

## Эндоваскулярная стентовая тромбэктомия у пациентов с острым тромбозом артерий нижних конечностей на фоне COVID-19

И.С. Семьин<sup>1</sup>, А.Н. Иваненко<sup>1</sup>, А.С. Жарова<sup>2</sup>, В.А. Пятков<sup>1</sup>, И.Л. Бахтин<sup>1</sup>, Г.А. Соболев<sup>1</sup>, А.Д. Киселев<sup>1</sup>, А.В. Коротких<sup>3</sup>, А.Н. Казанцев<sup>4</sup> ✉, К.П. Черных<sup>4</sup>

Отделение сердечно сосудистой хирургии

<sup>1</sup> ГБУЗ АО «Архангельская областная клиническая больница»

Российская Федерация, 136045, Архангельск, Октябрьский округ, проспект Ломоносова, д. 292

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова»

Российская Федерация, 191015, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Амурская государственная медицинская академия» МЗ РФ

Российская Федерация, 675000, Благовещенск, ул. Горького, 95

<sup>4</sup> СПб ГБУЗ «Городская Александровская больница»

Российская Федерация, 193312, Санкт-Петербург, пр. Солидарности, д. 4

✉ Контактная информация: Казанцев Антон Николаевич, сердечно-сосудистый хирург, отделение сердечно сосудистой хирургии СПб ГБУЗ «Александровская больница». Email: [dr.antonio.kazantsev@mail.ru](mailto:dr.antonio.kazantsev@mail.ru)

<b>ЦЕЛЬ</b>	Анализ результатов эндоваскулярной стентовой тромбэктомии у пациентов с острым тромбозом артерий нижних конечностей на фоне COVID-19.
<b>МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ</b>	В настоящее ретроспективное исследование за период с 1 января 2020 года по 1 марта 2022 года вошли 34 пациента с острой ишемией нижних конечностей, у которых была диагностирована новая коронавирусная инфекция SARS-COV-2. Эндоваскулярную тромбэкстракцию выполняли по стандартной методике с применением проводникового катетера <i>Destination 8F (Terumo)</i> , проводника <i>Advantage 0,014" (Terumo)</i> и стента <i>Casper (Microvention, Terumo)</i> , используемого в качестве стент-ретривера. При фрагментации тромботических масс в проводниковом катетере производили мануальную аспирацию тромбов при помощи стандартного 50,0 мл шприца. В 11 клинических наблюдениях произведена имплантация нитиноловых саморасширяющихся стентов.
<b>РЕЗУЛЬТАТЫ</b>	Интраоперационно в 14,7% случаев развилось кровотечение из места пункции артерии, что потребовало дополнительной манипуляции для достижения гемостаза. У каждого десятого (11,8%) развился инфаркт миокарда, в 2,9% случаев – ишемический инсульт. В госпитальном послеоперационном периоде в течение первых часов после операции у 26,5% пациентов развился ретромбоз, потребовавший повторного вмешательства. В 8,8% случаев ретромбэктомия оказалась неуспешной, была выполнена ампутация конечности. Смертельный исход развился в 67,6% случаев, что было обусловлено нарастанием полиорганной недостаточности, развитием сепсиса.
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	Эндоваскулярная стентовая тромбэктомия характеризуется низким риском развития ретромбоза и ампутации в условиях COVID-19.
<b>Ключевые слова:</b>	тромбоз, артериальный тромбоз, тромбэктомия, острый тромбоз, острая ишемия, COVID-19, коронавирус, SARS-COV-2, стентовая тромбэктомия, стент-ретривер
<b>Ссылка для цитирования</b>	Семьин И.С., Иваненко А.Н., Жарова А.С., Пятков В.А., Бахтин И.Л., Соболев Г.А. и др. Эндоваскулярная стентовая тромбэктомия у пациентов с острым тромбозом артерий нижних конечностей на фоне COVID-19. <i>Журнал им. Н.В. Склифосовского неотложная медицинская помощь.</i> 2023;12(1):161–169. <a href="https://doi.org/10.23934/2223-9022-2023-12-1-161-169">https://doi.org/10.23934/2223-9022-2023-12-1-161-169</a>
<b>Конфликт интересов</b>	Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
<b>Благодарность, финансирование</b>	Исследование не имеет спонсорской поддержки

АТС — артерии тыла стопы  
в/в — внутривенно  
ЗББА — задняя большеберцовая артерия  
ИВЛ — искусственная вентиляция легких  
ИМ — инфаркт миокарда  
КТ — компьютерная томография  
КШ — коронарное шунтирование  
КЭЭ — каротидная эндартерэктомия

МБА — малоберцовая артерия  
МСКТ — мультиспиральная компьютерная томография  
НПА — наружная подвздошная артерия  
ОАН — острая артериальная недостаточность  
ОБА — общая бедренная артерия  
ОНМК — острое нарушение мозгового кровообращения  
ОПА — общая подвздошная артерия  
ПБА — поверхностная бедренная артерия

ПББА — передняя большеберцовая артерия  
 ПКА — подколенная артерия  
 ПЦР — полимеразная цепная реакция  
 РНК — рибонуклеиновая кислота  
 СД — сахарный диабет  
 ТИА — транзиторная ишемическая атака

ТПС — тибеоперитонеальный ствол  
 ХБП — хроническая болезнь почек  
 ХОБЛ — хроническая обструктивная болезнь легких  
 ЦДС — цветное дуплексное сканирование  
 ЧКВ — чрескожное коронарное вмешательство

**ВВЕДЕНИЕ**

Пандемия COVID-19 изменила представление медицинского сообщества о генезе артериального тромбоза. SARS-COV-2 вызывает три патологических процесса: коагулопатию, эндотелиит, системное воспаление [1–5]. Постепенное нарастание тяжести заболевания может привести к артериальным тромбозам различной локализации [1–5]. Имеющиеся публикации сообщают о низкой эффективности существующих методик реваскуляризации в этих условиях и высоком риске повторного тромбоза, ампутации конечности [6–10].

В настоящее время данных, посвященных результатам различных способов тромбэктомии, недостаточно для того, чтобы сделать окончательное заключение о большей эффективности той или иной методики реперфузии. В наиболее актуальных рекомендациях при острой ишемии конечности (*European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2020*) идет речь о применении пункционной механической тромбэктомии (класс рекомендаций IIА, уровень доказательности В) при острой ишемии нижней конечности, к которым относится в том числе эндоваскулярная стентовая тромбэктомия [11].

