Krasnogorsk, Novy, Russia

<sup>3</sup> Military Medical Academy named after S.M. Kirov, Russian Ministry of Defense (Moscow branch)

<sup>4</sup> Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

### For correspondence:

Shabaev Rafael Maratovich, rafa.el.shabaev@yandex.ru

**Key words:** angiography, selective angiography, CT angiography, X-ray endovascular method, a vascular injury, a vascular injury, arteriovenous fistula, a stent graft.



The authors received no financial support for the research.



The authors declare that there is no apparent or potential conflict of interest related to the publication of this article.

### For citation:

Shabaev R.M., Ivanov A.V., Ivanov V.A., Lishchuk A.N. The use of X-ray endovascular angiography for the diagnosis of damaged vessels with low-informative visualization on CT angiography. Bulletin of the Medical Institute of Continuing Education. – 2023. – V. 3. – No 1. – С. 56-62. – DOI 10.36107/2782-1714\_2023-3-1-56-62.

## Summary

Vascular injuries of the extremities have a predominant majority in the structure of combat injuries. In case of suspected damage to the vessel with various injuries, instrumental research methods are used for clarification, such as MRI, MSCT, ultrasound, selective angiography, which all victims with vascular injuries need. Due to contraindications for MRI due to the presence of metal fragments in the tissues and the presence of metal structures for osteosynthesis, as well as the presence of artifacts and "highlights" on CT angiography, which do not allow to accurately determine the size of the affected area of the vessel, selective angiography (SA) was used for subsequent diagnosis of vascular damage, and in some cases, simultaneous closure was performed arterial wall defect with special tools.

## Введение

За последний год специальной военной операции (СВО) и последние десятилетия проблема минно-взрывных ранений (МВР) приобрела особую важность в связи с участвовавшими во всем мире террористическими актами, вооруженными конфликтами с широким применением современного стрелкового оружия и боеприпасов взрывного действия [1, 2]. Аналогичные травмы становятся практикой в хирургических и травматологических стационарах учреждений гражданского здравоохранения на фоне участвовавших террористических актов [3, 4], особенно тех, которые граничат с территориями, где проводят СВО. По данным отечественной литературы, минно-взрывные поражения в общей структуре боевых санитарных потерь достигают 25% и в большинстве случаев носят сочетанный характер [5]. Несомненно, количество ранений в структуре травматических повреждений нижних конечностей в вооруженных конфликтах неуклонно растет. Пулевые ранения, так же как и ранения, вызванные боеприпасами взрывного действия, часто сопровождаются обширными повреждениями тканей [6].

Проблема лечения огнестрельных и МВР конечностей занимает одно из центральных мест в военно-полевой хирургии [7], так как связана с увеличением количества ранений не только в военное, но и в мирное время, и с большим количеством осложнений, высокой степенью инвалидизации. Боевые ранения отмечаются высоким процентом множественных и сочетанных ранений 34,8–55% [8, 9], в сравнении с соответствующими травмами в мирное время 8–14% [10]. При этом процент травмы сосудистого русла мирного времени составляет 1,6–5,9% [10, 11, 12], в то время как в военное время этот процент достигает 6,6–17,6% [13, 14, 15]. По этим данным ранения сосудов примерно пятикратно превышают частоту в военных конфликтах XX века. Повреждения сосудов конечностей имеет преимущественное большинство в структуре боевых травм сосудов, а по некоторым источникам — до 80% и даже более [16]. Повреждения сосудов других областей тела, таких как грудная клетка, живот и таз, встречаются реже и распределены равномерно, и менее всего приходится на ранения сосудов шеи (менее 10%) [17]. Кровотечения являются наиболее опасными при повреждении стенки кровеносных сосудов, которые приводят к нарушению

общих и местных функций организма. В совокупности общие и местные признаки встречаются у 85% раненых с сосудистыми повреждениями, при этом постановка диагноза трудностей не вызывает [18]. В то же время у некоторых раненых сосудистые повреждения могут быть не диагностированы из-за отсутствия наружных повреждений (при закрытой травме сосудов) и признаков острой ишемии (при хорошем коллатеральном кровотоке в случае повреждения магистральных артерий), а также ввиду наличия другого ведущего сочетанного повреждения или комбинированного повреждения.

