

# Ишемический инсульт и коронавирусная инфекция: анализ осложнений внутрисосудистой тромбэкстракции

А.И. Яковлев<sup>1</sup>, И.А. Вознюк<sup>2,3</sup>, Т.В. Харитоновна<sup>4</sup>, А.В. Савелло<sup>5</sup>,  
М.В. Прохорова<sup>2</sup>, С.В. Коломенцев<sup>3,5</sup>, Н.А. Цурикова<sup>6</sup>, М.А. Романова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи имени И.И. Джанелидзе, Санкт-Петербург, Россия;

<sup>2</sup>Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия;

<sup>3</sup>Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, Калининград, Россия;

<sup>4</sup>Национальное общество нейросонологии и церебральной гемодинамики, Санкт-Петербург, Россия;

<sup>5</sup>Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия;

<sup>6</sup>Областная детская клиническая больница, Ростов-на-Дону, Россия

## Аннотация

**Цель исследования:** сравнительный анализ осложнений внутрисосудистой тромбэкстракции (ВСТЭ) при ишемическом инсульте (ИИ) у пациентов при сочетании с COVID-19 и без него в условиях перепрофилирования стационаров под лечение COVID-19.

**Материалы и методы.** Проведён ретроспективный анализ 817 историй болезни пациентов с ИИ в возрасте 25–99 лет, проходивших лечение в региональных сосудистых центрах Санкт-Петербурга с 1 января по 31 декабря 2021 г., с подтверждённой тромботической окклюзией церебральных сосудов и последующим выполнением ВСТЭ.

**Результаты.** Количество процедур ВСТЭ в расчёте на 1 койку в группе неперепрофилированных стационаров значительно выше (1,6) по сравнению с группой перепрофилированных стационаров (0,49;  $p < 0,001$ ). При этом в неперепрофилированных стационарах зарегистрировано большее количество интраоперационных осложнений (12% против 7,1%;  $p = 0,03$ ), чем в перепрофилированных. Вероятность благоприятного функционального исхода была выше у пациентов молодого возраста, без сопутствующего COVID-19, с небольшим неврологическим дефицитом при поступлении и при отсутствии послеоперационных осложнений.

**Заключение.** COVID-19 представляет собой фактор, лимитирующий эффективность лечения ИИ у пациентов с выполненной ВСТЭ, и влияет на функциональные исходы данной когорты пациентов. Влияние пандемии COVID-19 на развитие интраоперационных осложнений ВСТЭ было опосредовано нарушением общей логистики пациентов с ИИ и неравномерным распределением нагрузки на хирургические бригады стационаров.

**Ключевые слова:** ишемический инсульт; внутрисосудистая тромбэкстракция; тромбоз церебральных артерий; новая коронавирусная инфекция; осложнения

**Этическое утверждение.** Исследование проводилось при добровольном информированном согласии пациентов. Протокол исследования одобрен этическим комитетом Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. акад. И.П. Павлова (протокол № 2 от 18.11.2022).

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешних источников финансирования при проведении исследования.

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

**Адрес для корреспонденции:** 192242, Россия, Санкт-Петербург, ул. Будапештская, д. 3. СПб НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе. E-mail: yakovlevai92@yandex.ru. Яковлев А.И.

**Для цитирования:** Яковлев А.И., Вознюк И.А., Харитоновна Т.В., Савелло А.В., Прохорова М.В., Коломенцев С.В., Цурикова Н.А., Романова М.А. Ишемический инсульт и коронавирусная инфекция: анализ осложнений внутрисосудистой тромбэкстракции. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. 2024;18(3):26–34.

DOI: <https://doi.org/10.17816/ACEN.1151>

Поступила 18.06.2024 / Принята в печать 29.07.2024 / Опубликовано 30.09.2024

# Ischemic Stroke and Coronavirus Infection: Complications of Endovascular Thrombectomy

Alexander I. Yakovlev<sup>1</sup>, Igor A. Voznjouk<sup>2,3</sup>, Tatiana V. Kharitonova<sup>4</sup>, Alexander V. Savello<sup>5</sup>,  
Mariia V. Prokhorova<sup>2</sup>, Sergey V. Kolomencev<sup>3,5</sup>, Nadezhda A. Tsurikova<sup>6</sup>, Margarita A. Romanova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Saint-Petersburg I.I. Dzhanlidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia;

<sup>2</sup>Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia;

<sup>3</sup>Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia;

<sup>4</sup>National Society of Neurosonology and Cerebral Hemodynamics, St. Petersburg, Russia;

<sup>5</sup>Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia;

<sup>6</sup>Regional Children's Clinical Hospital, Rostov-on-Don, Russia

## Abstract

The objective of our study was to compare complications of endovascular thrombectomy (EVT), in ischemic stroke (IS) patients admitted with or without COVID-19 to hospitals converted to deliver COVID-19-specific care.

**Materials and methods.** A retrospective analysis of 817 clinical cases of IS patients aged 25–99 years treated in regional vascular centers of Saint Petersburg from 1 January to 31 December 2021, with confirmed thrombotic occlusion of cerebral vessels and subsequent EVT intervention.

**Results.** The EVT number per bed was significantly higher (1.6) in the non-converted hospitals compared to the COVID-19-converted hospitals (0.49;  $p < 0.001$ ). At the same time, more intraoperative complications (12% vs. 7.1%;  $p = 0.03$ ) were reported in non-converted hospitals compared to COVID-19 converted hospitals. The likelihood of a favorable functional outcome was higher in younger patients with less severe neurological deficits on admission and without concomitant COVID-19 or post-operative complications.

