

Экспресс-выделение подколенной артерии по А. Н. Казанцеву при остром тромбозе на фоне течения COVID-19

Казанцев А. Н., Черных К. П., Багдавадзе Г. Ш., Заркуа Н. Э., Калинин Е. Ю., Артюхов С. В., Чикин А. Е., Линец Ю. П.

Цель. Анализ результатов тромбэктомии из подколенной артерии (ПКА) с применением стандартной техники выделения сосудистыми инструментами и экспресс-выделения по А. Н. Казанцеву у пациентов с острым тромбозом ПКА на фоне новой коронавирусной инфекции (COVID-19).

Материал и методы. В настоящее проспективное одноцентровое исследование за период с 1 апреля 2020 г. по 17 марта 2021 г. вошло 157 пациентов с острым тромбозом ПКА, диагностированным в условиях COVID-19 в ГБУЗ "Городская Александровская больница". Все пациенты были распределены на 2 группы в зависимости от техники доступа к ПКА: 1 группа (n=88; 56%) — экспресс-выделения по А. Н. Казанцеву; 2 группа (n=69; 44%) — стандартная техника выделения ПКА с помощью сосудистых инструментов (сосудистый пинцет, сосудистые ножницы) и применения турникетов.

Экспресс-выделение ПКА по А. Н. Казанцеву отличалось тем, что после рассечения фасции и гемостаза жировая клетчатка за ней и до артерии разрывалась двумя указательными пальцами. Сначала пальцы соединялись воедино латеральными краями и вводились в середину раны. Затем выполнялось растяжение раны пальцами вместе с тканями в стороны к проксимальному и дистальному краям до тех пор, пока не была визуализирована ПКА. Далее для фиксации разорванной клетчатки к верхней и нижней стенкам раны устанавливался расширитель Егорова-Фрейдина. Турникеты не использовались.

Результаты. Время хирургического доступа (группа 1 = 4,5±1,3 мин; группа 2 = 11,41±0,9 мин; p=0,005), а также общая длительность операции (группа 1 = 47,5±2,8 мин; группа 2 = 62,15±4,5 мин; p=0,001) составили наименьшие показатели в группе выделения ПКА по А. Н. Казанцеву. При этом все интраоперационные кровотечения (n=11; 15,9%) были зафиксированы во 2 группе в результате травматизации подколенной вены и/или кровотечения из ПКА после разрыва турникета. По частоте ретромбоза в группе экспресс-доступа к ПКА по А. Н. Казанцеву выявлено статистически меньшее число данных событий (группа 1 = 40,9%; группа 2 = 55,1%; p=0,03). При этом в первые сутки после операции в 1 группе развилось 18% тромбозов, а во 2 группе — 39%. Количество летальных исходов было наибольшим в группе стандартной техники выделения ПКА (группа 1 = 55,7%; группа 2 = 86,9%; p<0,0001; отношение шансов 0,18; 95% доверительный интервал 0,08-0,42). Во всех случаях причиной смерти стала системная полиорганная недостаточность на фоне прогрессирующей пневмонии (до 4 степени), отека легких, "цитокинового шторма".

Заключение. Применение экспресс-выделения ПКА по А. Н. Казанцеву значительно сокращает время операции тромбэктомии из ПКА в условиях COVID-19. Такой эффект достигается благодаря снижению частоты интраоперационных кровотечений, отсутствию необходимости применения турникетов и сосудистых инструментов (ножницы, пинцет) — манипуляций, более оправданных в плановой хирургии. Уменьшение периода ишемии при экспресс-выделении ПКА по А. Н. Казанцеву снижает частоту ретромбозов, а также летальных исходов, обусловленных прогрессированием системной полиорганной недоста-

точности на фоне гиперперфузионного синдрома и компартмент-синдрома. Сокращение времени операции при применении экспресс-выделения ПКА по А. Н. Казанцеву сокращает время вынужденной интраоперационной искусственной вентиляции легких, что у пациентов с COVID-19 снижает риски пневмоторакса, пневмомедиастинума, эмфиземы, тромбозов легочной артерии. Таким образом, экспресс-выделение ПКА по А. Н. Казанцеву может быть рекомендовано как метод выбора при выполнении тромбэктомии из ПКА в условиях течения COVID-19.

Ключевые слова: COVID-19, новая коронавирусная инфекция, коронавирус, пандемия, тромбоз, подколенная артерия, тромбэктомия, ретромбэктомия, цитокиновый шторм, компартмент-синдром, гиперперфузионный синдром.

Отношения и деятельность: нет.

ГБУЗ Александровская больница, Санкт-Петербург, Россия.

Казанцев А. Н.* — сердечно-сосудистый хирург, ORCID: 0000-0002-1115-609X, Черных К. П. — сердечно-сосудистый хирург, ORCID: 0000-0002-5089-5549, Багдавадзе Г. Ш. — ординатор, ORCID: 0000-0001-5970-6209, Заркуа Н. Э. — д.м.н., доцент кафедры хирургии им. Н.Д. Монастырского, ORCID: 0000-0002-7457-3149, Калинин Е. Ю. — к.м.н., зав. 12 инфекционным отделением, ORCID: 0000-0003-3258-4365, Артюхов С. В. — к.м.н., зав. операционным блоком, ORCID: 0000-0001-8249-3790, Чикин А. Е. — к.м.н., зам. главного врача по хирургической помощи, ORCID: 0000-0001-6539-0386, Линец Ю. П. — д.м.н., профессор, главный врач, ORCID: 0000-0002-2279-3887.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):
dr.antonio.kazantsev@mail.ru

ИВЛ — искусственная вентиляция легких, МСКТ — мультиспиральная компьютерная томография, ПКА — подколенная артерия, COVID-19 — новая коронавирусная инфекция.