По данным иностранной литературы, около 33% повреждений сосудов сочетаются с переломами, около 17% — с повреждениями нервов. Перелом является независимым фактором риска ампутации [19]. Традиционно сначала следует лечить перелом, а затем восстанавливать кровеносный сосуд, чтобы избежать дальнейшего повреждения кровеносных сосудов, вызванного манипуляциями при сопоставлении осколков костей, проведения остеосинтеза и других методов, необходимых для фиксации перелома. Однако в военное время эта двухэтапная процедура может удлинять время ишемии и увеличивать риск ампутации. Таким образом, сосудистые повреждения должны быть устранены в первую очередь, а затем переломы и любые повреждения нервной системы. Когда необходимо в первую очередь исправить перелом, следует восстановить кровоток хотя бы временно, установив стент-графт [20].

При подозрении на повреждения сосуда, при различных травмах для уточнения используют инструментальные методы исследования, такие как МРТ, МСКТ, УЗИ, селективная ангиография, в которых нуждаются все пострадавшие с травмами сосудов [21, 22]. У пострадавших, которые получили травму, рекомендовано стремиться минимизировать количество диагностических исследований, при этом они должны быть информативными (выявить степень, характер и локализацию повреждений и определить дальнейшую тактику) [23, 24]. Ультразвуковой метод диагностики повреждений при травмах сосудов, как и рентгенологические методы, особенно цветная доплерография, является неинвазивным, воспроизводимым и безопасным методом выявления патологических изменений в сосудах, таких как артериальные тромбозы, псевдоаневризмы и артериовенозные фистулы. Кроме того, по

данным различных источников, ультразвуковые исследования обладают достаточной информативностью в диагностике повреждений паренхиматозных органов брюшной полости, таза, магистральных сосудов [25]. Однако УЗИ имеет и некоторые недостатки, такие как труднодоступность некоторых участков, зависимость от оператора, так как является субъективной, и существует определенная доля ложноотрицательных результатов [26].

Следующей по доступности исследования является КТ-ангиография, которая является быстрой, высокочувствительной и высокоспецифичной для выявления крупных сосудистых повреждений [27]. В двух проспективных исследованиях чувствительность КТ-ангиографии (КТА) при выявлении очаговых повреждений артерий проксимальных отделов конечностей варьировала в пределах 90–100%, а специфичность превышала 98% [28].

В настоящее время отмечается заметное возрастание роли МСКТ-ангиографии для исследования пострадавших с политравмой [29]. МСКТ-ангиография позволяет оценить сосудистое русло на большой протяженности (до 150–170 см) за одно введение рентгенконтрастного препарата из венозного доступа при непрерывном сканировании за короткое время, что при боевой травме чрезвычайно важно, поскольку, как правило, поражается несколько анатомических зон с большим объемом поврежденных органов и тканей [30]. Существенным достоинством данного метода является возможность в рамках одного диагностического лучевого исследования оценить состояние не только внутренних поврежденных органов, но и визуализировать сосудистое русло при подозрении на повреждение аорты или магистральных артерий любой анатомической области [31]. У пациентов с металлическими осколками КТ-ангиография может быть малоинформативна или неинформативна из-за артефактов или засветки. Во многих случаях есть описания, когда КТ не могло точно локализовать артериовенозную фистулу (АВФ) [32].

Селективная ангиография считается «золотым стандартом» в визуализации сосудистого русла при повреждении магистральных сосудов и сосудов малого диаметра, определяя тип и локализацию сосудистого повреждения, размер и степень поражения, а также позволяет визуализировать коллатеральное кровообращение [33]. Использование данного метода оправданно, когда имеются явные признаки повреждения магистральных сосудов, в частности артерий, наружное кровотечение [34]. Этот метод незаменим для проведения рентгенхирургического вмешательства, направленного на остановку кровотечения, установку стент-графта, выполнение эмболизации сосудов, а также в лечении больных с артериовенозными фистулами [35, 36]. Основным преимуществом катетерной ангиографии является возможность как диагностики, так и лечения [37]. Использование рентгенэндоваскулярных методов лечения, таких как установка эндопротезов у больных с сочетанными и

комбинированными ранениями, улучшают прогноз для жизни больных, так как малотравматичны, бескровны, радикальны, не требуют общего наркоза, имеют оптимальный доступ, операция проводится без повреждения окружающих тканей и органов в области повреждения [38]. Также в некоторых публикациях отмечается, что рентгенэндоваскулярные методики могут быть успешно применены в лечении больных с травматическими повреждениями сосудов [39]. Ангиографические признаки опасного для жизни или конечности повреждения включают активную экстравазацию контрастного вещества, крупные псевдоаневризмы, пересечение (разрыв) или окклюзию сосуда. Некоторые авторы считают, что ангиография выявляет бессимптомные проблемы, прилегающие к травме, более точно, чем традиционная хирургия. Частота истинно- и ложноотрицательных результатов ангиографического хирургического исследования очень низка и колеблется от 0,5 до 5% [40]. Ангиография стала одним из важных вспомогательных методов диагностики травм сосудов.