**Conclusion.** COVID-19 is a limiting factor for the effectiveness of an IS treatment in patients who underwent EVT, affecting thereby functional outcomes in this cohort of patients. The impact of the COVID-19 pandemic on intra-operative EVT complication rate was associated with disrupted triage of IS patients and an uneven distribution of the workload among surgical teams in the city hospitals.

**Keywords:** ischemic stroke; endovascular thrombectomy; cerebral artery thrombosis; novel coronavirus infection; complications

**Ethics approval.** The study was conducted with the voluntary informed consent of the patients. The research protocol was approved by the Ethics Committee of the Pavlov First Saint Petersburg State Medical University (protocol No. 2, dated November 18, 2022).

**Source of funding.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Conflict of interest.** The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

**For correspondence:** 3 Budapeshtskaya str., St. Petersburg, 192242, Russia. Saint-Petersburg I.I. Dzhanlidze Research Institute of Emergency Medicine. E-mail: yakovlevai92@yandex.ru. Yakovlev A.I.

**For citation:** Yakovlev A.I., Voznjouk I.A., Kharitonova T.V., Savello A.V., Prokhorova M.V., Kolomencev S.V., Tsurikova N.A., Romanova M.A. Ischemic stroke and coronavirus infection: complications of endovascular thrombectomy. *Annals of Clinical and Experimental Neurology*. 2024;18(3):26–34.

DOI: <https://doi.org/10.17816/ACEN.1151>

Received 18.06.2024 / Accepted 29.07.2024 / Published 30.09.2024

## Введение

Внедрение эндоваскулярных методов значительно расширило возможности и сроки патогенетического лечения больных с острым ишемическим инсультом (ИИ), обусловленным окклюзией крупных церебральных артерий [1–3]. В региональных сосудистых центрах Санкт-Петербурга с 2014 по 2020 г. ежегодно увеличивалось число внутрисосудистых тромбэкстракций (ВСТЭ) при острых нарушениях мозгового кровообращения (ОНМК). Так, если в 2014 г. в Санкт-Петербурге было выполнено всего 8 ВСТЭ (при общем числе поступивших в региональные сосудистые центры с диагнозом ОНМК 19 340 па-

циентов), то в 2020 г. – уже 624 (при общем числе поступивших в региональные сосудистые центры с диагнозом ОНМК 17 832 пациента) [4]. Со времени построения сети сосудистых центров в Санкт-Петербурге уровень больницы летальности с 26% неуклонно снижался и в 2019 г. достиг 15,8%, а смертность от инсульта за последние 12 лет сократилась в 1,5 раза, что, вероятно, отчасти обусловлено увеличением доступности высокотехнологичной помощи<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Официальный сайт Комитета по здравоохранению Санкт-Петербурга. В Петербурге смертность от инсульта за последние 12 лет сократилась в полтора раза.  
URL: <http://zdrav.spb.ru/ru/news/1970> (дата обращения: 21.04.2024).

Пандемия COVID-19 привела к нарушению маршрутизации пациентов, что повлияло на практику выполнения медицинских процедур и манипуляций, особенно тех, при которых время имеет решающее значение [5]. В отношении пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями этот фактор привёл к усложнению алгоритмов диагностики, лечения и маршрутизации, что увеличило шансы неблагоприятного исхода [6–8]. Кроме того, с начала пандемии регистрировалось всё большее число случаев ОНМК у пациентов на фоне COVID-19, при этом инсульт мог быть первым клиническим проявлением этой инфекции, что дополнительно усложнило маршрутизацию ввиду необходимости экстренного скрининга на SARS-CoV-2. Большое количество данных свидетельствует о том, что инфицирование вирусом SARS-CoV-2 является фактором, как отягощающим течение ИИ, так и ухудшающим логику, что приводит к неблагоприятным функциональным исходам в данной группе пациентов [9–12]. Ухудшение исходов могло быть вызвано и влиянием на обращаемость за медицинской помощью – так, в одной из публикаций по итогам ретроспективного анализа ОНМК, связанных с тромбозом крупного сосуда, описан случай позднего вызова скорой медицинской помощи ввиду страха перед заражением SARS-CoV-2 [13, 14].

Мировой опыт показывает, что, даже несмотря на сложности в маршрутизации пациентов, необходимость соблюдения дополнительных протоколов взаимодействия служб, доля выполненных процедур ВСТЭ при ИИ во время пандемии могла сохраняться на довольно высоком уровне. Так, в ретроспективном обзоре лечения 126 пациентов с инсультом и COVID-19 в сосудистых центрах США, Канады и Ирана ВСТЭ выполнялась в 12,1% случаев (15 пациентов) [15], в обзоре лечения 202 пациентов той же категории с декабря 2019 г. по октябрь 2020 г. сообщается о выполнении ВСТЭ в 9,4% случаев (19 пациентов), что кажется довольно скромным, однако сочетание тромболитической терапии и ВСТЭ имело место в 23,3% случаев (47 пациентов), что в сумме составляет значительную долю в 30% (66 пациентов) [16]. По данным датского регистра [18], из 23 688 пациентов с инсультом в Дании за период с 01.01.2019 по 28.02.2021 перенесли ВСТЭ 552 пациента. В исследовании было выявлено снижение общего числа пациентов с ИИ, поступающих в течение 1-й недели после внедрения карантинных мероприятий, однако среднее количество интервенционных внутрисосудистых вмешательств оставалось постоянным на протяжении всего исследования [9, 17].