Рукопись получена 18.03.2021

Рецензия получена 21.04.2021

Принята к публикации 28.04.2021



Для цитирования: Казанцев А. Н., Черных К. П., Багдавадзе Г. Ш., Заркуа Н. Э., Калинин Е. Ю., Артюхов С. В., Чикин А. Е., Линец Ю. П. Экспресс-выделение подколенной артерии по А. Н. Казанцеву при остром тромбозе на фоне течения COVID-19. *Российский кардиологический журнал*. 2021;26(5):4413. doi:10.15829/1560-4071-2021-4413

Rapid popliteal artery release sensu A. N. Kazantsev in acute thrombosis in patients with COVID-19

Kazantsev A. N., Chernykh K. P., Bagdavadze G. Sh., Zarkua N. E., Kalinin E. Yu., Artyukhov S. V., Chikin A. E., Linets Yu. P.

Aim. To analyze the outcomes of popliteal thrombectomy using the standard release technique with vascular instruments and rapid release sensu A. N. Kazantsev in patients with acute popliteal artery thrombosis (PAT) and coronavirus disease 2019 (COVID-19).

Material and methods. The present prospective single-center study for the period from April 1, 2020 to March 17, 2021 included 157 patients with acute PAT and COVID-19 at the Alexandrovskaya City Hospital. All patients were divided into 2 groups depending on the popliteal artery access: group 1 (n=88; 56%) — rapid release sensu A. N. Kazantsev; group 2 (n=69; 44%) — standard

popliteal artery release using vascular instruments (vascular forceps and scissors) and tourniquets.

Rapid popliteal artery release was distinguished by the fact that fasciotomy and hemostasis, the fatty tissue behind it and up to the artery was torn with two index fingers. First, the fingers were joined together at the lateral edges and inserted into the wound middle. Then the wound together with tissues was stretched with fingers to proximal and distal edges until the popliteal artery was visualized. Further, a Beckmann retractor was used to fix the torn fiber to the upper and lower wound walls. The tourniquets were not used.

Results. Surgical access duration (group 1, 4,5±1,3 minutes; group 2, 11,41±0,9 minutes; $p=0,005$), as well as the total procedure duration (group 1, 47,5±2,8 minutes; group 2, 62,15±4,5 min; $p=0,001$) had the lowest values in the group of rapid popliteal artery release. Moreover, all intraoperative bleedings ($n=11$; 15,9%) was recorded in group 2 as a result of popliteal vein injuries and/or bleeding from popliteal artery. The retrombosis rate in the rapid release group was lower (group 1, 40,9%; group 2, 55,1%; $p=0,03$). On the first day after surgery, 18% of thrombosis developed in group 1, and 39% in group 2. The mortality rate was highest in the standard artery release group (group 1, 55,7%; group 2, 86,9%; $p<0,0001$; OR, 0,18; 95% CI, 0,08-0,42). In all cases, the cause of death was systemic multiple organ failure due to severe pneumonia, pulmonary edema, and cytokine storm.

Conclusion. The use of rapid popliteal artery release sensu A. N. Kazantsev significantly reduces the thrombectomy duration in the context of COVID-19. This effect is achieved due to a decrease in the incidence of intraoperative bleeding, no need to use tourniquets and vascular instruments. A decrease in the ischemia duration using novel release technique reduces the retrombosis rate, as well as deaths caused by systemic multiple organ failure against the background of hyperperfusion and compartment syndrome. Reducing the operation duration with the use of rapid popliteal artery release sensu A. N. Kazantsev reduces the time of intraoperative mechanical ventilation, which in COVID-19 patients reduces the risks of pneumothorax, pneumomediastinum, emphysema, and pulmonary embolism. Thus, the rapid popliteal artery release sensu A. N. Kazantsev can be recommended for popliteal thrombectomy in patients with COVID-19.

Keywords: COVID-19, novel coronavirus infection, coronavirus, pandemic, thrombosis, popliteal artery, thrombectomy, repeated thrombectomy, cytokine storm, compartment syndrome, hyperperfusion syndrome.

Relationships and Activities: none.

Alexandrovska Hospital, St. Petersburg, Russia.

Kazantsev A. N. * ORCID: 0000-0002-1115-609X, Chernykh K. P. ORCID: 0000-0002-5089-5549, Bagdavadze G. Sh. ORCID: 0000-0001-5970-6209, Zarkua N. E. ORCID: 0000-0002-7457-3149, Kalinin E. Yu. ORCID: 0000-0003-3258-4365, Artyukhov S. V. ORCID: 0000-0001-8249-3790, Chikin A. E. ORCID: 0000-0001-6539-0386, Linets Yu. P. ORCID: 0000-0002-2279-3887.

*Corresponding author: dr.antonio.kazantsev@mail.ru

Received: 18.03.2021 **Revision Received:** 21.04.2021 **Accepted:** 28.04.2021

For citation: Kazantsev A. N., Chernykh K. P., Bagdavadze G. Sh., Zarkua N. E., Kalinin E. Yu., Artyukhov S. V., Chikin A. E., Linets Yu. P. 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.) doi:10.15829/1560-4071-2021-4413

Одним из грозных осложнений течения новой коронавирусной инфекции (COVID-19) стал артериальный тромбоз [1-3]. По данным мировой литературы, лидирующие позиции в списке локализации процесса занимает подколенная артерия (ПКА) [1, 4, 5]. Основной контингент пациентов с данным диагнозом, как правило, имеет выраженную коморбидную патологию, пожилой и старческий возраст [1-5]. Поэтому чем короче временной отрезок от “дверей приемного отделения” до артериотомии ПКА, тем быстрее будет реализована реперфузия и сохранена нижняя конечность. В свою очередь, нужно помнить, что длительная ишемия сопровождается активацией воспалительного процесса, интоксикации, которые могут вносить существенный вклад, а в ряде случаев стать индукторами развития “цитокинового шторма”, системной полиорганной недостаточности [1, 4-7]. На фоне декомпенсированной сопутствующей патологии такое состояние нередко носит летальный характер. Поэтому каждая сохраненная минута может быть решающей в сдерживании необратимых патологических изменений.