Целью настоящего исследования является анализ результатов эндоваскулярной стентовой тромбэктомии у пациентов с острым тромбозом артерий нижних конечностей на фоне COVID-19.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ**

В настоящее ретроспективное исследование за период с 1 января 2020 года по 1 марта 2022 года вошли 34 пациента с острой ишемией нижних конечностей, у которых была диагностирована новая коронавирусная инфекция SARS-COV-2. Визуализацию тромбоза производили при помощи цветного дуплексного сканирования (ЦДС), ряду пациентов выполняли мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ) с внутривенным (в/в) контрастным усилением. Всем больным была выполнена эндоваскулярная стентовая тромбэктомия.

Выбор эндоваскулярного подхода в лечении данной категории пациентов был обусловлен меньшей инвазивностью, снижением необходимости общей анестезии и ранней активизацией в послеоперационном периоде в сравнении с традиционным вмешательством.

Критериями включения в исследование стали:

1. Наличие острой ишемии конечности, обусловленной тромбозом или тромбоемболией артерий нижних конечностей;
2. Жизнеспособная нижняя конечность: наличие венозного кровотока при ЦДС.
3. Положительный результат полимеразной цепной реакции (ПЦР) на наличие SARS-CoV-2;
4. Вирусная пневмония по данным МСКТ органов грудной клетки.

Критерии исключения из исследования:

1. Терминальное состояние пациента.
2. Противопоказания для назначения антикоагулянтной и дезагрегантной терапии.
3. Необратимая ишемия нижней конечности.

Определение схемы лечения (исходная терапия) пациента производили согласно рекомендациям ведущих научных сообществ, которая базисно включала гепаринотерапию, ацетилсалициловую кислоту и клопидогрел. При неэффективности клопидогрела производили его замену на тикагрелор через нагрузочную дозу 180 мг. Также тикагрелор назначали базисно в случае когда, если терапию дезагрегантами предоперационно не проводили. При наличии показаний для антикоагулянтной терапии производили отмену ацетилсалициловой кислоты и назначали апиксабан.

Эндоваскулярную стентовую тромбэктомию выполняли по стандартной методике с применением проводникового катетера *Destination 8F (Terumo)*, проводника *Advantage 0,014" (Terumo)* и стента *Casper (Microvention, Terumo)*, используемого в качестве стент-ретривера. При фрагментации тромботических масс в проводниковом катетере производили мануальную аспирацию тромбов при помощи стандартного 50,0 мл шприца.

В 11 клинических наблюдениях произведена имплантация нитиноловых саморасширяющихся стентов.

Показаниями для имплантации являлись:

- наличие резидуальных тромботических масс, потоклимитирующей диссекции интимы;
- наличие подлежащего стентированию атеросклеротического поражения подвздошного сегмента;
- неудовлетворительный результат баллонной ангиопластики артерий бедренно-подколенного сегмента.

Госпитальный послеоперационный период в общей выборке составил 23,5±6,5 суток. Первичными конечными точками стали: смертельный исход, ретромбоз, повторный тромбоз после ретромбэктомии, ампутация, вторичный инфаркт миокарда (ИМ), острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК), кровотечение различной локализации, потребовавшее проведения трансфузии.

Все пациенты подписали письменное согласие на участие в исследовании, а также добровольное информированное согласие гражданина на применение инструментария «вне инструкции» (*“off-label”*). Работу выполняли в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (*Good Clinical Practice*) и принципами Хельсинкской Декларации, и она не противоречила Федеральному закону Российской Федерации от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», приказу Министерства здравоохранения Российской Федерации от 1 апреля 2016 г. N 200н «Об утверждении правил надлежащей клинической практики».

По данным исходных характеристик больных большинство относилось к пожилому возрасту и мужскому полу. Чаще всего регистрировали I и IIА ст. острой ишемии по Rutherford. При острой ишемии ПБ по Rutherford всем пациентам выполняли фасциотомию. Меньше половины больных страдало сахарным диабетом (СД). Каждый десятый пациент перенес ишемический инсульт или реваскуляризацию миокарда в анамнезе (табл. 1).

Продолжительность операции в большинстве случаев не превышала 2 часов. Каждому пятому пациенту применяли общую анестезию. Имплантацию стента выполняли в трети наблюдений (см. табл. 1).

**РЕЗУЛЬТАТЫ**

По данным лабораторных показателей отмечали воспалительный синдром (лейкоцитоз, повышенный уровень С-реактивного белка, повышенный уровень ферритина), коагулопатию (повышенный уровень D-димера) (табл. 2).

Наиболее часто (41,2%) тромбоз локализовался в подколенно-берцовом сегменте, у каждого пятого пациента в общей подвздошной артерии (ОПА) или поверхностной бедренной артерии (ПБА) (табл. 3).

Таблица 1

**Клинико-anamnestические показатели**

Table 1

**Clinical and anamnestic indicators**

Показатель	n=34
Возраст, M±m, лет	69,32±9,12
Мужской пол, n (%)	21 (60,4)
Степень ОАН по Rutherford, n (%):	
I	16 (47)
IIА	11 (32,4)
IIВ	7 (20,6)
СД, n (%)	13 (38,2)
ХОБЛ, n (%)	1 (2,9)
ХБП, n (%)	2 (5,9)
ЧКВ в анамнезе, n (%)	4 (11,8)
КШ в анамнезе, n (%)	2 (5,9)
ОНМК/ТИА в анамнезе, n (%)	4 (11,8)
КЭЭ в анамнезе, n (%)	1 (2,9)
Содержание кислорода в крови, M±m, %	93,05±4,61
ИВЛ, n (%)	4 (11,8)
Интраоперационные показатели	
Продолжительность операции, M±m, мин	98,91±45,48
Общая анестезия, n (%)	6 (17,6)
Объем контрастного вещества, M±m, мл	358,82±105,5
Имплантация стента, n (%):	11 (32,4)
Casper (Terumo)	6
Smartflex (Cordis)	1
Easy HiFlype (ALVIMEDICA)	4

Примечания: ИВЛ – искусственная вентиляция легких; КШ – коронарное шунтирование; КЭЭ – каротидная эндактерэктомия; ОАН – острая артериальная недостаточность; ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения; СД – сахарный диабет; ТИА – транзиторная ишемическая атака; ХБП – хроническая болезнь почек; ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких; ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство

Notes: ИВЛ – mechanical ventilation; КШ – coronary artery bypass graft; КЭЭ – carotid endarterectomy; ОАН – acute arterial insufficiency; ОНМК – acute cerebrovascular accident; СД – diabetes mellitus; ТИА – transient ischemic attack; ХБП – chronic kidney disease; ХОБЛ – chronic obstructive pulmonary disease; ЧКВ – percutaneous coronary intervention

Интраоперационно в 14,7% наблюдений развилось кровотечение из места пункции артерии, что потребовало дополнительный манипуляция для достижения гемостаза. У каждого десятого пациента (11,8%) развился ИМ, в 2,9% случаев – ишемический инсульт (табл. 4).