**Целью** данной работы был сравнительный анализ осложнений и исходов ВСТЭ при ИИ у пациентов при сочетании с COVID-19 и без него, проходивших лечение в региональных сосудистых центрах Санкт-Петербурга, часть из которых была перепрофилирована под лечение COVID-19.

## Материалы и методы

Проведён ретроспективный анализ 817 медицинских карт всех пациентов (365 мужчин и 452 женщины) в возрасте 25–99 лет, которым была выполнена ВСТЭ по поводу ИИ с 01.01.2021 по 31.12.2021 в 11 сосудистых центрах Санкт-Петербурга (Городская Покровская больница № 1,

Госпиталь для ветеранов войн, Городская Мариинская больница № 16, Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова, Городская Александровская больница № 17, Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова, Городская больница № 40, Городская многопрофильная больница № 2, СПб НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе, Городская больница № 26, Городская больница Святой преподобномученицы Елизаветы).

Критериями для включения в базу исследования были:

- диагноз ИИ, подтверждённый данными нейровизуализации (компьютерной томографии/магнитно-резонансной томографии – КТ/МРТ);
- наличие доказанной тромботической окклюзии проксимальных отделов артерий головного мозга с последующим выполненным оперативным вмешательством в виде ВСТЭ;
- отсутствие в комплексном лечении тромболитической терапии.

Критерии не включения:

- отсутствие выполненного теста полимеразной цепной реакции на вирус SARS-CoV-2;
- отсутствие показаний для ВСТЭ;
- невыполнение контрольной КТ через 24 ч после операции.

При заполнении формы электронной таблицы регистрировались демографические и клинические данные, характер поражения, ангиографический результат реперфузии, частота осложнений ВСТЭ, частота внутречерепных кровоизлияний, исходы лечения. Оперативные вмешательства выполнялись по рутинным клиническим показаниям<sup>2</sup>. Всем пациентам проводилось стандартное клинико-неврологическое обследование, а клинический диагноз ИИ устанавливали в соответствии с МКБ-10 и с учётом основных критериев TOAST. Степень выраженности неврологического дефицита оценивали с помощью шкалы инсульта Национальных институтов здоровья (National Institutes of Health Stroke Scale – NIHSS). Успешность хирургического вмешательства определяли после контрольной ангиографии, при этом удовлетворительным ангиографическим результатом считалось восстановление проходимости мозговой артерии до уровня 2b/3 по mTICI, неудовлетворительным – mTICI 0-2a. Оценку осложнений осуществляли по данным контрольных КТ согласно Гейдельбергской классификации геморрагических трансформаций [18]. Перечень изучаемых интраоперационных осложнений был сформирован на основе практики мультицентровых исследований [19].

Функциональный исход считался благоприятным при достижении по модифицированной шкале Рэнкина (mRs) 0–2 баллов, неблагоприятным – 3–5 баллов, летальному исходу соответствовали 6 баллов. Дополнительно оценивали летальность через 90 дней от дебюта ОНМК среди выписанных из стационара на основании

<sup>2</sup> Ишемический инсульт и транзиторная ишемическая атака у взрослых: национальные клинические рекомендации, 2021.  
URL: [https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/171\\_2](https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/171_2) (дата обращения 21.04.2024).

регистрации случаев смерти в региональной информационной системе здравоохранения Санкт-Петербурга. В случае внутригоспитального летального исхода изучали причины летального исхода на основе данных патолого-анатомических вскрытий.

Количественные данные были описаны с помощью медианы, нижнего (25%) и верхнего (75%) квартилей, категориальные (качественные) данные – в формате частот и процентных долей с вычислением 95% доверительного интервала для долей. Для всех числовых данных проводилось предварительное тестирование на нормальность распределения с помощью теста Шапиро–Уилка, а также теста на асимметрию и эксцесс с расчётом значения  $p$  при тестировании нулевой гипотезы о нормальном распределении переменной. В случае нормального распределения для статистического анализа непрерывных переменных применяли  $t$ -критерий Стьюдента для независимых выборок; при значительном отклонении от нормального распределения были использованы непараметрические тесты Вилкоксона, Манна–Уитни. Для анализа ассоциации между категориальными переменными использовали точный тест Фишера, тест  $\chi^2$  Пирсона. Для оценки ассоциации благоприятного исхода с клинически значимыми факторами был проведён многофакторный анализ методом бинарной логистической регрессии. Все приведённые значения  $p$  были основаны на двусторонних тестах значимости. Различия считали значимыми при  $p < 0,05$ . Все статистические вычисления были проведены в программном пакете R v. 4.3.1.

## Результаты

Схема перепрофилирования стационаров Санкт-Петербурга на время пандемии COVID-19 представлена в табл. 1. Маршрутизация пациентов с ОНМК в этот период осуществлялась с учётом наличия у них COVID-19. Так, в Санкт-Петербурге из 11 региональных сосудистых центров в нашем сравнительном анализе только 3 (СПб НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе, Городская больница № 26, Городская больница Святой преподобномученицы Елизаветы) не подверглись перепрофилированию, однако общее количество пациентов, которым была

выполнена ВСТЭ по поводу ИИ, в этих 3 стационарах оказалось бóльшим (479 против 338).

У пациентов обеих групп стационаров отсутствуют значимые различия по возрасту, полу, степени неврологического дефицита, 90-дневной летальности и функциональным исходам (табл. 2). В то же время между пациентами с наличием и отсутствием COVID-19 (вне зависимости от места лечения) по тем же параметрам выявлены статистически значимые различия (табл. 3). Так, NIHSS при поступлении и доля летальных исходов были выше в группе пациентов с COVID-19, в то время как функциональный исход у пациентов без COVID-19 был существенно более благоприятен (4 балла по mRS у пациентов с COVID-19 против 3 баллов у пациентов без COVID-19;  $p < 0,001$ ).