Целью настоящей статьи стал анализ результатов тромбэктомии из ПКА с применением стандартной техники выделения сосудистыми инструментами и экспресс-выделения по А. Н. Казанцеву у пациентов с острым тромбозом ПКА на фоне COVID-19.

Материал и методы

В настоящее проспективное одноцентровое исследование за период с 1 апреля 2020г по 17 марта 2021г вошло 157 пациентов с острым тромбозом ПКА, диагностированным в условиях COVID-19

в ГБУЗ “Городская Александровская больница”. Все пациенты были распределены на 2 группы в зависимости от техники доступа к ПКА: 1 группа ($n=88$; 56%) — экспресс-выделения по А. Н. Казанцеву; 2 группа ($n=69$; 44%) — стандартная техника выделения ПКА с помощью сосудистых инструментов (сосудистый пинцет, сосудистые ножницы) и применения турникетов.

ГБУЗ “Городская Александровская больница”, г. Санкт-Петербург — крупнейшая многопрофильная больница скорой помощи. Во время пандемии COVID-19 учреждение в числе первых в г. Санкт-Петербург было перепрофилировано в инфекционный стационар, продолжающий работу до настоящего времени. При поступлении в приемное отделение больной осматривался дежурным врачом-инфекционистом. При наличии сосудистой патологии проводилась консультация дежурного ангиохирурга. При осмотре и установке диагноза острой ишемии нижних конечностей им проводилось цветное дуплексное сканирование с применением линейного датчика (частота 7-7,5 МГц) на аппарате “Acuson 128XP” (Acuson, США). Далее (при отсутствии противопоказаний) выполнялась мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) с ангиографией артерий нижних конечностей и МСКТ органов грудной клетки с оценкой объема пораженной легочной ткани. Время от поступления в отделение до верификации основного и коморбидного диагноза составляло $31,8\pm 6,7$ мин.

Критериями включения в исследование стали 1. Наличие острого тромбоза ПКА; 2. Наличие острой ишемии нижней конечности IIб ст. по И. И. Затевахину.



Рис. 1. Экипировка сосудистой бригады инфекционного стационара COVID-19 (справа оперирующий ангиохирург А. Н. Казанцев, слева операционная медицинская сестра С. С. Иванова).

Критерии исключения из исследования: 1. Оклюзионно-стенозические поражения артерий нижних конечностей (атеросклероз как причина тромбоза); 2. Выраженный неврологический дефицит (сопор, кома); 3. Системная полиорганная недостаточность; 4. Сепсис; 5. Нестабильная гемодинамика, требующая инотропной поддержки; 6. Острый коронарный синдром; 7. Реализуемая вазопрессорная поддержка.

Амуниция сосудистого хирурга в условиях COVID-19 претерпела значимые изменения. Так, на операционный костюм одевался защитный комбинезон, поверх которого — одноразовый операционный халат. Руки обрабатывались в одной паре одноразовых перчаток, после чего сверху надевалась вторая стерильная пара. Защитные медицинские противовирусные очки заранее протирались спиртовым антисептиком для профилактики запотевания. Для защиты органов дыхания применялся респиратор FFP3. Ввиду того, что подобная многослойная экипировка создавала парниковый эффект, на лоб под одноразовую хирургическую шапочку обязательно помещался марлевый тампон (рис. 1).

Стандартная техника выделения ПКА производилась следующим образом. Нижняя конечность укладывалась на валик (под подколенной ямкой) так, чтобы сохранялось полусогнутое положение в коленном суставе $\approx 110^\circ$. После рассечения кожи, подкожной клетчатки и фасции скальпелем, гемостаза электрокоагулятором, сосудистыми ножницами и сосудистым пинцетом выделялась ПКА с рассечением окружающей клетчатки и применением расширителя Егорова-Фрейдина. После визуализации ПКА диссектором вокруг артерии проводилась установка турникета (рис. 2).

Экспресс-выделение ПКА по А. Н. Казанцеву отличалось тем, что после рассечения фасции и ге-

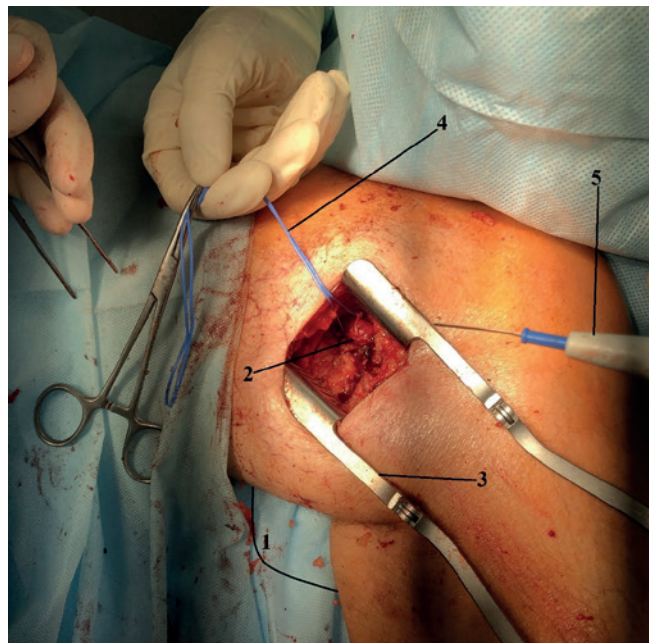


Рис. 2. Финальный этап выделения ПКА по стандартной технике.