В госпитальном послеоперационном периоде в течение первых часов после операции у 26,5% пациентов развился ретромбоз, потребовавший повторного вмешательства. В 8,8% наблюдений ретромбэктомия оказалась неуспешной, была выполнена ампутация конечности. Смертельный исход развился в 67,6% случаев, что было обусловлено нарастанием полиорганной недостаточности, развитием сепсиса (табл. 5).

Таблица 2

**Лабораторные показатели**

Table 2

**Laboratory parameters**

Показатель	n=34
Лейкоциты, M±m, ×10 <sup>9</sup> /л	14,04±5,61
Тромбоциты, M±m, ×10 <sup>9</sup> /л	242,19±105,71
Ферритин, M±m, нг/мл	643,40±300,20
D-димер, M±m, нг/мл	166,85±9,08
C-реактивный белок, M±m, мг/л	87,06±69,02

Таблица 3

**Локализация окклюзии**

Table 3

**Localization of occlusion**

Локализация	n=34
ОПА, n (%)	6 (17,7)
НПА, n (%)	4 (11,8)
ОБА, n (%)	2 (5,9)
ПБА, n (%)	8 (23,5)
Подколенно-берцовый сегмент, n (%)	14 (41,2)

Примечания: НПА – наружная подвздошная артерия; ОБА – общая бедренная артерия; ОПА – общая подвздошная артерия; ПБА – поверхностная бедренная артерия

Notes: НПА – external iliac artery; ОБА – common femoral artery; ОПА – common iliac artery; ПБА – superficial femoral artery

Таблица 4

**Осложнения вмешательства**

Table 4

**Complications throughout the procedures**

Показатель	n=10
ИМ, n (%)	4 (11,8)
ОНМК, n (%)	1 (2,9)
Кровотечение, потребовавшее проведение трансфузии, n (%)	5 (14,7)

Примечания: ИМ – инфаркт миокарда, ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения

Notes: ИМ – myocardial infarction, ОНМК – acute cerebrovascular accident;

Таблица 5

**Исходы вмешательства**

Table 5

**Procedural success and failure**

Показатель	n=34
Ретромбоз, потребовавший незапланированную реваскуляризацию, n (%)	9 (26,5)
Смертельный исход, n (%)	23 (67,6)
Тромбоз после ретромбэктомии, n (%)	6 (17,6)
Ампутация, n (%)	3 (8,8)

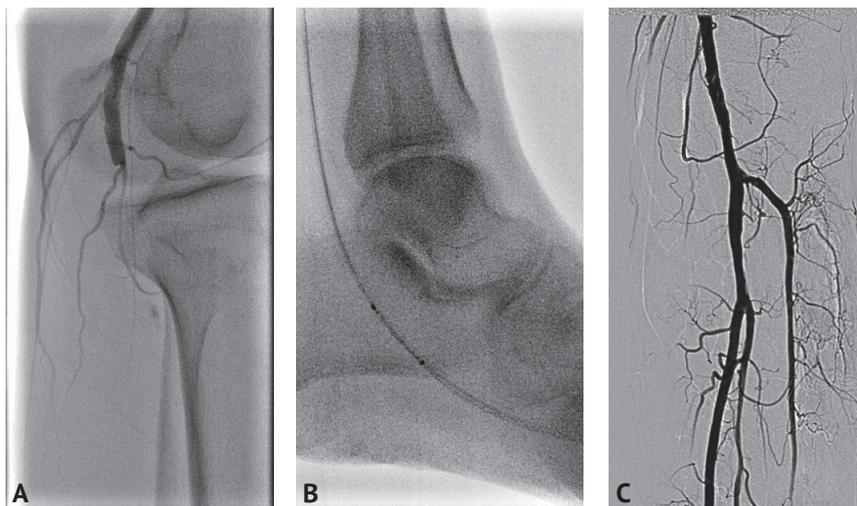


Рис. 1. Ангиограммы в течение вмешательства: А — эмболическая окклюзия подколенной артерии; В — частично высвобожденный стент-ретривер в латеральной плантарной артерии; С — окончательный ангиографический результат в проекции бифуркации подколенной артерии

Fig. 1. Angiograms during the intervention: A — popliteal artery embolic occlusion; B — partially released stent retriever in the lateral plantar artery; C — final angiographic result in the projection of the bifurcation of the popliteal artery

#### Клинический пример № 1

Больной К., 80 лет, доставлен в отделение для лечения пациентов с новой коронавирусной инфекцией 01.03.2021 года с жалобами на боли в правой нижней конечности в области голени и стопы в покое. Из анамнеза: заболел 16.02.2021 года, отметил повышение температуры тела до 38°C, наличие катаральных явлений в носоглотке. Осмотрен на дому участковым терапевтом, выполнено ПЦР-исследование мазка со слизистой носоглотки, РНК+ от 18.02.2021. Госпитализирован 21.02.2021 в центральную районную больницу по месту жительства. По данным выполненного КТ-исследования груди была выявлена двусторонняя полисегментарная вирусная пневмония, КТ-2. На фоне проводимого лечения температура тела нормализовалась. 28.02.2021 внезапно появились боли в правой голени, снижение ее температуры. 1.03.2021 осмотрен хирургом, выполнено ультразвуковое сканирование с ЦДС артерий нижней конечности, где выявлена окклюзия подколенной артерии и магистральных артерий голени. Пациент был осмотрен сосудистым хирургом, верифицирован диагноз: острый тромбоз подколенной артерии (ПКА), берцовых артерий правой нижней конечности. Острая ишемия правой нижней конечности I степени по *Rutherford*. Было принято решение о выполнении эндоваскулярной стентовой тромбэктомии, начата гепаринотерапия (7500 ЕД нефракционированного гепарина в/в струйно), перорально введено 125 мг ацетилсалициловой кислоты и 300 мг клопидогрела. 02.03.2021 года пациент доставлен в рентгеноперационную.

Под местной анестезией произведена антеградная пункция правой общей бедренной артерии (ОБА), в нее установлен интродьюсер 6F. По данным выполненной ангиографии (рис. 1А) выявлена окклюзия проксимального отдела ПКА, дистальнее отмечалось заполнение коллатеральных ветвей, магистральные артерии голени не визуализировались.

С учетом возможности контролируемого манипулирования во все пораженные артерии с помощью различных эндоваскулярных технологий была выбрана стратегия эндоваскулярного лечения. Произведена замена интродьюсера на проводниковый катетер 8F 65 см, кончик которого был установлен в проксимальный отдел тромба.