Данные об осложнениях, связанных с проведением ВСТЭ, в группах пациентов перепрофилированных и неперепрофилированных стационаров представлены в табл. 4. Выявляется тенденция к увеличению частоты эмболий новой территории в бассейне проводимого интервенционного лечения в группе пациентов, проходивших лечение в неперепрофилированных стационарах. Однако следует отметить, что в целом доля этих осложнений была невысокой, а в процессе статистического анализа коррекция на множественные сравнения не проводилась, в связи с чем нельзя исключить, что данное различие является случайным.

Статистически значимых различий по результатам контрольных КТ через 24 ч после выполненной ВСТЭ не выявлено (табл. 2). Обращает на себя внимание некоторая тенденция в увеличенной частоте внутримозговых гематом I-го типа как в группе пациентов, проходивших лечение в перепрофилированных стационарах, так и в группе пациентов с COVID-19 (табл. 3), однако ни в одной, ни в другой паре рассматриваемых групп данное различие не достигло уровня статистически значимого.

Отмечается тенденция к увеличению частоты перфорации артерии в группе пациентов с сопутствующим COVID-19 (табл. 3), однако крайне низкая частота его встречаемости

Таблица 1. Распределение пациентов по региональным сосудистым центрам с учётом изменённой логистики

Table 1. Distribution of patients to regional vascular centers based on an adjusted triage procedure

Параметр Parameter	Перепрофилированные стационары COVID-19 converted hospitals	Неперепрофилированные стационары Non-converted hospitals	$p$
Количество коек Beds, $n$	693	300	
Количество процедур ВСТЭ EVT interventions, $n$	338	479	
Количество процедур ВСТЭ в расчёте на 1 койку EVTs/bed, $n$	0,49	1,6	
Доля ВСТЭ от общего количества ИИ, % EVT proportion in total number of IS cases, %	4,1	5,3	< 0,001
Число пролеченных ИИ Treated IS cases, $n$	8165	8973	
Число пролеченных ИИ в пересчёте на 1 койку Treated IS cases/bed, $n$	11,7	29,9	

**Таблица 2. Сравнение основных клинических характеристик и исходов в группах пациентов с ИИ и выполненной ВСТЭ в перепрофилированных и неперепрофилированных стационарах**

**Table 2. Main clinical characteristics and outcomes in IS patients who underwent EVT in COVID-19-converted and non-converted hospitals**

Параметр Parameter	Перепрофилированный стационар COVID-19-converted hospitals (n = 338)	Неперепрофилированный стационар Non-converted hospitals (n = 479)	p
Возраст   Age	73 (63; 82)	74 (65; 83)	0,2
Мужской пол   Males	155 (46% [40%; 51%])	210 (44% [39%; 48%])	0,6
COVID-19	80 (24% [19%; 29%])	139 (29% [25%; 33%])	0,089
NIHSS при поступлении NIHSS score at admission	15 (10; 18)	16 (12; 19)	0,011
Доля внутривоспитальных летальных исходов In-hospital mortality	112 (33% [28%; 38%])	182 (38% [34%; 43%])	0,2
Доля летальных исходов на 90-й день от дебюта ИИ 90 days post-stroke mortality	108 (36% [30%; 41%])	167 (39% [35%; 44%])	0,3
<b>Интраоперационные осложнения   Intraoperative complications</b>			
эмболия новой территории в том же бассейне new emboli in the same territory	16 (4,7% [2,8%; 7,7%])	44 (9,2% [6,8%; 12,0%])	0,016
диссекция артерии arterial dissection	7 (2,1% [0,91%; 4,4%])	9 (1,9% [0,92%; 3,7%])	0,8
перфорация артерии arterial perforation	1 (0,3% [0,02%; 1,9%])	3 (0,6% [0,16%; 2,0%])	0,6
вазоспазм, потребовавший лечения vasospasm requiring treatment	4 (1,2% [0,38%; 3,2%])	5 (1,0% [0,38%; 2,6%])	> 0,9
эмболия в другом сосудистом бассейне emboli in a new territory	1 (0,3% [0,02%; 1,9%])	1 (0,2% [0,01%; 1,3%])	> 0,9
<b>Послеоперационные осложнения   Post-operative complications</b>			
геморрагический инфаркт 1-го типа hemorrhagic infarction type 1	6 (1,8% [0,72%; 4,0%])	14 (2,9% [0,72%; 4,0%])	0,3
геморрагический инфаркт 2-го типа hemorrhagic infarction type 2	28 (8,3% [5,7%; 12,0%])	34 (7,1% [5,0%; 9,9%])	0,5
паренхимальная гематома 1-го типа parenchymal hematoma type 1	23 (6,8% [4,5%; 10,0%])	19 (4,0% [2,5%; 6,2%])	0,072
паренхимальная гематома 2-го типа parenchymal hematoma type 2	26 (7,7% [5,2%; 11,0%])	25 (5,2% [3,5%; 7,7%])	0,2
внутрижелудочковое кровоизлияние intraventricular hemorrhage	1 (0,3% [0,02%; 1,90%])	2 (0,4% [0,07%; 1,7%])	> 0,9
субарахноидальное кровоизлияние subarachnoid hemorrhage	11 (3,3% [1,7%; 5,9%])	23 (4,8% [3,10%; 7,20%])	0,3
<b>Общая доля осложнений   Total complication rate</b>			
интраоперационные осложнения intraoperative complications	24 (7,1% [4,7%; 11,0%])	56 (12,0% [9,0%; 15,0%])	0,030
послеоперационные осложнения post-operative complications	83 (25,0% [20,0%; 30,0%])	92 (19,0% [16,0%; 23,0%])	0,066
интра- и послеоперационные осложнения intra- and post-operative complications	5 (2,3% [0,84%; 5,5%])	18 (3,0% [1,8%; 4,8%])	0,6
<b>Функциональный исход   Functional outcome</b>			
Параметр Parameter	Перепрофилированный стационар COVID-19 converted hospitals (n = 226)	Неперепрофилированный стационар Non-converted hospitals (n = 297)	p
Функциональный исход при выписке, mRS за вычетом внутривоспитальной летальности Functional outcome at discharge, mRS excluding in-hospital mortality	3 (2; 4)	3 (2; 4)	0,8