Примечание: 1 — угол сгиба в коленном суставе $\approx 110^\circ$, 2 — подколенная артерия, 3 — расширитель Егорова-Фрейдина, 4 — турникет, 5 — электрокоагулятор.

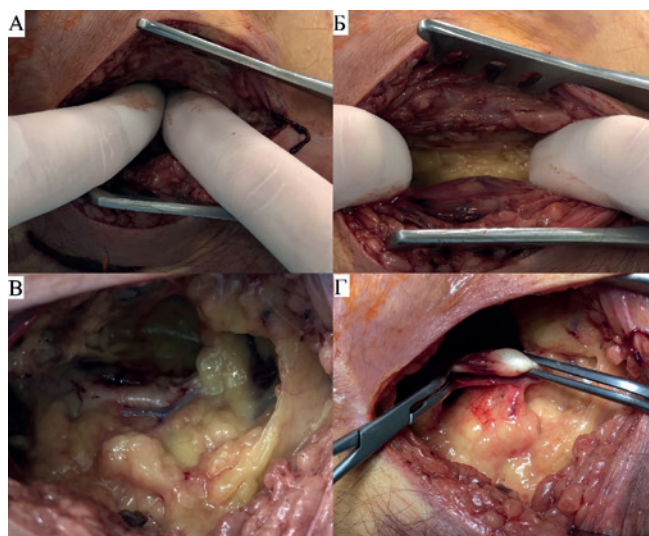


Рис. 3. Экспресс-выделение ПКА по А. Н. Казанцеву, интраоперационные снимки.

Примечание: А — соединение пальцев воедино латеральными краями и введение их в середину раны, Б — растяжение раны пальцами к латеральным краям раны, В — выделенная пальцами подколенная артерия на дне раны, Г — подколенная артерия пережата, выполнена артериотомия.

мостаза жировая клетчатка за ней и до артерии разрывалась двумя указательными пальцами (рис. 3). Сначала пальцы соединялись воедино латеральными краями и вводились в середину раны. Затем выполнялось растяжение раны пальцами вместе с тканями в стороны к проксимальному и дистальному краям до тех пор, пока не была визуализирована ПКА.

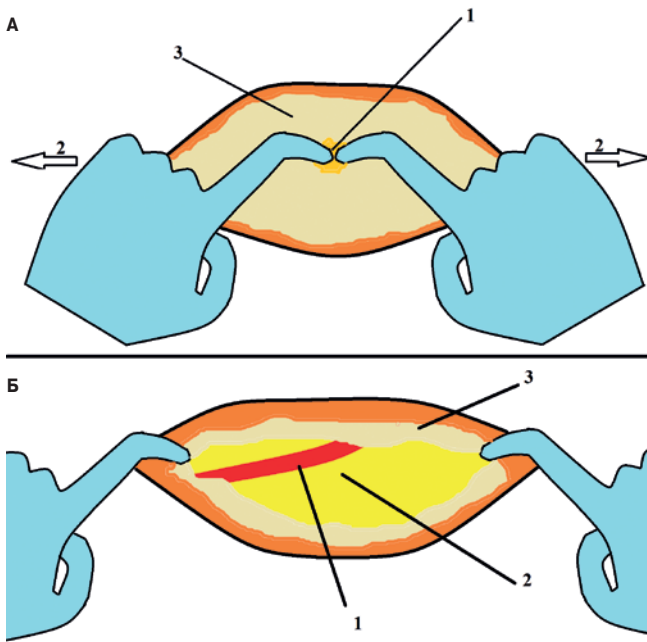


Рис. 4. Экспресс-выделение ПКА по А. Н. Казанцеву, схема.

Примечание: А — первый этап доступа: 1 — соединение пальцев воедино латеральными краями и введение их в середину раны; 2 — растяжение раны пальцами к латеральным краям раны; 3 — жировая клетчатка. Б — второй этап доступа: 1 — подколennая артерия; 2 — паравазальное пространство; 3 — разорванная жировая клетчатка.

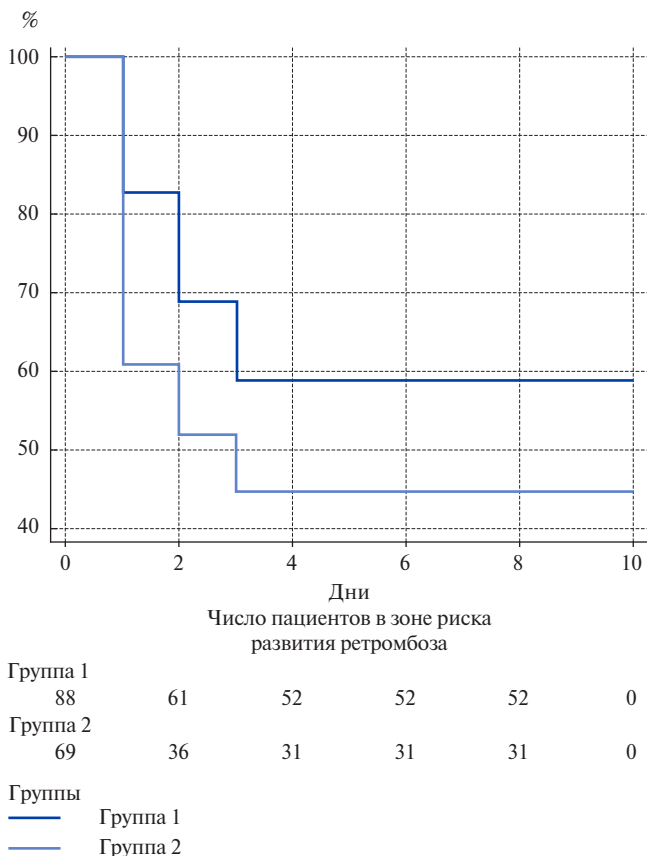


Рис. 5. Выживаемость, свободная от ретромбоза.