Проводник *Advantage 0,014" (Terumo)* проведен через тромботическую окклюзию ПКА, тибеоперитонеальный ствол (ТПС) в дистальный отдел задней большеберцовой артерии (ЗББА). Стент *Casper* заведен в латеральную плантарную артерию (рис. 1В), выполнено его частичное высвобождение с последующей тракцией. Аналогичная манипуляция была произведена в бассейнах передней большеберцовой (ПББА) и малоберцовой артерий (МБА). При контрольном контрастировании: просвет магистральных артерий правой нижней конечности восстановлен, кровоток удовлетворительный (рис. 1С). Все катетеры и интродьюсеры удалены. Осуществлен гемостаз при помощи ушивающего устройства *AngioSeal*. Наложена давящая асептическая повязка.

На 4-е сутки состояние больного с существенной положительной динамикой: кожные покровы правой нижней конечности теплые, бледно-розовые, движения и чувствительность в полном объеме. После отрицательного ПЦР-теста на новую коронавирусную инфекцию пациент переведен в центральную районную больницу по месту жительства.

#### Клинический пример № 2

Больная К., 70 лет, доставлена в приемное отделение 27.11.2021 года с жалобами на впервые резко возникшие боли в правой нижней конечности 26.11.2021 года, ее похолодание и снижение чувствительности. При выполнении ЦДС артерий правой нижней конечности выявлена окклюзия дистального отдела ПБА. Экспресс-тестирование на новую коронавирусную инфекцию дало положительный результат. В условиях приемного отделения начата гепаринотерапия (7500 ЕД нефракционированного гепарина в/в струйно), перорально введено 300 мг клопидогрела и 125 мг ацетилсалициловой кислоты, пациент доставлен в рентгеноперационную для выполнения реваскуляризации правой нижней конечности.

Под местной анестезией произведена антеградная пункция правой ОБА, в нее установлен интродьюсер 6F. По данным выполненной ангиографии выявлена окклюзия с уровня проксимального отдела ПКА с отсутствием заполнения дистальных отделов магистральных артерий голени (рис. 2А).

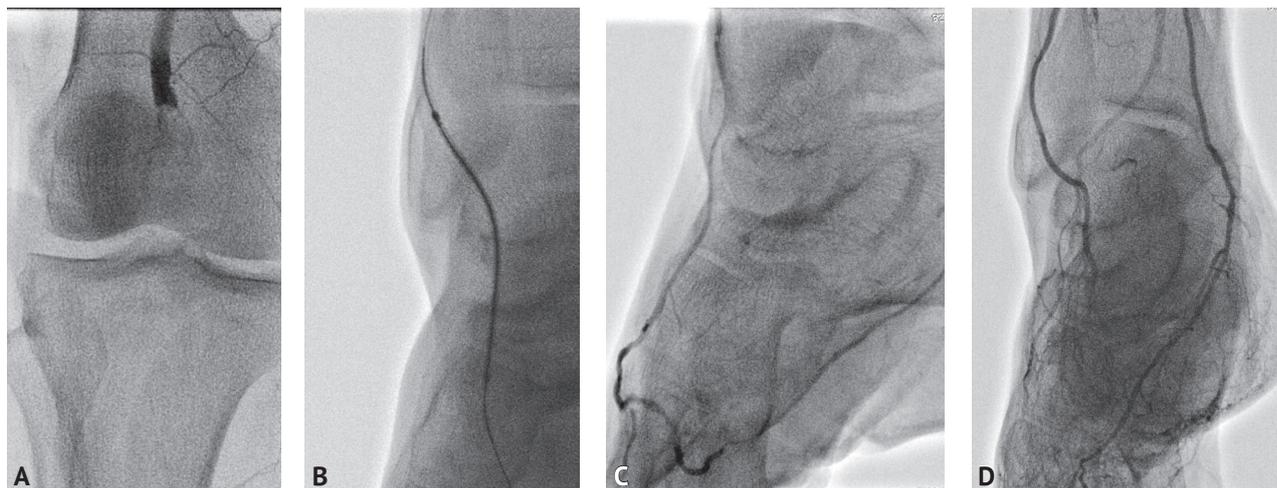


Рис. 2. Ангиограммы в течение вмешательства. А — первичная ангиография: эмболическая окклюзия подколенной артерии; В — частично высвобожденный стент-ретривер в артерии тыла стопы; С — ангиография артерии тыла стопы; D — финальная ангиография стопы

Fig. 2. Angiograms during the intervention. A — primary angiography: popliteal artery embolic occlusion; B — partially released stent retriever in the dorsalis pedis artery; C — angiography of the dorsalis pedis artery; D — final angiography of the foot

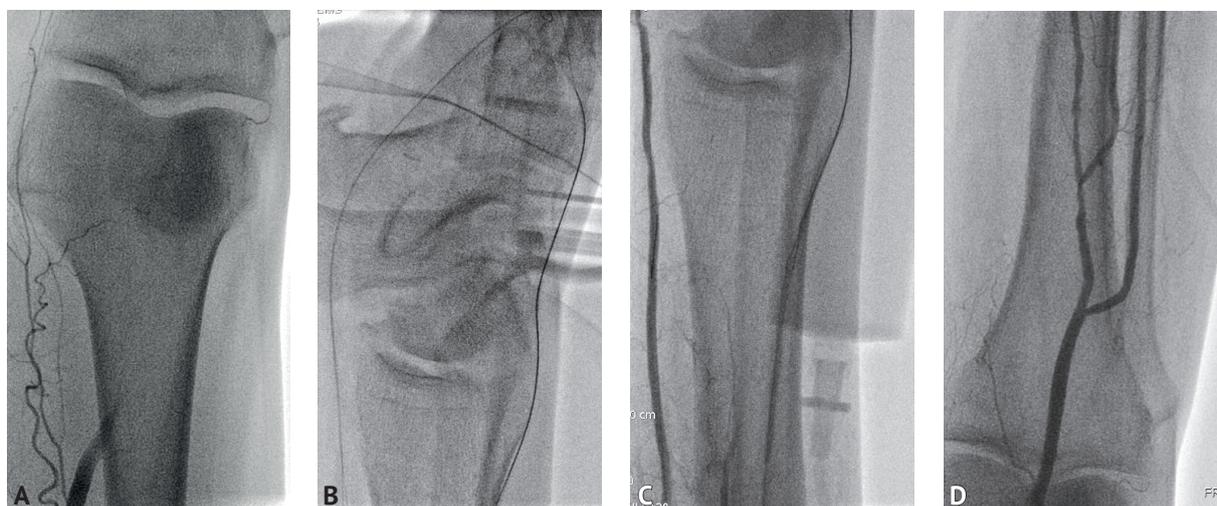


Рис. 3. Ангиограммы в течение повторного вмешательства по поводу ретромбоза артерий нижней конечности. А — ретромбоз подколенной артерии; В — проводник, проведенный из задней большеберцовой артерии через плантарную дугу в артерии тыла стопы; С — ангиография артерий голени; D — финальный результат