Таблица 3. Сравнение основных клинических характеристик и исходов в группах пациентов с ИИ и сопутствующим либо отсутствующим COVID-19

Table 3. Main clinical characteristics and outcomes in groups of IS patients with or without COVID-19

Параметр Parameter	Пациенты с COVID-19 COVID-19 patients (n = 219)	Пациенты без COVID-19 COVID-19-free patients (n = 598)	p
Возраст Age	75 (67; 84)	73 (63; 82)	0,023
Мужской пол Males	103 (47% [40%; 54%])	262 (44% [40%; 48%])	0,4
NIHSS при поступлении NIHSS score at admission	17 (13; 20)	15 (10; 18)	< 0,001
Доля внутрибольничных летальных исходов In-hospital mortality	114 (52% [45%; 59%])	180 (30%; [26%; 34%])	< 0,001
Доля летальных исходов на 90-й день от дебюта ИИ 90 days post-stroke mortality	98 (51% [44%; 59%])	177 (33% [29%; 37%])	< 0,001
<b>Интраоперационные осложнения   Intraoperative complications</b>			
эмболия новой территории в том же бассейне new emboli in the same territory	16 (7,3% [4,4%; 12%])	44 (7,4% [5,5%; 9,8%])	> 0,9
диссекция артерии arterial dissection	3 (1,4% [0,35%; 4,3%])	13 (2,2% [1,2%; 3,8%])	0,6
перфорация артерии arterial perforation	3 (1,4% [0,35%; 4,3%])	1 (0,2% [0,01%; 1,1%])	0,061
вазоспазм, потребовавший лечения vasospasm requiring treatment	2 (0,9% [0,16%; 3,6%])	7 (1,2% [0,51%; 2,5%])	> 0,9
эмболия в другом сосудистом бассейне emboli in a new territory	0 (0,0% [0,00%; 2,1%])	2 (0,3% [0,06%; 1,3%])	> 0,9
<b>Послеоперационные осложнения   Post-operative complications</b>			
геморрагический инфаркт 1-го типа hemorrhagic infarction type 1	4 (1,8% [0,59%; 4,9%])	16 (2,7% [1,6%; 4,4%])	0,5
геморрагический инфаркт 2-го типа hemorrhagic infarction type 2	19 (8,7% [5,4%; 13,0%])	43 (7,2% [5,3%; 9,7%])	0,5
паренхимальная гематома 1-го типа parenchymal hematoma type 1	16 (7,3% [4,4%; 12,0%])	26 (4,4% [2,9%; 6,4%])	0,091
паренхимальная гематома 2-го типа parenchymal hematoma type 2	14 (6,4% [3,7%; 11,0%])	37 (6,2% [4,5%; 8,5%])	> 0,9
внутрижелудочковое кровоизлияние intraventricular hemorrhage	0 (0,0% [0,00%; 2,1%])	3 (0,5% [0,13%; 1,6%])	0,6
субарахноидальное кровоизлияние subarachnoid hemorrhage	14 (6,4% [3,7%; 11,0%])	20 (3,4% [2,1%; 5,2%])	0,054
<b>Общая доля осложнений   Total complication rate</b>			
интраоперационные осложнения intraoperative complications	22 (10% [6,5%; 15,0%])	58 (9,7% [7,5%; 12,0%])	0,9
послеоперационные осложнения post-operative complications	53 (24,0% [19,0%; 31,0%])	122 (20,0% [17,0%; 24,0%])	0,2
интра- и послеоперационные осложнения intra- and post-operative complications	10 (3,0% [1,5%; 5,5%])	13 (2,7% [1,5%; 4,7%])	0,8
<b>Функциональный исход   Functional outcome</b>			
Параметр Parameter	Пациенты с COVID-19 COVID-19 patients (n = 105)	Пациенты без COVID-19 COVID-19-free patients (n = 418)	p
Функциональный исход при выписке, mRS за вычетом внутригоспитальной летальности Functional outcome at discharge, mRS excluding in-hospital mortality	4 (3; 5)	3 (2; 4)	< 0,001

**Таблица 4. Коэффициенты уравнения многофакторной логистической регрессии для оценки ассоциации благоприятного функционального исхода (0–2 по mRS) и клинически значимых переменных в исследуемой группе**

Table 4. Multiple correlation coefficients between the rates of favorable functional outcomes (mRS 0–2) and clinically significant variables in the study group

Параметр Parameter	Отношение шансов Odds ratio	95% доверительный интервал 95% CI	p
Возраст Age	0,97	0,96–0,98	< 0,001
Место лечения — неперепрофилированный стационар Treated in non-converted hospital	1,22	0,84–1,78	0,300
Отсутствие COVID-19 COVID-19-free patients	7,39	4,13–14,3	< 0,001
Тяжесть неврологического дефицита (NIHSS) при поступлении NIHSS score at admission	0,89	0,86–0,92	< 0,001
Отсутствие интраоперационных осложнений Absence of intraoperative complications	1,08	0,58–2,07	0,800
Отсутствие послеоперационных осложнений Absence of postoperative complications	2,20	1,31–3,84	0,004

не позволила оценить статистическую значимость данного межгруппового различия. Доля субарахноидальных кровоизлияний в группе пациентов с сопутствующим COVID-19 также имеет тенденцию к увеличению, однако межгрупповое различие не достигло статистической значимости, как и в случае с перфорациями артерии.