Далее для фиксации разорванной клетчатки к верхней и нижней стенкам раны устанавливался расширитель Егорова-Фрейдина. Турникеты не использовались. Схематическое выполнение метода представлено на рисунке 4.

Артериотомия выполнялась поперечно, что позволяло закрыть данное отверстие первичным швом без рестеноза. Тромбэктомия из ПКА производилась при помощи катетера Фогарти размером 3F и 5F. Во всех случаях для профилактики компартмент-синдрома острым скальпелем в верхней трети голени по латеральной, медиальной и задней поверхности выполнялись разрезы тканей длиной до 2 см и полостными ножницами производилась фасциотомия из указанных доступов.

Конечными точками хирургического лечения пациентов с тромбозами стали летальный исход, инфаркт миокарда, острое нарушение мозгового кровообращения, ретромбоз, повторный тромбоз после ретромбэктомии, ампутация.

Все пациенты подписали письменное согласие на участие в исследовании. Работа выполнялась в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской Декларации, 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 2016г № 200н “Об утверждении правил надлежащей клинической практики”.

Статистический анализ. Определение типа распределения осуществлялось с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Сравнение групп проводили с помощью критерия хи-квадрат Пирсона с поправкой Йетса и Манна-Уитни. Для оценки выживаемости, свободной от ретромбоза, на госпитальном послеоперационном этапе применялся анализ Каплана-Мейера. Для сравнения кривых выживаемости применялся Logrank test. Различия оценивались как значимые при $p < 0,05$. Результаты исследований обработаны при помощи пакета прикладных программ Graph Pad Prism (www.graphpad.com) и Med Calc 19.2.1 (www.medcalc.org).

По клинико-анатомическим характеристикам группы не различались, соответствуя основному образу пациента с COVID-19. Большинство из них имели пожилой возраст и были представителями мужского пола. Каждый третий страдал 1-2 функциональным классом сердечной недостаточности, каждый десятый — сахарным диабетом и/или хронической почечной недостаточностью. В единичных случаях больные переносили реваскуляризацию головного мозга или миокарда в анамнезе. Поражение легочной ткани по данным МСКТ чаще всего соответствовало 2-3 степени (табл. 1).

Таблица 1

Клинико-anamnestическая характеристика

Показатель	Группа 1 Выделение ПКА по А. Н. Казанцеву	Группа 2 Выделение ПКА по стандартной технике	p	ОШ	95% ДИ
	n=88	n=69			
Возраст, М±m, лет	66,4±5,4	67,5±4,6	0,45	-	-
Мужской пол, n (%)	65 (73,9)	47 (68,1)	0,54	1,32	0,66-2,65
СН 1-2 ФК, n (%)	27 (30,7)	21 (30,4)	0,88	1,01	0,51-2,0
СД, n (%)	11 (12,5)	8 (11,6)	0,94	1,08	0,41-2,87
ХОБЛ, n (%)	6 (6,8)	4 (5,8)	0,94	1,18	0,32-4,39
ХПН, n (%)	9 (10,2)	7 (10,1)	0,80	1,00	0,35-2,86
ФВ ЛЖ, М±m, %	59,7±3,5	60,8±2,8	0,37	-	-
Аневризма ЛЖ, n (%)	1 (1,13)	1 (1,4)	0,58	0,78	0,04-12,73
ЧКВ в анамнезе, n (%)	4 (4,5)	6 (8,7)	0,46	0,50	0,13-1,84
КШ в анамнезе, n (%)	3 (3,4)	4 (5,8)	0,74	0,57	0,12-2,65
ОНМК/ТИА в анамнезе, n (%)	8 (9,1)	7 (10,1)	0,95	0,88	0,30-2,57
КЭЭ в анамнезе, n (%)	2 (2,3)	1 (1,4)	0,83	1,58	0,14-17,82
Поражение легочной ткани, М±m, %	63,4±18,1	65,2±23,1	0,48	-	-
SpO ₂ М±m, %	87,3±4,8	88,4±5,1	0,33	-	-
ИВЛ, n (%)	36 (40,9)	28 (40,6)	0,90	1,01	0,53-1,92

Сокращения: ДИ — доверительный интервал, ИВЛ — искусственная вентиляция легких, ЛЖ — левый желудочек, КШ — коронарное шунтирование, КЭЭ — коронарная энтерэктомия, ОНМК — острое нарушение мозгового кровообращения, ОШ — отношение шансов, ПКА — подколенная артерия, СД — сахарный диабет, СН — сердечная недостаточность, ТИА — транзиторная ишемическая атака, ФВ — фракция выброса, ФК — функциональный класс, ХОБЛ — хроническая обструктивная болезнь легких, ХПН — хроническая почечная недостаточность, ЧКВ — чрескожное коронарное вмешательство, SpO₂ — парциальное давление кислорода в крови.