Fig. 3. Angiograms during re-intervention for lower limb arterial retrombosis. A — rethrombosis of the popliteal artery; B — a guide carried out from the posterior tibial artery through the plantar arch in the dorsalis pedis artery; C — angiography of the tarsal arteries; D — final outcome

Произведена замена интродьюсера на проводниковый катетер 8F 65 см. Проводник *Advantage 0,014" (Terumo)* был проведен через тромботическую окклюзию ПКА, ТПС в дистальный отдел задней большеберцовой артерии (ЗББА). Заведен стент *Casper* в латеральную плантарную артерию, выполнено частичное его высвобождение с последующей тракцией. Аналогичная манипуляция была произведена в бассейнах передней большеберцовой (ПББА) (рис. 2B) и малоберцовой артерий (МБА). Проводник *Advantage 0,014" (Terumo)* был перезаведен из ПББА через плантарную дугу в ЗББА, по нему доставлен баллонный катетер *Coyote OTW 2,0x150 мм*, выполнена дилатация давлением 6 атм., экспозиция 120 с. Произведена дилатация ПББА и ЗББА на всем протяжении баллонным катетером *Coyote OTW (Boston Scientific) 3,0x220 мм*. Выполнена селективная ангиография артерий стопы: АТС (артерии тыла стопы), плантарная дуга и латеральная плантарная артерия проходимы (рис. 2C). При контрольной ангиографии кровотоки в артерию голени и стопы восстановлены без остаточных стенозов и диссекций интимы (рис. 2D).

Ранний послеоперационный период протекал без особенностей в условиях инфекционного отделения для пациентов с новой коронавирусной инфекцией, проводили гепаринотерапию под контролем активированного частичного тромбопластинового времени (77,5 с 28.11.2021 года).

29.11.2021 года в 14.20 появились жалобы на боль и онемение правой нижней конечности. Выполнено ЦДС, выявлен ретромбоз артерий правой нижней конечности на уровне проксимального отдела ПКА. Клопидогрел отменен, перорально введено 180 мг тикагрелора, больная доставлена в рентгеноперационную.

Под местной анестезией произведена антеградная пункция правой ОБА, в нее установлен интродьюсер 6F. По данным выполненной ангиографии выявлена реокклюзия ПКА (рис. 3A).

Произведена замена интродьюсера на проводниковый катетер 8F 65 см. Проводником *Advantage 0,014" (Terumo)* выполнена реканализация зоны тромбоза, поочередно выполнена стеновая тромбэктомия из бассейнов ПКА,

ТПС, МБА, ЗББА и ПББА, был получен тромботический материал (рис. 4).

Проводник из ПББА через АТС перезаведен ретроградно в дистальный отдел ЗББА (рис. 3В), по нему доставлен баллонный катетер *Coyote ОТВ 2,0×150 мм*, выполнена дилатация давлением 6 атм., экспозиция 120 с. При контрольной ангиографии кровотоки в артерию голени и стопы восстановлены без остаточных стенозов и диссекций интимы (рис. 3С, D).

Послеоперационный период протекал гладко, в течение суток вводили гепарин в/в микроструйно, далее пациентка переведена на пероральный прием аписабана, отменена ацетилсалициловая кислота.

Контрольное ЦДС 01.12.2021 года. Исследование проведено в палате, на переносном аппарате. Состояние после эндоваскулярной стеновой тромбэкстракции на артериях правой нижней конечности. Подвздошные артерии, ОБА, ПБА, ГБА, ПКА, ЗББА, ПББА, АТС проходимы, стенки артерий утолщены, повышенной экзогенности, в их проекции препятствий кровотоку не выявлено, регистрируется магистральный тип кровотока.

02.12.2022 года и 03.12.2022 года – отрицательный ПЦР-тест на новую коронавирусную инфекцию, однако сохранялась лихорадка до 38°C. При КТ-исследовании – двусторонняя вирусная пневмония КТ-2, получала противовирусную и антибактериальную терапию, была под наблюдением терапевта и сосудистого хирурга, 10.12.2021 года выписана в удовлетворительном состоянии для амбулаторного лечения у терапевта по месту жительства.

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Наиболее распространенным методом реваскуляризации в России при развитии острого тромбоза артерий нижних конечностей на сегодня является тромбэктомия с применением катетера Фогарти [12–16]. Однако исследования, посвященные применению этого метода лечения на фоне COVID-19, отражают низкую эффективность и безопасность. В частности, подавляющее число отечественных публикаций демонстрируют частоту ретромбоза, достигающую 90% после открытой хирургической тромбэктомии [5–8, 10]. Результаты нашего исследования с применением эндоваскулярной техники лечения показали более



Рис. 4. Интраоперационное фото: тромботический субстрат острой ишемии конечности, извлеченный при помощи стента *Casper (Microvention, Terumo)* и проводникового катетера *Destination 8F (Terumo)*

Fig. 4. Intraoperative photo: Thrombotic substrate of acute limb ischemia extracted using a *Casper (Microvention, Terumo)* and a *Destination 8F (Terumo)* guiding sheath (Terumo)

оптимальные исходы реваскуляризации. Вероятнее всего это связано с несколькими факторами. Во-первых, отсутствует высокая травматичность вмешательства, как при открытой операции, что исключает прогрессирование воспалительного синдрома, обусловленного хирургическим воздействием. Во-вторых, возможность интраоперационно проконтролировать состояние периферического русла и качество реализованной реваскуляризации, позволяет добиться более убедительного исхода, чего невозможно достичь при «слепом» заведении катетера Фогарти во время открытой тромбэктомии. Таким образом, представленные данные доказывают высокую эффективность эндоваскулярной коррекции при остром тромбозе артерий нижних конечностей на фоне COVID-19, что носит высокую практическую значимость для медицинского сообщества в настоящих условиях.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эндоваскулярная стеновая тромбэктомия характеризуется низким риском развития ретромбоза и необходимости ампутации в условиях COVID-19.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Временные методические рекомендации «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19)». Версия 15 (22.02.2022). URL: [https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/059/392/original/BMP\\_COVID-19\\_V15.pdf](https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/059/392/original/BMP_COVID-19_V15.pdf) [Дата обращения 20 февраля 2023 г.]
2. Казанцев А.Н., Черных К.П., Хахимов К.А., Багдавадзе Г.Ш. Накопленный опыт лечения COVID-19. Собственные наблюдения и мировые данные. Обзор литературы. *Медицина в Кузбассе*. 2021;20(2):20–28. <https://doi.org/10.24411/2687-0053-2021-10016>
3. Порембская О.Я., Пашовкина О.В., Цаплин С.Н., Счастливцев И.В., Журавлев С.В., Лаберко Л.А., и др. Тромбоз в системе легочной артерии как важное патоморфологическое проявление новой коронавирусной инфекции: результаты 7 аутопсий и обзор литературы. *Хирург*. 2020;(9–10):26–38. <https://doi.org/10.33920/med-15-2005-03>
4. Линец Ю.П., Артюхов С.В., Казанцев А.Н., Зайцева Т.Е., Рошковская Л.В., Соколова С.В., и др. Течение COVID-19 у вакцинированных пациентов. *Журнал им. Н.В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь*. 2021;10(4):636–641. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2021-10-4-636-641>
5. Казанцев А.Н., Черных К.П., Артюхов С.В., Багдавадзе Г.Ш., Джанелидзе М.О., Лидер Р.Ю., и др. Каротидная эндартерэктомия у пациентов с тромбозом внутренней сонной артерии в остром периоде ишемического инсульта на фоне COVID-19. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2021;121(10):25–31. <https://doi.org/10.17116/jnevro202112110125>
6. Линец Ю.П., Артюхов С.В., Казанцев А.Н., Зайцева Т.Е., Чикин А.Е., Рошковская Л.В. Тромбозы в структуре хирургических осложнений COVID-19. *Скорая медицинская помощь*. 2020;21(4):4–29. <https://doi.org/10.24884/2072-6716-2020-21-4-24-29>
7. Казанцев А.Н. Тромбэктомия VS консервативное лечение у больных с COVID-19. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2021;20(4):99–101. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2021-2931>
8. Кучер А.В., Татидзе А.Э., Холудеева Т.А. Результаты хирургического лечения артериальных тромбозов на фоне новой коронавирусной инфекции (COVID-19). *Forcipe*. 2021;4(S1):944–945.
9. Казанцев А.Н., Артюхов С.В., Черных К.П., Шабаев А.Р., Багдавадзе Г.Ш., Чикин А.Е., и др. Экстренная каротидная эндартерэктомия при тромбозе внутренней сонной артерии на фоне COVID-19. *Журнал им. Н.В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь*. 2021;10(3):477–483. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2021-10-3-477-483>
10. Казанцев А.Н., Черных К.П., Багдавадзе Г.Ш., Заркуа Н.Э., Калинин Е.Ю., Артюхов С.В., и др. Экспресс-выделение подколенной артерии по А.Н. Казанцеву при остром тромбозе на фоне течения COVID-19. *Российский кардиологический журнал*. 2021;26(5):113–120. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4413>
11. Jongkind V, Earnshaw JJ, Bastos Gonçalves F, Cochennec F, Debus ES, Hinchliffe R, et al. Editor's Choice - Update of the European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2020 Clinical Practice Guidelines on the Management of Acute Limb Ischaemia in Light of the COVID-

- 19 Pandemic, Based on a Scoping Review of the Literature. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2022;63(1):80–89. PMID: 34686452 <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2021.08.028>
12. Гагун В.Э., Лукьянов Н.Г., Османов З.А. Ретроспективный анализ частоты артериальных тромбозов, ассоциированных с вирусом SARS-COV-2. *Известия Российской военно-медицинской академии.* 2022;41(2):103–107.
13. Шпилянский Э.М., Ройтман Е.В., Морозов К.М., Сухарева Т.В. Опыт лечения пациентов с артериальными и венозными тромбозами при COVID-19: клинические наблюдения. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2021;10(4):131–141. <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2021-10-4-131-141>
14. Петрова О.В., Твердохлебова Д.К., Шашин С.А., Никулина Д.М., Тарасов Д.Г. Тромбоз левой подвздошной артерии при COVID-19: клиническое наблюдение. *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета.* 2021;80(4):171–179. [https://doi.org/10.19163/1994-9480-2021-4\(80\)-171-179](https://doi.org/10.19163/1994-9480-2021-4(80)-171-179)
15. Никольский А.В., Волков Д.В., Федоровцев В.А., Косоногов А.Я., Трофимов Н.А., Косоногов К.А., и др. Лечение острых артериальных тромбозов у пациентов с тяжелым течением новой коронавирусной инфекции. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.* 2022;15(1):13–18. <https://doi.org/10.17116/kardio2022150113>
16. Иоскевич Н.Н., Василевский В.П., Труханов А.В., Рум Т.Т., Ждонет С.В., Обухович А.Р., и др. Хирургическое лечение тромбозов магистральных артерий верхних конечностей при COVID-19. В кн.: *Актуальные проблемы медицины: сборник материалов итоговой научно-практической конференции.* Гродно; 2021:374–377. URL: <http://elib.grsmu.by/bitstream/handle/files/24741/374-377z.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Дата обращения 20 февраля 2023 г.]

## REFERENCES

1. *Vremennye metodicheskie rekomendatsii "Profilaktika, diagnostika i lechenie novoy koronavirusnoy infektsii (COVID-19)". Versiya 15 (22.02.2022).* (In Russ.) Available at: [https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/059/392/original/VMR\\_COVID-19\\_V15.pdf](https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/059/392/original/VMR_COVID-19_V15.pdf) [Accessed Feb 20, 2023]
2. Kazantsev AN, Chernykh KP, Khatsimov KA, Bagdavadze GSh. *Accumulated Experience in Treatment of COVID-19. Own Observations and World Data. Literature Review. Medicine in Kuzbass.* 2021;20(2):20–28. (in Russ.) <https://doi.org/10.24411/2687-0053-2021-10016>
3. Porembskaya OYa, Pashovkina OV, Tsaplin SN, Schastlityev IV, Zhuravlev SV, Laberko LA, et al. Pulmonary Artery Thrombosis as One of the Crucial Pathomorphological Signs of COVID-19: Results of 7 Autopsies and Literature Review. *Khirurg.* 2020;(9–10):26–38. <https://doi.org/10.33920/med-15-2005-03>
4. Linets YuP, Artyukhov SV, Kazantsev AN, Zaitseva TY, Roshkovskaya LV, Sokolova SV, et al. COVID-19 Course in Vaccinated Patients. *Russian Sklifosovsky Journal Emergency Medical Care.* 2021;10(4):636–641. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2021-10-4-636-64>
5. Kazantsev AN, Chernykh KP, Artyukhov SV, Bagdavadze GSh, Dzhanelidze MO, Lider RYu, et al. Carotid endarterectomy in patients with internal carotid artery thrombosis in the acutest period of ischemic stroke with COVID-19. *Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii imeni S.S. Korsakova.* 2021;121(10):25–31. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/jnevro202112110125>
6. Linets YuP, Artyukhov SV, Kazantsev AN, Zaitseva TE, Chikin AE, Roshkovskaya LV. Thromboses in the Structure of Surgical Complications COVID-19. *Emergency Medical Care.* 2020;21(4):24–29. (In Russ.) <https://doi.org/10.24884/2072-6716-2020-21-4-24-29>
7. Kazantsev AN. Thrombectomy vs conservative therapy in patients with COVID-19. *Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2021;20(4):2931. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2021-2931>
8. Kucher AV, Tatidze AE, Kholudeeva TA. Rezul'taty khirurgicheskogo lecheniya arterial'nykh trombozov na fone novoy koronavirusnoy infektsii (COVID-19). *Forcipe.* 2021;4(S1):944–945. (In Russ.)
9. Kazantsev AN, Artyukhov SV, Chernykh KP, Shabaev AR, Bagdavadze GS, Chikin AE, et al. Emergency Carotid Endarterectomy for Internal Carotid Artery Thrombosis in the Course of COVID-19. *Russian Sklifosovsky Journal Emergency Medical Care.* 2021;10(3):477–483. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2021-10-3-477-483>
10. Kazantsev AN, Chernykh KP, Bagdavadze GS, Zarkua NE, Kalinin EYu, Artyukhov SV, et al. Rapid popliteal artery release sensu A.N. Kazantsev in acute thrombosis in patients with COVID-19. *Russian Journal of Cardiology.* 2021;26(5):4413. (In Russ.) <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4413>
11. Jongkind V, Earnshaw JJ, Bastos Goncalves F, Cochenec F, Debus ES, Hincliffe R, et al. Editor's Choice - Update of the European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2020 Clinical Practice Guidelines on the Management of Acute Limb Ischaemia in Light of the COVID-19 Pandemic, Based on a Scoping Review of the Literature. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2022;63(1):80–89. PMID: 34686452 <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2021.08.028>
12. Gagun VE, Lukyanov NG, Osmanov ZA. Retrospective Analysis of the Frequency of SARS-Cov-2 Associated Arterial Thrombosis. *Russian Military Medical Academy Reports.* 2022;41(S2):103–107. (In Russ.)
13. Shpil'yanskiy EM, Roitman EV, Morozov KM, Sukhareva TV. Experience in treatment of patients with arterial and venous thrombosis with proven COVID-19. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2021;10(4):131–141. (In Russ.) <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2021-10-4-131-141>
14. Petrova OV, Tverdokhlebova DK, Shashin SA, Nikulina DM, Tarasov DG. Thrombosis of the Left Iliac Artery in COVID-19: A Clinical Case. *Journal of Volgograd State Medical University.* 2021;18(4):171–179. [https://doi.org/10.19163/1994-9480-2021-4\(80\)-171-179](https://doi.org/10.19163/1994-9480-2021-4(80)-171-179)
15. Nikolsky AV, Volkov DV, Fedorovtsev VA, Kosonogov AY, Trofimov NA, Kosonogov KA, et al. Treatment of acute arterial thrombosis in patients with severe course of new coronavirus infection. *Cardiology and Cardiovascular Surgery.* 2022;15(1):13–18. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/kardio2022150113>
16. Ioskevich NN, Vasilevskiy VP, Trukhanov AV, Rum TT, Zhdonets SV, Obukhovich AR, et al. Khirurgicheskoe lechenie trombozov magistral'nykh arteriy verkhnikh konechnostey pri COVID-19. In: *Aktual'nye problemy meditsiny: sbornik materialov itogovoy nauchno-prakticheskoy konferentsii.* Grodno; 2021:374–377. (In Russ.) Available at: <http://elib.grsmu.by/bitstream/handle/files/24741/374-377z.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Accessed Feb 20, 2023]

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

### Семьин Игорь Сергеевич

эндоваскулярный хирург, ГБУЗ АО АОКБ;  
<https://orcid.org/0000-0001-5762-4883>, kor01777@yandex.ru;  
 20%: написание статьи

### Иваненко Александр Николаевич

врач по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению, заведующий ОРХМДиЛ, ГБУЗ АО АОКБ;  
<https://orcid.org/0000-0003-1650-8864>, aaapppmmmo0@rambler.ru;  
 15%: статистический анализ

### Жарова Алина Сергеевна

студент, ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова»;  
<https://orcid.org/0000-0001-9474-4972>, zharova.alina2018@yandex.ru;  
 12%: редактирование текста

### Пятков Василий Александрович

эндоваскулярный хирург, ГБУЗ АО АОКБ;  
<https://orcid.org/0000-0001-6839-207X>, best\_angiosurgery@mail.ru;  
 10%: обзор литературы

### Бахтин Игорь Леонидович

кандидат медицинских наук, эндоваскулярный хирург, ГБУЗ АО АОКБ;  
<https://orcid.org/0000-0003-0195-6082>, aaapppmmmo0@gmail.com;  
 9%: редактирование текста

- Соболев Глеб Александрович**      эндоваскулярный хирург, ГБУЗ АО АОКБ;  
<https://orcid.org/0000-0002-4826-0501>, [gibgrid@mail.ru](mailto:gibgrid@mail.ru);  
 8%: написание части статьи
- Киселев Андрей Дмитриевич**      эндоваскулярный хирург, ГБУЗ АО АОКБ;  
<https://orcid.org/0000-0002-2603-9902>, [givchikov8@gmail.com](mailto:givchikov8@gmail.com);  
 7%: обзор литературы
- Коротких Александр Владимирович**      главный врач, клиника кардиохирургии ФГБОУ ВО Амурская ГМА МЗ РФ;  
<https://orcid.org/0000-0002-9709-1097>, [ssemioo@rambler.ru](mailto:ssemioo@rambler.ru);  
 7%: статистический анализ
- Казанцев Антон Николаевич**      сердечно-сосудистый хирург, СПб ГБУЗ «Городская Александровская больница»;  
<https://orcid.org/0000-0002-1115-609X>, [dr.antonio.kazantsev@mail.ru](mailto:dr.antonio.kazantsev@mail.ru);  
 6%: написание статьи
- Черных Константин Петрович**      сердечно-сосудистый хирург, СПб ГБУЗ «Городская Александровская больница»;  
<https://orcid.org/0000-0002-5089-5549>, [cvs.doc@yandex.ru](mailto:cvs.doc@yandex.ru);  
 6%: утверждение окончательного варианта статьи

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

## Endovascular Stent Thrombectomy in Patients With Acute Lower Limb Arterial Thrombosis on the Background of COVID-19

I.S. Semyin<sup>1</sup>, A.N. Ivanenko<sup>1</sup>, A.S. Zharova<sup>2</sup>, V.A. Pyatkov<sup>1</sup>, I.L. Bakhtin<sup>1</sup>, G.A. Sobolev<sup>1</sup>,  
 A.D. Kiselev<sup>1</sup>, A.V. Korotkikh<sup>3</sup>, A.N. Kazantsev<sup>4</sup> ✉, K.P. Chernykh<sup>4</sup>