Суммарно нами выявлено статистически значимое увеличение интраоперационных осложнений в группе пациентов, проходивших лечение в неперепрофилированных стационарах (табл. 2).

Анализ факторов, ассоциированных с благоприятным функциональным исходом, показал отсутствие значимого влияния таких параметров, как место лечения и наличие интраоперационных осложнений (табл. 4). Таким образом, к факторам, ассоциированным с благоприятным функциональным исходом, можно отнести более молодой возраст, отсутствие COVID-19, более лёгкий неврологический дефицит при поступлении и отсутствие послеоперационных осложнений.

## Обсуждение

Нами исследована репрезентативная для периода развёрнутой пандемии COVID-19 популяция – сплошная выборка пациентов с ИИ, получавших ВСТЭ в сосудистых центрах мегаполиса в течение 2021 г. Выявлено, что наличие сопутствующего COVID-19 не оказало значимого влияния на вероятность интраоперационных либо послеоперационных осложнений ВСТЭ. Однако при сравнении групп пациентов, проходивших лечение в перепрофилированных и неперепрофилированных стационарах, наблюдалось статистически значимое увеличение общей доли интраоперационных осложнений у пациентов неперепрофилированных стационаров.

Одной из причин данного феномена может быть влияние организационных факторов, ограничивающих успех применения специализированной технологии, таких как

неоптимальная догоспитальная и внутригоспитальная логистика. В расчёте на 1 койку в неперепрофилированных стационарах было пролечено в 3 раза больше пациентов с ИИ и было выполнено во столько же раз большее количество ВСТЭ по сравнению с нагрузкой на койку перепрофилированных стационаров. Вероятно, увеличение потока поступающих пациентов при неизменном количестве специалистов в штатном расписании привело к существенному увеличению нагрузки на персонал, в особенности на хирургические бригады, что повлияло на частоту развития интраоперационных осложнений.

Неблагоприятное влияние организационных сложностей соответствует общемировой тенденции; так, о менее благоприятных исходах ОНМК у пациентов, проходивших лечение во время пандемии COVID-19, сообщается в большинстве когортных исследований [20, 21].

Отдельно стоит отметить, что данное исследование не несло цели изучения эффективности ВСТЭ по сравнению с иными методами лечения, поскольку в данном анализе отсутствуют данные о пациентах без выполненных оперативных вмешательств по поводу ИИ. Обращает на себя внимание факт отсутствия значимого различия доли пациентов с выявленным COVID-19 как в перепрофилированных, так и в неперепрофилированных стационарах. Таким образом, факт наличия COVID-19 и место лечения не могли прямо повлиять на решение об оперативной тактике лечения

У пациентов с ИИ и сопутствующим COVID-19 не получено данных о статистически значимом увеличении количества как интраоперационных, так и послеоперационных осложнений, несмотря на назначение (согласно протоколам ведения COVID-19) специфической антикоагулянтной профилактической терапии.

Тем не менее, по данным многофакторного анализа, сопутствующий COVID-19 оказался предиктором неблагоприятного исхода, независимо от возраста пациента, тяжести инсульта и наличия осложнений, связанных

с хирургическим лечением. При этом профиль госпитализации (перепрофилированный либо неперепрофилированный стационар) не оказал влияния на исход заболевания. Это наблюдение подтверждает, что COVID-19 ухудшает исход ОНМК не только за счёт непрямого влияния на организацию медицинской помощи и логистику, но и непосредственно утяжеляя течение заболевания.

**Ограничения исследования.** Проведённое исследование основано на ретроспективном анализе медицинской документации, является наблюдательным и не учитывает результаты лечения пациентов, которым ВСТЭ не была выполнена вследствие крайней тяжести респираторного синдрома или полиорганной патологии, осложнявших течение COVID-19. Также известно, что COVID-19 может способствовать увеличению суммарного балла по шкале NIHSS [22], поэтому нельзя исключить, что у части пациентов с COVID-19 превышение максимально допустимого балла NIHSS привело к отмене ВСТЭ, в то время как пациенты с эквивалентным объёмом поражения головного мозга, но без COVID-19, были прооперированы и, таким образом, повреждение мозга у пациентов без COVID-19 было исходно обширнее. В анализе результа-

тов также не учитывались случаи снижения доступности ВСТЭ, обусловленные организационными проблемами, в том числе практическими трудностями и потерями времени при выполнении межстационарных переводов.

## Заклучение

У пациентов, которым проводилась ВСТЭ в региональных сосудистых центрах Санкт-Петербурга в 2021 г., наличие сопутствующего COVID-19 не повлияло на частоту осложнений при выполнении интервенционного лечения пациентам в остром периоде ИИ. Тем не менее пандемия COVID-19 оказала непрямым отрицательное воздействие на течение ОНМК после ВСТЭ за счёт нарушения логистики, неравномерного распределения пациентов по отношению к коечной мощности, затруднения маршрутизации и, как следствие, роста нагрузки на медицинский персонал (в особенности хирургических бригад). Данный фактор может способствовать увеличению доли интраоперационных осложнений в группе стационаров с большим числом поступивших пациентов на меньшее число коек (в нашем исследовании – на группу неперепрофилированных стационаров).