Таблица 2

Интраоперационные показатели

Показатель	Группа 1 Выделение ПКА по А. Н. Казанцеву	Группа 2 Выделение ПКА по стандартной технике	p	ОШ	95% ДИ
	n=88	n=69			
Травматизация подколенной вены с кровотечением при выделении ПКА, n (%)	0	5 (7,2)	0,01	0,06	0,003-1,22
Кровотечение из ПКА в результате разрыва турникета, n (%)	-	6 (8,7)	-	-	-
Длительность операции, мин	47,5±2,8	62,15±4,5	0,001	-	-
Время установки турникета(-ов), М±m, мин	-	3,24±0,8	-	-	-
Время хирургического доступа к ПКА, М±m, мин	4,5±1,3	11,41±0,9	0,005	-	-
Время от кожного разреза до пуска кровотока >40 мин, n (%)	0	27 (39,1)	<0,0001	0,008	0,0005-0,14
Фасциотомия, n (%)	88 (100)	69 (100)	-	-	-

Сокращения: ДИ — доверительный интервал, ОШ — отношение шансов, ПКА — подколенная артерия.

Результаты

Время хирургического доступа, а также общая длительность операции составили наименьшие показатели в группе выделения ПКА по А. Н. Казанцеву. При этом все интраоперационные кровотечения были зафиксированы во 2 группе в результате травматизации подколенной вены и/или кровотечения из ПКА после разрыва турникета (табл. 2).

Несмотря на то, что в послеоперационном периоде по частоте ретромбоза/тромбоза после ретромбэктомии/ампутации в сравнении абсолютных чисел

1 группа демонстрировала наименьшие показатели, статистической разницы при применении анализа хи-квадрат Пирсона с поправкой Йетса выявлено не было (табл. 3).

Однако следует отметить, что при сравнении кривых выживаемости, свободной от ретромбоза, в группе экспресс-доступа к ПКА по А. Н. Казанцеву выявлено статистически меньшее число данных событий ($p=0,03$). При этом в первые сутки после операции в 1 группе развилось 18% тромбозов, а во 2 группе — 39% (рис. 5).

Таблица 3

Госпитальные осложнения после вмешательств на артериях

Показатель	Группа 1 Выделение ПКА по А. Н. Казанцеву n=88	Группа 2 Выделение ПКА по стандартной технике n=69	p	ОШ	95% ДИ
Летальный исход, n (%)	49 (55,7)	60 (86,9)	<0,0001	0,18	0,08-0,42
ИМ, n (%)	0	0	-	-	-
ОНМК/ТИА, n (%)	0	0	-	-	-
Раневые осложнения, n (%)	0	0	-	-	-
Ретромбозы, потребовавшие незапланированную реваскуляризацию, n (%)	36 (40,9)	38 (55,07)	0,07	0,56	0,29-1,06
Тромбоз после ретромбэктомии, n (%)	32 (36,4)	35 (50,7)	0,07	0,55	0,29-1,05
Ампутация, n (%)	32 (36,4)	35 (50,7)	0,07	0,55	0,29-1,05

Сокращения: ДИ — доверительный интервал, ИМ — инфаркт миокарда, ОНМК — острое нарушение мозгового кровообращения, ОШ — отношение шансов, ПКА — подколенная артерия, ТИА — транзиторная ишемическая атака.

Количество летальных исходов было наибольшим в группе стандартной техники выделения ПКА (табл. 3). Во всех случаях причиной смерти стала системная полиорганная недостаточность на фоне прогрессирующей пневмонии (среди умерших больных процент поражения легочной ткани по данным МСКТ на момент поступления был $65,2 \pm 19,4$; по данным последнего контрольного МСКТ — $84,1 \pm 6,7$), отека легких, “цитокинового шторма”.

Обсуждение

Предложенный метод экспресс-выделения ПКА по А. Н. Казанцеву, с одной стороны, создает впечатление грубой, травмирующей манипуляции. Однако, с другой стороны, его объективным преимуществом является сокращение времени доступа к ПКА практически в три раза (табл. 2). Бесспорно, что в условиях хронической ишемии оперирующему хирургу во время выделения артерии важно манипулировать сосудистыми ножницами и пинцетом в виду отсутствия угрозы неизбежных осложнений, зависящих от фактора времени [8]. Однако в жизнеугрожающей ситуации предложенный нами метод оказывается более оправданным. Результаты представленного исследования показали, что экспресс-выделение ПКА по А. Н. Казанцеву не вызывает травматизации сосудисто-нервного пучка и не влияет на рост числа послеоперационных осложнений. Применение пальцев в качестве инструмента для доступа позволяет тупым способом разграничить ткани на два этажа так, что дном раны становятся мышцы задней поверхности бедра и жировая клетчатка. Верхний этаж в этой ситуации занимает ПКА, которую можно дифференцировать пальпаторно как эластичный цилиндрический тяж. Предложенный способ значительно сокращает время операции (табл. 2).