### Материалы и методы

Для эффективного высокоспециализированного лечения пострадавших с ранениями требуется точная диагностика объема и степени тяжести повреждений, которую может обеспечить лишь комплекс лучевых методов. Задачами комплексного лучевого исследования явились: определение наличия и локализации повреждения, характер повреждения (тромбирование сосуда и/или аневризмы, патологическое соустье, затёка контрастного вещества за пределы сосудистой стенки и объема экстравазально распространенной крови).

Указанные патологические состояния были диагностированы при помощи следующих методов диагностики: компьютерной томографии с болюсным контрастированием, ангиографии, ультразвукового исследования. Магнитно-резонансное исследование в большинстве случаев было противопоказано, ввиду высоковероятного наличия ферромагнитных инородных тел в ране. Обзорная рентгенография выполнялась с целью выявления повреждений других структур, прежде всего костных. Традиционное рентгенологическое исследование не имеет признаков, прямо указывающих на травму сосудов, однако обнаружение на рентгенограммах металлической плотности инородных тел в проекциях сосудов послужило основанием для дальнейшего изучения состояния сосудистого русла этой области. Ангиографическое исследование выполнялось после обнаружения локализации повреждения при предшествующих ультразвуковых и компьютерно-томографических методах диагностики. Диаметр аневризмы и/или патологического соустья, локализация, размер соустья между аневризмой и просветом сосуда, толщина пристеночных тромботических масс служили факторами для выбора и планирования последующего хирургического пособия, в том числе и рентгенэндоваскулярного вмешательства.

### Клинические наблюдения

Приводим несколько клинических примеров использования селективной ангиографии для диагностики поврежденных сосудов при слабоположительной визуализации на КТ-ангиографии.

#### Клинический случай 1

Пациент переведен из городской больницы с диагнозом — открытые многооскольчатые переломы нижней трети левой плечевой кости, верхней трети левой локтевой кости со смещением отломков. Сквозное ранение левого локтевого сустава с повреждением плечевой артерии, двуглавой, плечевой и плечелучевой мышцы. Множественные касательные огнестрельные раны обоих бедер. Травматический шок III степени.

На предыдущем этапе выполнены операции: 1) первичная хирургическая обработка (ПХО), ревизия ран левого локтевого сустава; 2) стабилизация переломов нижней трети левой плечевой кости, верхней трети локтевой кости аппаратом наружной фиксации плечо-предплечье; 3) аутовенозное протезирование плечевой артерии слева; 4) ПХО, ревизия ран обоих бедер. На следующий день сантранспортом раненый доставлен в ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневского» МО РФ. В госпитале были выполнены следующие инструментальные виды исследования:

1. Ультразвуковое дуплексное сканирование (УЗДС) сосудов верхней конечности: слева плечевая артерия проходима в проксимальной трети, в средней и дистальной трети визуализация затруднена из-за выраженных повреждений, кровотоков магистрального типа. Лучевая артерия — кровоток коллатерального типа. Локтевая артерия — кровоток не определяется.
2. Рентгенологическое исследование левого плеча, обоих бедер: на рентгенограмме левого локтевого сустава определяется внутрисуставной многооскольчатый перелом нижней трети плечевой и верхней трети локтевой костей, с расхождением костных осколков. В мягких тканях обеих бедренных областей множественные инородные тела металлической плотности до 5 мм в диаметре. Костно-травматических изменений обоих бедер не выявлено. Аппарат внешней фиксации в проекции плеча-предплечья.
3. В дальнейшем была проведена КТ-ангиография, на которой отмечается отсутствие контрастирования дистальных отделов плечевой артерии, проксимальных отделов локтевой артерии, лучевая и межкостные артерии достоверно не контрастируются (рис. 1).

Ввиду недостаточности данных о виде и локализации повреждения плечевой артерии и необходимости уточнения коллатерального кровотока, решено выполнить ангиографию левой верхней конечности.

4. На селективной ангиографии левой верхней конечности: подключичная, подмышечная артерия и ее ветви проходимы, не изменены; венозный

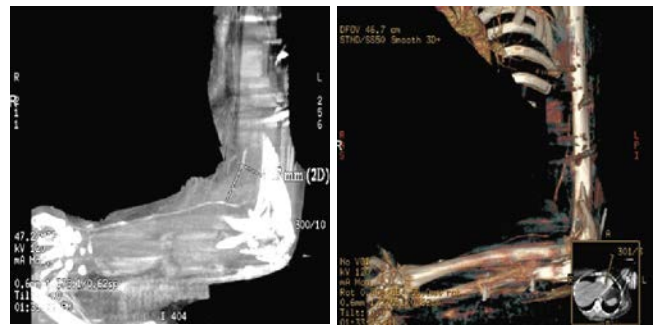


Рис. 1. КТ-ангиография в разных режимах

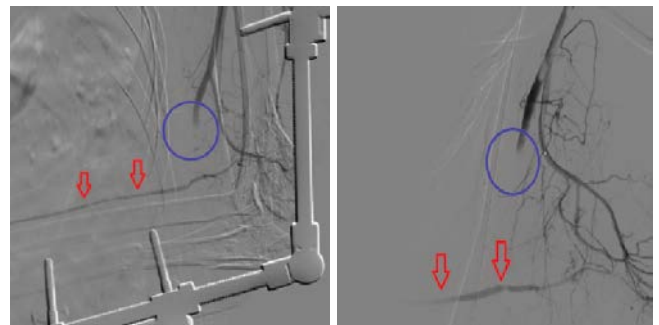


Рис. 2. Ангиография левой верхней конечности. Красным цветом обозначена лучевая артерия. Синим цветом окклюзированный шунт

шунт, подшитый к плечевой артерии, тромбирован, дистальный анастомоз подшит к межкостной артерии; локтевая артерия не визуализируется; лучевая артерия контрастируется через анастомозы между лучевой возвратной артерией и передней ветвью возвратной локтевой артерии (рис. 2).

В дальнейшем после уточнения вида и локализации повреждения сосудистого русла, уточнения данных по ангиоархитектонике верхней конечности слева выполнены поэтапно следующие операции: тромбэктомия из лучевой и локтевой артерии слева, аутовенозное репротезирование левой плечевой артерии; демонтаж временного аппарата временной фиксации, открыта репозиция, накостный металлоостеосинтез переломов локтевой и плечевой костей слева; ревизия локтевого нерва, шов локтевого нерва.

#### Клинический случай 2

Представляет интерес случай успешного рентгенэндоваскулярного вмешательства на артерии голени пострадавшего с тяжелой сопутствующей патологией. В качестве мультидисциплинарного подхода в оказании медицинской помощи пациенту с диагнозом (при поступлении) — сочетанное ранение шеи и нижних конечностей. Посттравматическое повреждение передней большеберцовой артерии слева. Оскольчатый перелом костей голени слева. Были использованы следующие виды инструментальных методов диагностики:

1. УЗИ. По результатам которого известно, что по бедренным и подколенным артериям справа и слева сохранен магистральный кровоток, в средней трети правой голени в проекции задней



большеберцовой артерии (ЗББА) визуализируется округлое образование с четкими контурами, размерами до  $8,0 \times 6,0$  мм, с артериальным кровотоком в просвете без тромботических масс; по подколенной и задней большеберцовой венах (ЗББВ) регистрируется турбулентный артериализованный кровоток (пульсирующая гематома и артериовенозная фистула ЗББА и ЗББВ). Передняя большеберцовая артерия (ПББА) в средней трети голени достоверно не визуализирована, дистальнее заполняется ретроградно. УЗИ артерий шеи: гемодинамически значимых препятствий кровотоку в экстракраниальных отделах сонных артерий не выявлено.

2. Рентгенограмма. На правой голени (рис. 3), в условиях иммобилизации стержневым аппаратом внешней фиксации, определяется оскольчатый перелом дистальной трети малоберцовой кости со смещением отломков. Оскольчатый перелом средней и дистальной трети диафиза большеберцовой кости со смещением отломков. В области переломов и прилежащих мягких тканях голени, стопы определяются тени инородных тел металлической плотности (осколки) размерами до  $4 \times 5$  мм. В проекции таранной кости определяется тень инородного тела металлической плотности (осколок) размерами  $9 \times 9$  мм.
3. КТ. Многооскольчатый перелом костей правой голени с наличием аппарата внешней фиксации. Гематома в области ЗББА справа. В артериальную фазу определяются законтрастировавшиеся бедренная артерия и вены правой голени. В области ЗББА справа определяется скопление небольшого количества крови размером  $14 \times 5$  мм (рис. 4). На КТ-ангиографии точно визуализировать размер АВФ и дефекта артерии не удастся из-за большого количества металлических осколков и выраженной деформации сосудистого русла. Для уточне-

ния локализации дефекта ЗББА, размеров АВФ, наличия артерий, участвующих в перфузии стопы и нижней трети голени, выполнена ангиография.

4. Ангиограмма. Полученные данные позволили определить в средней трети голени перелом обеих костей голени со смещением осколков, также металлической плотности аппарат Илизарова, множественные металлической плотности осколки в проекции средней трети голени в количестве 7 шт., диаметром 2–4 мм. Визуализируется артериовенозная фистула в средней трети правой ЗББА и псевдоаневризма (рис. 5). ПББА и малоберцовая артерия (МБА) слабо визуализируются, до средней трети.

Во время выполнения ангиографии было решено выполнить эндоваскулярную имплантацию стент-графта в зону артериовенозной фистулы и псевдоаневризмы с целью её исключения из кровотока. Следует отметить, что слабый кровоток к стопе осуществлялся по единственной ЗББА. Оклюзированы ПББА и МБА в дистальной трети, в зоне оскольчатого перелома. В зону АВФ имплантирован стент-графт (D — 3,0 мм; L — 20 мм). По окончании ангиопластики выполнена контрольная ангиография — просвет артерии восстановлен, АВФ и псевдоаневризма закрылись (рис. 6), признаков диссекции интимы не определяется, заполнение дистальных отделов артерии удовлетворительное.

### Обсуждения

Мы рекомендуем широко использовать ангиографию после дуплексного сканирования, если в зоне интереса имеются металлические инородные тела. КТ-ангиографию необходимо выполнять, если имеются повреждения других органов или систем. Селективная ангиография предоставляет более детальную информацию о состоянии сосудов, чем КТ-ангиография, позволяет определить внутренние контуры сосудов, наличие атеросклеротических бляшек, тромбов, анев-



Рис. 3. Рентгенограмма левой голени

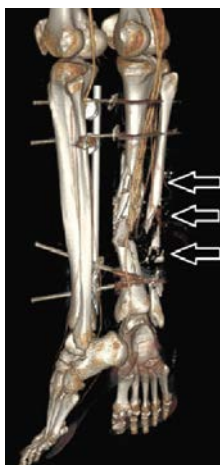


Рис. 4. КТ-ангиография. Стрелками указаны поврежденные участки голени

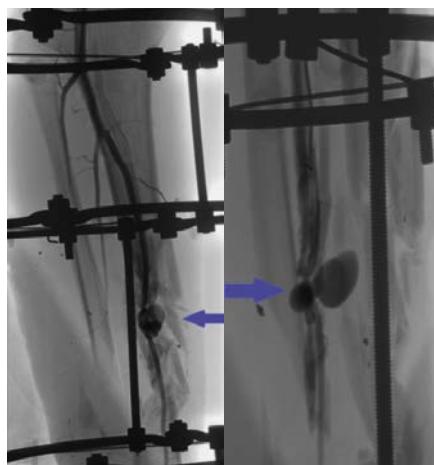


Рис. 5. Ангиограмма. Синей стрелкой показана АВФ и псевдоаневризма

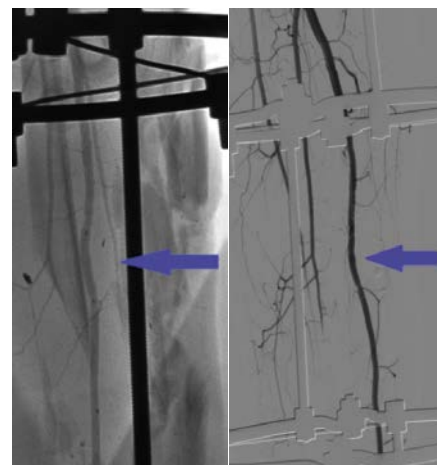


Рис. 6. Ангиограмма. Синей стрелкой показан установленный стент-графт в ЗББА

ризм, АВФ, различной формы изгибы, по сравнению с КТА требует меньшего времени на диагностику. Также СА более информативна для предоперационного скрининга поврежденных сосудов и визуализации коллатералей перед сосудистой или иной операцией.

### Вывод

1. Организация оказания специализированной эндоваскулярной помощи пострадавшим с политравмой подразумевает рациональное использование всех клинико-диагностических возможностей для спасения жизни и ранней реабилитации пострадавших.
2. Своевременная и полноценная визуализация повреждений сосудистых стволов и других органов и структур способствует сокращению диагностического периода и служит основой для выбора рациональной лечебно-диагностической тактики.
3. Ангиографическое исследование с высокой точностью охарактеризовало травматические повреждения сосудистой стенки (при неудовлетворительной визуализации на КТ-ангиографии) и может использоваться как метод выбора при изолированной травме сосудов.

### Список литературы

1. Нечаев Э.А., Грицанов А.И., Фомин Н.Ф. Минно-взрывная травма // Рос. НИИ травматол. и ортоп. им. Р.Р. Вредена. — СПб: АОЗТ «Альд», 1994. — С. 487.
2. Жихарев А.А., Мензул В.А. и др. Результаты комбинированного лечения обширных огнестрельных ран с помощью плечных окклюзионных повязок и фотодинамической терапии // Современная военная медицина. Актуальные вопросы и перспективы развития: Сборник трудов Общероссийской межведомственной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 75-летию ГВКГ войск национальной гвардии. — М.: Редакция журнала «На боевом посту», 2023. — 119–122.
3. Баумгартнер Р., Ботта П. Ампутация и протезирование нижних конечностей. — М.: Медицина, 2002. — 486 с.
4. Potter B.K., Scoville C.R. Amputation is not isolated: an overview of the US Army Amputee Patient Care Program and associated amputee injuries. The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2006; 14(10 Spec No.): S. 188–190.
5. Смирнов И.А., Крюков В.И. Характеристика механических факторов поражений в современных войнах и вооруженных конфликтах // Воен. мед. журн. — 2005. — № 5. — С. 38–46.
6. Штейнле А.В., Дудузинский К.Ю., Ефтеев Л.А. и др. Кровообращение трубчатых костей и возможности его коррекции при огнестрельных переломах // Сибирский мед. журн. 2009. № 1. С. 125–134.
7. Гуманенко Е.К., Самохвалов И.М., Трусов А.А. Хирургическая помощь раненым в контртеррористических операциях на Северном Кавказе в отдельных медицинских отрядах специального назначения // Воен.-мед. журн. 2006. № 1.С. 12–19.
8. Тришкин Д.В., Крюков Е.В., Чуприна А.П., Котив Б.Н., Самохвалов И.М. Министерство обороны Российской Федерации Главное военно-медицинское управление методические рекомендации по лечению боевой хирургической травмы. 1 сент. 2022 г.
9. Елоев Р.М. Современные подходы к диагностике и лечению огнестрельных ранений конечностей: специальность 14.01.17 «Хирургия», 14.01.15 «Травматология и ортопедия»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Елоев Руслан Магометович. — Москва, 2010. — 24 с. — EDN QHLQYP.
10. Мануковский В.А., Тулупов А.Н. Огнестрельные ранения груди, живота, таза и позвоночника: руководство для врачей. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2022.
11. Muckart D.J., Pillay B., Hardcastle T.C., Skinner D.L. Vascular injuries following blunt polytrauma. Eur J Trauma Emerg Surg. 2014 Jun;40(3):315–22. doi: 10.1007/s00068-014-0382-y. Epub 2014 Feb 6. PMID: 26816066
12. Konstantinidis A., Inaba K., Dubose J., Barmparas G., Lam L., Plurad D., Branco B.C., Demetriades D. Vascular trauma in geriatric patients: a national trauma databank review. J Trauma. 2011 Oct; 71(4): 909–16. doi: 10.1097/TA.0b013e318204104e. PMID: 21399549
13. Branco B.C., DuBose J.J., Zhan L.X., Hughes J.D., Goshima K.R., Rhee P., Mills J.L. Sr. Trends and outcomes of endovascular therapy in the management of civilian vascular injuries. J Vasc Surg. 2014 Nov; 60(5):1297–1307.e1. doi: 10.1016/j.jvs.2014.05.028. Epub 2014 Jun 26. PMID: 24974784
14. Patel J.A., White J.M., White P.W., Rich N.M., Rasmussen T.E. A contemporary, 7-year analysis of vascular injury from the war in Afghanistan. J Vasc Surg. 2018 Dec;68(6): 1872–1879. doi: 10.1016/j.jvs.2018.04.038. Epub 2018 Jun 23. PMID: 29945835
15. Rasmussen T.E., Clouse W.D., Jenkins D.H., Peck M.A., Eliason J.L., Smith D.L. The use of temporary vascular shunts as a damage control adjunct in the management of wartime vascular injury. J Trauma. 2006 Jul; 61(1):8–12; discussion 12–5. doi: 10.1097/01.ta.0000220668.84405.17. PMID: 16832244
16. Stannard A., Morrison J.J., Scott D.J., Ivatury R.A., Ross J.D., Rasmussen T.E. The epidemiology of noncompressible torso hemorrhage in the wars in Iraq and Afghanistan. J Trauma Acute Care Surg. 2013 Mar; 74(3):830–4. doi: 10.1097/TA.0b013e31827a3704. PMID: 23425743
17. Sharrock A.E., Tai N., Perkins Z., White J.M., Remick K.N., Rickard R.F., Rasmussen T.E. Management and outcome of 597 wartime penetrating lower extremity arterial injuries from an international military cohort. J Vasc Surg. 2019 Jul; 70(1):224–232. doi: 10.1016/j.jvs.2018.11.024. Epub 2019 Feb 18. PMID: 30786987
18. Завражнов А.А. Ранения шеи. Диагностика и лечение на этапах медицинской эвакуации и в условиях лечебных учреждений мирного времени: специальность 14.00.27: диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук / Завражнов Анатолий Анатольевич. — Санкт-Петербург, 2005. — 328 с. — EDN NQCFVH.

19. De Souza I.S., Benabbas R., McKee S., Zangbar B., Jain A., Paladino L., Boudourakis L., Sinert R. Accuracy of Physical Examination, Ankle-Brachial Index, and Ultrasonography in the Diagnosis of Arterial Injury in Patients With Penetrating Extremity Trauma: A Systematic Review and Meta-analysis. *Acad Emerg Med*. 2017 Aug; 24(8): 994-1017. doi: 10.1111/acem.13227. PMID: 28493614
20. Gifford S.M., Aidinian G., Clouse W.D., Fox C.J., Porras C.A., Jones W.T., Zarzabal L.A., Michalek J.E., Propper B.W., Burkhardt G.E., Rasmussen TE. Effect of temporary shunting on extremity vascular injury: an outcome analysis from the Global War on Terror vascular injury initiative. *J Vasc Surg*. 2009 Sep;50(3):549-55; discussion 555-6. doi: 10.1016/j.jvs.2009.03.051. PMID: 19595542
21. Medina O., Arom G.A., Yeraniosian M.G., Petrigliano F.A., McAllister DR. Vascular and nerve injury after knee dislocation: a systematic review. *Clin Orthop Relat Res*. 2014 Sep; 472(9): 2621-9. doi: 10.1007/s11999-014-3511-3. PMID: 24554457; PMCID: PMC4117866
22. Военно-полевая хирургия локальных войн и вооруженных конфликтов: Руководство для врачей / Е.К. Гуманенко, И.М. Самохвалов, В.И. Бадалов [и др.]. — Москва: Общество с ограниченной ответственностью Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа», 2011. — 672 с. — ISBN 978-5-9704-1901-4. — EDN UAOCZD.
23. Giorgetti A., Giraudo C., Viero A., Bisceglia M., Lupi A., Fais P., Quaia E., Montisci M., Cecchetto G., Viel G. Radiological investigation of gunshot wounds: a systematic review of published evidence. *Int J Legal Med*. 2019 Jul; 133(4):1149-1158. doi: 10.1007/s00414-019-02071-8. Epub 2019 May 2. PMID: 31049663
24. Применение современных подходов в лечении раненых с огнестрельными ранениями конечностей / Л.К. Брижань, В.В. Хоминец, Д.В. Давыдов [и др.] // Кафедра травматологии и ортопедии. — 2016. — № Спецвыпуск. — С. 31. — EDN XWFMLB.
25. Clark K.R. Imaging Assessment of Gunshot Injuries. *Radiol Technol*. 2016 Jul; 87(6):627-44. PMID: 27390231.
26. Pinto A., Russo A., Reginelli A., Iacobellis F., Di Serafino M., Giovine S., Romano L. Gunshot Wounds: Ballistics and Imaging Findings. *Semin Ultrasound CT MR*. 2019 Feb; 40(1):25-35. doi: 10.1053/j.sult.2018.10.018. Epub 2018 Nov 2. PMID: 30686364
27. Tisherman S.A. Management of Major Vascular Injury: Open. *Otolaryngol Clin North Am*. 2016 Jun; 49(3):809-17. doi: 10.1016/j.otc.2016.02.004. PMID: 27267027
28. Kuwahara J.T., Kord A., Ray C.E. Jr. Penetrating Extremity Trauma Endovascular versus Open Repair? *Semin Intervent Radiol*. 2020 Mar; 37 (1): 55-61. doi: 10.1055/s-0039-3401840. Epub 2020 Mar 4. PMID: 32139971; PMCID: PMC7056340
29. Soto J.A., Múnera F., Morales C., Lopera J.E., Holguín D., Guarín O., Castrillón G., Sanabria A., García G. Focal arterial injuries of the proximal extremities: helical CT arteriography as the initial method of diagnosis. *Radiology*. 2001 Jan;218(1):188-94. doi: 10.1148/radiology.218.1.r01ja13188. PMID: 11152800
30. Zerhouni A., Toughrai I. Plaies abdominales par arme à feu: expériences des urgences CHU Hassan II, Fès, Maroc [Abdominal gunshot wounds: experiences in the Emergency Department at the Hassan II University Hospital in Fes, Morocco]. *Pan Afr Med J*. 2018 Aug 8;30:265. French. doi: 10.11604/pamj.2018.30.265.9133. PMID: 30637050; PMCID: PMC6317401
31. Mansor S., Bendardaf R., Issa Y., Moftah M. The impact of urgent computed tomography angiography for gunshot wounds in extremities with concomitant vascular injuries on diagnosis and postoperative outcomes. *Vascular*. 2018 Dec; 26(6):600-607. doi: 10.1177/1708538118777445. Epub 2018 Jul 24. PMID: 30041567
32. Обельчак, И.С. Лучевая диагностика повреждений магистральных сосудов при огнестрельной боевой травме / И. С. Обельчак // — 2018. — № 5(108). — С. 41. — EDN XTFFRB.
33. Nasser Eldine R., Dehaini H., Hoballah J.J., Haddad F.F. Management of dual traumatic arterial-venous fistula from a single shotgun injury: a case report and literature review. *BMC Surg*. 2020 Aug 5;20(1):177. doi: 10.1186/s12893-020-00833-5. PMID: 32758209; PMCID: PMC7430811
34. Storm R.K., Sing A.K., de Graaf E.J., et al. Latrogenic arterial trauma associated with hip fracture treatment. *J Trauma* 2000; 48:957-9.
35. Chao J., Barnard J., deJong J.L., Prahlow J.A. A Case Series of Anterograde and Retrograde Vascular Projectile Embolization. *Acad Forensic Pathol*. 2018 Jun;8(2):392-406. doi: 10.1177/1925362118782079. Epub 2018 Jun 6. PMID: 31240049; PMCID: PMC6490119
36. Иванов А.В., Алияров Р.М., Базанов И.С., Максанов С.Д., Шабаев Р.М. Клинический случай лечения пациента с посттравматической подколенной артериовенозной фистулой. *Госпитальная медицина: наука и практика*. Т 5. №5. 2022. С 59-64. УДК: 616-089:617.583.5; ISSN: 2658-6681; DOI: 10.34852/GM3CVKG.2022.85.76.010
37. Franz R.W., Shah K.J., Halaharvi D., Franz E.T., Hartman J.F., Wright M.L. A 5-year review of management of lower extremity arterial injuries at an urban level I trauma center. *J Vasc Surg*. 2011 Jun; 53(6):1604-10. doi: 10.1016/j.jvs.2011.01.052. Epub 2011 Apr 8. PMID: 21477966
38. Шабаев Р.М., Иванов А.В., Лищук А.Н. Лечение атериовенозной фистулы рентгенэндоваскулярным методом пациента с политравмой. *Описание клинического случая. Вестник медицинского института непрерывного образования*. № 4. 2022. С. 41-46.
39. Иванов А.В., Шабаев Р.М., Алияров Р.А., Максанов С.Д. Опыт применения стент-графтов при лечении травматических повреждений артериальных сосудов. *Декабрьские научные чтения посвященные академикам А.В. Вишневскому и А.А. Вишневскому. Материалы научно-практической конференции*. Красногорск, 16 декабря 2022 г. С. 44-46. ISBN 978-5-906731-99-9.
40. White R., Krajcer Z., Johnson M., Williams D., Bacharach M., O'Malley E. Results of a multicenter trial for the treatment of traumatic vascular injury with a covered stent. *J Trauma*. 2006 Jun; 60(6):1189-95; discussion 1195-6. doi: 10.1097/01.ta.0000220372.85575.e2. PMID: 16766960