Department of Cardiovascular Surgery

<sup>1</sup> Arkhangelsk Regional Clinical Hospital

292, Lomonosov Ave., 136045, Oktyabrsky District, Arkhangelsk, Russian Federation

<sup>2</sup> I.I. Mechnikov North-Western State Medical University

41, Kirochnaya Str., 191015, Str. Petersburg, Russian Federation

<sup>3</sup> Amur State Medical Academy

95, Gorkogo Str., 675000, Blagoveshchensk, Russian Federation

<sup>4</sup> City Alexandrovskaya Hospital

4, Solidarnosty Ave., 193312, St. Petersburg, Russian Federation

✉ **Contacts:** Anton N. Kazantsev, Cardiovascular Surgeon, Department of Cardiovascular Surgery, Alexander City Hospital. Email: [dr.antonio.kazantsev@mail.ru](mailto:dr.antonio.kazantsev@mail.ru)

**AIM** Analysis of the outcomes of endovascular stent thrombectomy in patients with acute arterial thrombosis of the lower extremities on the background of COVID-19.

**MATERIAL AND METHODS** This retrospective study for the period from January 1, 2020 to March 1, 2022 included 34 patients with acute lower limb ischemia who were diagnosed with the novel coronavirus infection SARS-COV-2. Endovascular stent thrombectomy was performed according to the standard technique using a Destination 8F guiding sheath (Terumo), an Advantage 0.014" guidewire (Terumo), and a Casper stent (Microvention, Terumo) as a stent retriever. In case of fragmentation of thrombotic masses in the guide sheath, manual aspiration of thrombi was performed using a standard 50,0 ml syringe. Self-expanding nitinol stents were implanted in 11 clinical cases.

**RESULTS** Intraoperative bleeding from the puncture site of the artery developed in 14.7% of cases, which required additional manipulation to achieve hemostasis. Every tenth (11.8%) patient developed myocardial infarction, in 2.9% of cases – ischemic stroke. In the hospital postoperative period during the first hours after surgery, 26.5% of patients developed rethrombosis which required re-intervention. In 8.8% of cases, retrombectomy was unsuccessful, and limb amputation was performed. A fatal outcome occurred in 67.6% of cases, which was due to an increase in multiple organ failure and the development of sepsis.

**CONCLUSION** Endovascular stent thrombectomy is characterized by a low risk of rethrombosis and amputation in the context of COVID-19.

**Keywords:** thrombosis, arterial thrombosis, thrombectomy, acute thrombosis, acute ischemia, COVID-19, coronavirus, SARS-COV-2, stent thrombectomy, stent retriever

**For citation** Semyin IS, Ivanenko AN, Zharova AS, Pyatkov VA, Bakhtin IL, Sobolev GA, et al. Endovascular Stent Thrombectomy in Patients With Acute Lower Limb Arterial Thrombosis on the Background of COVID-19. *Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care*. 2023;12(1):161–169. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2023-12-1-161-169> (in Russ.)

**Conflict of interest** Authors declare lack of the conflicts of interests

**Acknowledgments, sponsorship** The study has no sponsorship

**Affiliations**

- Igor S. Semyin      Endovascular Surgeon, Arkhangelsk Regional Clinical Hospital;  
<https://orcid.org/0000-0001-5762-4883>, [kor01777@yandex.ru](mailto:kor01777@yandex.ru);  
 20%, article writing
- Alexander N. Ivanenko      Endovascular Surgeon, Arkhangelsk Regional Clinical Hospital;  
<https://orcid.org/0000-0001-6839-207X>, [best\\_angiosurgery@mail.ru](mailto:best_angiosurgery@mail.ru);  
 10%, literature review
- Alina S. Zharova      Student, I.I. Mechnikov North-Western State Medical University;  
<https://orcid.org/0000-0001-9474-4972>, [zharova.alina2018@yandex.ru](mailto:zharova.alina2018@yandex.ru);  
 12%, text editing
- Vasily A. Pyatkov      Endovascular Surgeon, Arkhangelsk Regional Clinical Hospital;  
<https://orcid.org/0000-0001-6839-207X>, [best\\_angiosurgery@mail.ru](mailto:best_angiosurgery@mail.ru);  
 10%, literature review

Igor L. Bakhtin	Candidate of Medical Sciences, endovascular surgeon, Arkhangelsk Regional Clinical Hospital; <a href="https://orcid.org/0000-0003-0195-6082">https://orcid.org/0000-0003-0195-6082</a> , <a href="mailto:aaapppmmoooo@gmail.com">aaapppmmoooo@gmail.com</a> ; 9%, text editing
Gleb A. Sobolev	Endovascular Surgeon, Arkhangelsk Regional Clinical Hospital; <a href="https://orcid.org/0000-0002-4826-0501">https://orcid.org/0000-0002-4826-0501</a> , <a href="mailto:gibgrid@mail.ru">gibgrid@mail.ru</a> ; 8%, writing part of the article
Andrey D. Kiselev	Endovascular Surgeon, Arkhangelsk Regional Clinical Hospital; <a href="https://orcid.org/0000-0002-2603-9902">https://orcid.org/0000-0002-2603-9902</a> , <a href="mailto:givchikov8@gmail.com">givchikov8@gmail.com</a> ; 7%, literature review
Alexander V. Korotkikh	Chief Physician, Clinic of Cardiac Surgery, Amur State Medical Academy; <a href="https://orcid.org/0000-0002-9709-1097">https://orcid.org/0000-0002-9709-1097</a> , <a href="mailto:ssemioo@rambler.ru">ssemioo@rambler.ru</a> ; 7%, statistical analysis
Anton N. Kazantsev	Cardiovascular Surgeon, Department of Cardiovascular Surgery, City Alexandrovskaya Hospital; <a href="https://orcid.org/0000-0002-1115-609X">https://orcid.org/0000-0002-1115-609X</a> , <a href="mailto:dr.antonio.kazantsev@mail.ru">dr.antonio.kazantsev@mail.ru</a> ; 6%, article writing
Konstantin P. Chernykh	Cardiovascular Surgeon, Department of Cardiovascular Surgery, City Alexandrovskaya Hospital; <a href="https://orcid.org/0000-0002-5089-5549">https://orcid.org/0000-0002-5089-5549</a> , <a href="mailto:cvs.doc@yandex.ru">cvs.doc@yandex.ru</a> ; 6%, approval of the final version of the article

**Received on 05.04.2022**

**Review completed on 20.12.2022**

**Accepted on 27.12.2022**

**Поступила в редакцию 05.04.2022**

**Рецензирование завершено 20.12.2022**

**Принята к печати 27.12.2022**