Дополнительным шагом, уменьшающим время операции, является отказ от применения турникетов — резиновых нитей/трубочек, позволяющих оста-

новить кровотечение из артерии путем их вытяжения. Для циркулярного проведения турникета вокруг ПКА требуется выделение ее латеральной стенки, которая часто граничит с одноименной веной. В ряде случаев, как показала наша работа ($n=5$), такая манипуляция сопровождается повреждением последней, что вызывает необходимость в дополнительных мерах по организации гемостаза. Еще одним аргументом в пользу отказа от использования турникетов является наличие различий в показателях интраоперационной кровопотери. Так, в 23 случаях после выполнения артериотомии возникала необходимость в переключении сосудистого зажима более проксимально. В этой ситуации после снятия последнего обычно производилось вытяжение ПКА турникетом, что не позволяло активизировать антеградный кровоток. Однако в 6 случаях турникет порвался, что сопровождалось кровопотерей. Среди же пациентов, у которых турникет не применялся, перед переключением сосудистого зажима артерия пережималась сосудистым пинцетом, что предотвращало пуск антеградного кровотока. Таким образом, применение турникетов при реализации вмешательства на подколенной артерии является фактором риска геморрагических осложнений, несмотря на всю абсурдность заявления, а отказ от него позволяет сократить время операции на $194,8 \pm 53,2$ сек.

Однако, несмотря на разницу в скоростных показателях, эффективность и безопасность стандартного доступа и доступа по А. Н. Казанцеву можно оценить только по частоте ретромбоза в послеоперационном периоде. Как отмечалось в других исследованиях, тромбоз на фоне COVID-19 чаще всего формируется в результате поражения вирусом сосудистой стенки, активации воспаления, пристеночного тромбоза с последующими событиями, манифестирующими в окклюзионный тромбоз [2-6]. Поэтому, в результате наличия заведомо “больного” эндотелия, вопреки всем мерам консервативного сопровождения

послеоперационного периода (антикоагулянтная терапия (1 тыс. ЕД гепарина в час внутривенно с помощью инфузомата под контролем активированного частичного тромбопластинового времени), дезагрегантная терапия (ацетилсалициловая кислота 125 мг 1 раз/сут.)), реализованным в нашем исследовании, более чем в трети случаев всей выборки в течение первых суток после операции развился повторный тромбоз (табл. 3). При этом эффективная ретромбэктомия с получением антеградного и ретроградного кровотока также чаще всего сопровождалась повторным тромбозом, выражающимся необратимой ишемией и ампутацией [9]. Несмотря на это, данное осложнение чаще всего было диагностировано в группе стандартного выделения ПКА, особенно часто, когда время от кожного разреза до пуска кровотока составляло >40 мин. Это можно объяснить экспоненциальной связью между длительностью ишемии и масштабом погибших тканей. Реваскуляризация в этих условиях будет сопровождаться гиперперфузионным синдромом с катастрофическими последствиями [10]. Эффект данного состояния в любых условиях независимо от вида доступа к ПКА может быть сопряжен с компартмент-синдромом [11]. Так, после пуска кровотока нарастающий отек тканей, окружающих сосудисто-нервный пучок голени, приведет к сдавлению последнего, что будет сопровождаться повторным тромбозом и ишемией конечности [11]. В нашем учреждении обязательным условием тромбэктомии из ПКА является выполнение фасциотомии с латеральной, медиальной и задней сторон голени. Таким образом, при отеке мышц фасциальный футляр не будет ограничивать парамускулярное пространство, что позволит профилактировать сдавление сосудов и риски, связанные с ним. Выполнение этой манипуляции позволяет добиться более уверенного эффекта реперфузии в госпитальном послеоперационном периоде [11].

Другим последствием гиперперфузионного синдрома является общесистемный процесс, схожий с краш-синдромом [10, 11]. На фоне провокации перекисного окисления мембран клеток, нарастания отека и усугубления ишемии, шлаки и эндотоксины, образовавшиеся в результате гибели тканей, попадают в общий кровоток, провоцируя прогрессирование системной полиорганной недостаточности, “цитокинового шторма”, с летальным исходом в дебюте процесса на фоне COVID-19 [10, 11]. В нашем исследовании длительность операции в 1 группе составила $47,5 \pm 2,8$ мин, а в группе стандартной техники — $62,15 \pm 4,5$ мин ($p=0,001$), что привело к снижению частоты ретромбозов и летальных осложнений после реализации экспресс-выделения ПКА по А. Н. Казанцеву.

Нужно отметить, что значимое сокращение времени операции при применении экспресс-выделения ПКА по А. Н. Казанцеву сопровождается и со-

ответственным уменьшением периода интраоперационной искусственной вентиляции легких (ИВЛ). У пациентов с вирусной пневмонией, на фоне течения COVID-19, отека легочной ткани, перевод на ИВЛ может сказаться на повышении рисков развития пневмоторакса, пневмомедиастинума, эмфиземы. В ряде случаев такое состояние может привести к развитию тромбоэмболии легочной артерии, что в условиях вирусной пневмонии будет сопровождаться вероятностью инфаркта легкого с летальным исходом [12, 13]. Таким образом, экспресс-выделение ПКА по А. Н. Казанцеву эффективно предотвращает эти состояния.

Нужно отметить, что успех экстренной операции зависит не только от скорости оперирующего хирурга, но также от событий между поступлением в приемное отделение и операционным столом. Благодаря круглосуточной работе сосудистых хирургов нашего учреждения, а также обязательному наличию у них навыков цветного дуплексного сканирования, среднее время от момента госпитализации до кожного разреза не превышает 40 мин ($38,5 \pm 5,5$ мин); исключено дополнительное перемещение пациента по лечебному учреждению для проведения диагностических обследований. Такая организация является одним из ключевых факторов оптимального исхода лечения.