## Список источников / References

1. Савелло А.В., Свистов Д.В., Сорокоумов В.А. Внутрисосудистые методы лечения ишемического инсульта: современное состояние и перспективы. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2025;7(4):42–49.
2. Savello A.V., Svistov D.V., Sorokoumov D.A. Endovascular treatments for ischemic stroke: Present status and prospects. *Neurologiya, neiropsikhiatriya, psikhosomatika*. 2025;7(4):42–49. DOI: 10.14412/2074-2711-2015-4-42-49
3. Jolugbo P., Ariens R.A.S. Thrombus composition and efficacy of thrombolysis and thrombectomy in acute ischemic stroke. *Stroke*. 2021;52(3):1131–1142. DOI: 10.1161/STROKEAHA.120.032810
4. Sarraj A., Savitz S., Pujara D. et al. Endovascular thrombectomy for acute ischemic strokes: current US access paradigms and optimization methodology. *Stroke*. 2020;51(4):1207–1217. DOI: 10.1161/STROKEAHA.120.028850
5. Савелло А.В., Вознюк И.А., Свистов Д.В. и др. Результаты лечения ишемического инсульта с применением внутрисосудистой тромбозмоблектомии в условиях региональных сосудистых центров в мегаполисе (Санкт-Петербург). *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски*. 2018;118(12-2):54–63.
6. Savello A.V., Vozniuk I.A., Svistov D.V. et al. Outcomes of endovascular thrombectomy for acute stroke in regional vascular centers of a metropolis (St.-Petersburg). *Zhurnal Neurologii i Psikiatrii imeni S.S. Korsakova*. 2018;118(12-2):54–63. DOI: 10.17116/jnevro201811812254
7. Gao Y., Chen Y., Liu M. et al. Nervous system diseases are associated with the severity and mortality of patients with COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Epidemiol. Infect.* 2021;149:e66. DOI: 10.1017/S0950268821000376
8. Zureigat H., Alhusban M., Cobia M. Mechanical thrombectomy outcomes in COVID-19 patients with acute ischemic stroke: a narrative review. *Neurologist*. 2021;26(6):261–267. DOI: 10.1097/NRL.0000000000000360
9. Янишевский С.Н. Изменения процесса оказания помощи пациентам с инсультом в условиях эпидемии COVID-19. *Артериальная гипертензия*. 2020;26(3):263–269.
10. Yanishevskii S.N. Healthcare for stroke patients in COVID-19 pandemic. *Arterial Hypertension*. 2020;26(3):263–269. DOI: 10.18705/1607-419X-2020-26-3-263-269
11. Papanagiotou P., Parrilla G., Pettigrew L.C. Thrombectomy for treatment of acute stroke in the COVID-19 pandemic. *Cerebrovasc. Dis.* 2021;50(1):20–25. DOI: 10.1159/000511729
12. Morassi M., Bagatto D., Cobelli M. et al. Stroke in patients with SARS-CoV-2 infection: case series. *J. Neurol.* 2020;267(8):2185–2192. DOI: 10.1007/s00415-020-09885-2
13. Tang X., Zheng F. A review of ischemic stroke in COVID-19: currently known pathophysiological mechanisms. *Neurol. Sci.* 2022;43(1):67–79. DOI: 10.1007/s10072-021-05679-0
14. Luo W., Liu X., Bao K., Huang C. Ischemic stroke associated with COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *J. Neurol.* 2022;269(4):1731–1740. DOI: 10.1007/s00415-021-10837-7
15. Oxley T.J., Mocco J., Majidi S. et al. Large-vessel stroke as a presenting feature of COVID-19 in the young. *N. Engl. J. Med.* 2020;382(20):e60. DOI: 10.1056/NEJMc2009787
16. Qureshi A.I., Abd-Allah F., Al-Senani F. et al. Management of acute ischemic stroke in patients with COVID-19 infection: insights from an international panel. *Am. J. Emerg. Med.* 2020;38(7):1548.e5–1548.e7. DOI: 10.1016/j.ajem.2020.05.018
17. Finsterer J., Scorza F.A., Scorza C.A., Fiorini A.C. Ischemic stroke in 455 COVID-19 patients. *Clinics (Sao Paulo)*. 2022;77:100012. DOI: 10.1016/j.clinsp.2022.100012
18. Fridman S., Bres Bullrich M., Jimenez-Ruiz A. et al. Stroke risk, phenotypes, and death in COVID-19: systematic review and newly reported cases. *Neurology*. 2020;95(24):e3373–e3385. DOI: 10.1212/WNL.00000000000010851
19. Castro-Varela A., Martinez-Magallanes D.M., Reyes-Chavez M.F. et al. Risk factors, clinical presentation, therapeutic trends, and outcomes in arterial thrombosis complicating unvaccinated COVID-19 patients: a systematic review. *Angiology*. 2024;75(7):625–634. DOI: 10.1177/00033197231167055
20. Drenck N., Grundtvig J., Christensen T. et al. Stroke admissions and revascularization treatments in Denmark during COVID-19. *Acta Neurol. Scand.* 2022;145(2):160–170. DOI: 10.1111/ane.13535
21. von Kummer R., Broderick J.P., Campbell B.C. et al. The Heidelberg Bleeding Classification: classification of bleeding events after ischemic stroke and reperfusion therapy. *Stroke*. 2015;46(10):2981–2986. DOI: 10.1161/STROKEAHA.115.010049
22. Akins P.T., Amar A.P., Pakbaz R.S. et al. Complications of endovascular treatment for acute stroke in the SWIFT trial with solitaire and Merci devices. *Am. J. Neuroradiol.* 2014;35(3):524–528. DOI: 10.3174/ajnr.A3707
23. Tang X., Zheng F. A review of ischemic stroke in COVID-19: currently known pathophysiological mechanisms. *Neur. Sci.* 2022;43(1):67–79. DOI: 10.1007/s10072-021-05679-0
24. Siegler J.E., Abdalkader M., Michel P., Nguyen T.N. Therapeutic trends of cerebrovascular disease during the COVID-19 pandemic and future perspectives. *J. Stroke*. 2022;24(2):179–188. DOI: 10.5853/jos.2022.0084
25. Martí-Fàbregas J., Guisado-Alonso D., Delgado-Mederos R. et al. Impact of COVID-19 infection on the outcome of patients with ischemic stroke. *Stroke*. 2021;52(12):3908–3917. DOI: 10.1161/STROKEAHA.121.034883