Заключение

Применение экспресс-выделения ПКА по А. Н. Казанцеву значительно сокращает время операции тромбэктомии из ПКА в условиях COVID-19. Такой эффект достигается благодаря снижению частоты интраоперационных кровотечений, отсутствию необходимости применения турникетов и сосудистых инструментов (ножницы, пинцет) — манипуляций, более оправданных в плановой хирургии. Уменьшение периода ишемии при экспресс-выделении ПКА по А. Н. Казанцеву снижает частоту ретромбозов, а также летальных исходов, обусловленных прогрессированием системной полиорганной недостаточности на фоне гиперперфузионного синдрома и компартмент-синдрома. Сокращение времени операции при применении экспресс-выделения ПКА по А. Н. Казанцеву сокращает время вынужденной интраоперационной ИВЛ, что у пациентов с COVID-19 снижает риски пневмоторакса, пневмомедиастинума, эмфиземы, тромбоэмболии легочной артерии. Таким образом, экспресс-выделение ПКА по А. Н. Казанцеву может быть рекомендовано как метод выбора при выполнении тромбэктомии из ПКА в условиях течения COVID-19.

Отношения и деятельность: все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Литература/References

1. Linets YuP, Artyukhov SV, Kazantsev AN, et al. Thrombosis in the structure of surgical complications of COVID-19. *Emergency*. 2020;21(4):24-9. (In Russ.) Линец Ю.П., Артюхов С.В., Казанцев А.Н. и др. Тромбозы в структуре хирургических осложнений COVID-19. *Скорая медицинская помощь*. 2020;21(4):24-9. doi:10.24884/2072-6716-2020-21-4-24-29.
2. Zuin M, Rigatelli G, Zuliani G, et al. The risk of thrombosis after acute-COVID-19 infection. *QJM*. 2021;hcab054. doi:10.1093/qjmed/hcab054.
3. Baram A, Kakamad FH, Abdullah HM, et al. Large vessel thrombosis in patient with COVID-19, a case series. *Ann Med Surg (Lond)*. 2020;60:526-30. doi:10.1016/j.amsu.2020.11.030.
4. Iba T, Levy JH, Connors JM, et al. Managing thrombosis and cardiovascular complications of COVID-19: answering the questions in COVID-19-associated coagulopathy. *Expert Rev Respir Med*. 2021;1-9. doi:10.1080/17476348.2021.1899815.
5. Tan CW, Fan BE, Teo WZY, et al. Low incidence of venous thrombosis but high incidence of arterial thrombotic complications among critically ill COVID-19 patients in Singapore. *Thromb J*. 2021;19(1):14. doi:10.1186/s12959-021-00268-9.
6. Darif D, Hammi I, Kihel A, et al. The pro-inflammatory cytokines in COVID-19 pathogenesis: What goes wrong? *Microb Pathog*. 2021;153:104799. doi:10.1016/j.micpath.2021.104799.
7. Cui SN, Tan HY, Fan GC. Immunopathological Roles of Neutrophils in Virus Infection and COVID-19. *Shock*. 2021. doi:10.1097/SHK.0000000000001740.
8. Burkov NN, Kazantsev AN, Anufriev AI, et al. Results of femoral-popliteal reconstruction with a biological prosthesis "Kemangioprosthesis". *Cardiology and cardiovascular surgery*. 2020;13(1):29-35. (In Russ.) Бурков Н.Н., Казанцев А.Н., Ануфриев А.И. и др. Результаты бедренно-подколенной реконструкции биологическим протезом "Кемангиопротез". *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2020;13(1):29-35. doi:10.17116/kardio202013011129.
9. Arakelyan VS. Amputation as an expected consequence of peripheral artery disease and ways to improve the prognosis of limb preservation. *Angiology and vascular surgery*. 2021;27(1):182-90. (In Russ.) Аракелян В.С. Ампутация как ожидаемое последствие заболеваний периферических артерий и пути улучшения прогноза сохранения конечностей. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2021;27(1):182-90. doi:10.33529/ANGIO2021101.
10. Matveev DV, Kuznetsov MR, Matveev AD, et al. Reperfusion syndrome. modern state of the problem. *Angiology and Vascular Surgery*. 2020;26(4):176-83. (In Russ.) Матвеев Д.В., Кузнецов М.Р., Матвеев А.Д. и др. Реперфузионный синдром. современное состояние проблемы. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2020;26(4):176-83. doi:10.33529/ANGIO2020421.
11. Chernykh KP, Kazantsev AN, Andreychuk KA, et al. Dislocation of the knee joint complicated by thrombosis of the popliteal artery and acute ischemia of the III degree. *Cardiology and Cardiovascular Surgery*. 2020;13(5):463-7. (In Russ.) Черных К.П., Казанцев А.Н., Андрейчук К.А. и др. Вывих коленного сустава, осложненный тромбозом подколенной артерии и острой ишемией III степени. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2020;13(5):463-7. doi:10.17116/kardio202013051463.
12. Tarasov RS, Kazantsev AN, Kokov AN, et al. Three-year results of drug and surgical reperfusion treatment of patients with pulmonary embolism: outcomes, clinical status, pulmonary perfusion state. *Complex problems of cardiovascular diseases*. 2017;6(3):71-83. (In Russ.) Тарасов Р.С., Казанцев А.Н., Коков А.Н. и др. Трехлетние результаты медикаментозного и хирургического реперфузионного лечения пациентов, перенесших тромбоэмболию легочной артерии: исходы, клинический статус, состояние легочной перфузии. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2017;6(3):71-83.
13. Kazantsev AN, Tarasov RS, Zinets MG, et al. Successful surgical treatment of pulmonary embolism using embolectomy and coronary artery bypass grafting. *Cardiology in Belarus*. 2018;10(4):571-8. (In Russ.) Казанцев А.Н., Тарасов Р.С., Зинец М.Г. и др. Успешное хирургическое лечение тромбоэмболии легочной артерии при помощи эмболектomie и аортокоронарного шунтирования. *Кардиология в Беларуси*. 2018;10(4):571-8.