## Информация об авторах

*Яковлев Александр Игоревич* – невролог Регионального сосудистого центра для больных с острым нарушением мозгового кровообращения Санкт-Петербургского НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе, Санкт-Петербург, Россия, <https://orcid.org/0000-0001-7648-4388>

*Вознюк Игорь Алексеевич* – д-р мед. наук, профессор каф. неврологии, зам. главного врача клиники по неврологии Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. акад. И.П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия; профессор каф. психиатрии и нейронаук Балтийского центра нейротехнологий и искусственного интеллекта Балтийского федерального университета им. И. Канта, Калининград, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-0340-4110>

*Харитонова Татьяна Витальевна* – канд. мед. наук, секретарь правления ассоциации Национального общества нейросонологии и церебральной гемодинамики, Санкт-Петербург, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-4021-9421>

*Савелло Александр Викторович* – д-р мед. наук, профессор, зам. начальника каф. нейрохирургии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-1680-6119>

*Прохорова Мария Викторовна* – невролог отд. неврологии для больных с острым нарушением мозгового кровообращения клиники Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. акад. И.П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-3412-0038>

*Коломенцев Сергей Витальевич* – канд. мед. наук, с. н. с., начальник неврологического отд. клиники нервных болезней Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия; с. н. с. Балтийского центра нейротехнологий и искусственного интеллекта Балтийского федерального университета им. И. Канта, Калининград, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-3756-6214>

*Цурикова Надежда Анатольевна* – канд. мед. наук, врач-педиатр неврологического отд. Областной детской клинической больницы, Ростов-на-Дону, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-3946-430X>

*Романова Маргарита Александровна* – невролог Регионального сосудистого центра для больных с острым нарушением мозгового кровообращения Санкт-Петербургского НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе, Санкт-Петербург, Россия, <https://orcid.org/0009-0009-8850-1670>

**Вклад авторов:** *Яковлев А.И.* – сбор и первичный анализ полученных данных, написание статьи; *Вознюк И.А., Коломенцев С.В., Савелло А.В.* – общее руководство, редактирование текста; *Харитонова Т.В., Цурикова Н.А., Прохорова М.В., Романова М.А.* – анализ и статистическая обработка полученных данных. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

## Information about the authors

*Alexander I. Yakovlev* – neurologist, Regional Vascular Center for Patients with Acute Cerebrovascular Accident, Saint-Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-7648-4388>

*Igor A. Voznjouk* – Dr. Sci. (Med.), Professor, Neurology department, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia; Professor, Department of psychiatry and neurosciences, Baltic center for neurotechnologies and artificial intelligence, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-0340-4110>

*Tatiana V. Kharitonova* – Cand. Sci. (Med.), secretary, Board of the Association, National Society of Neurosonology and Cerebral Hemodynamics, St. Petersburg, Russia, <https://orcid.org/0000-0003-4021-9421>

*Alexander V. Savello* – Dr. Sci. (Med.), Professor, Deputy Head, Department of neurosurgery, Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-1680-6119>

*Mariia V. Prokhorova* – neurologist, Department of neurology for patients with acute cerebrovascular accident, Clinic, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia, <https://orcid.org/0000-0003-3412-0038>

*Sergey V. Kolomencev* – Cand. Sci. (Med.), senior researcher, Head, Neurological department, Clinic of Nervous Diseases, S.M. Kirov Military Medical Academy, St. Petersburg, Russia; senior research associate, Baltic Center for Neurotechnologies and Artificial Intelligence, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-3756-6214>

*Nadezhda A. Tsurikova* – Cand. Sci. (Med.), Neurological department, Regional Children's Clinical Hospital, Rostov-on-Don, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-3946-430X>

*Margarita A. Romanova* – neurologist, Regional Vascular Center for Patients with Acute Cerebrovascular Accident, Saint-Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, Saint-Petersburg, St. Petersburg, Russia, <https://orcid.org/0009-0009-8850-1670>

**Author contribution:** *Yakovlev A.I.* – collection and primary analysis of the received data, writing of the manuscript text; *Voznjouk I.A., Kolomencev S.V., Savello A.V.* – general guidance, editing of the manuscript text; *Kharitonova T.V., Tsurikova N.A., Prokhorova M.V., Romanova M.A.* – analysis and statistical processing of the received data. All the authors made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication.