

## АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ КОМБИНИРОВАННОГО МЕТОДА УДАЛЕНИЯ ОККЛЮЗИРУЮЩЕГО СУБСТРАТА ПРИ ИШЕМИЧЕСКОМ ИНСУЛЬТЕ ПОСЛЕ БЕЗУСПЕШНОЙ СТАНДАРТНОЙ ТРОМБЭКТОМИИ

\*Р.Л. Логвиненко – [ORCID: 0000-0003-3205-2019]

врач по РЭДил<sup>1</sup>

Л.С. Коков – [ORCID: 0000-0002-3167-3692]

д.м.н., профессор, академик РАН, заведующий кафедрой<sup>2</sup>, руководитель научного отдела неотложной кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии<sup>3</sup>

Ал.В. Араблинский – [ORCID: 0000-0002-2117-5016]

д.м.н., заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения<sup>4</sup>, профессор кафедры терапии и подростковой медицины<sup>5</sup>

Г. Барталь – [ORCID: 0000-0001-9092-6728]

интервенционный радиолог<sup>6</sup>

М.С. Капранов – [ORCID: 0000-0002-2382-8682]

врач по РЭДил, научный сотрудник<sup>7,8</sup>

М.В. Струценко – [ORCID: 0000-0002-4608-302X]

к.м.н., заведующий отделением РХМДил<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ГБУЗ Городская клиническая больница имени В.В. Вересаева ДЗМ

125284 Российская Федерация, г. Москва, ул. Лобненская, 10

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «МГМСУ им. А.И. Евдокимова» МЗ РФ

Кафедра эндоваскулярной и сосудистой хирургии

127473 Российская Федерация, г. Москва, ул. Делегатская, 29 стр. 1

<sup>3</sup>ГБУЗ Научно-исследовательский институт скорой помощи имени Н.В. Склифосовского ДЗМ

129090 Российская Федерация, г. Москва, Б. Сухаревская пл., 3

<sup>4</sup>ГБУЗ Городская клиническая больница имени С.П. Боткина ДЗМ

125284 Российская Федерация, г. Москва, 2-й Боткинский проезд, 5

<sup>5</sup>ФГБОУ ДПО Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования МЗ РФ

125993 Российская Федерация, г. Москва, ул. Баррикадная, 2/1 стр. 1

<sup>6</sup>Медицинский центр Меир

4428164 Израиль, Тель-Авив, Кфар-Саба, ул. Черниковский, 59

<sup>7</sup>ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского»

129110 Российская Федерация, г. Москва, ул. Щеткина, 61/2

<sup>8</sup>ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», НИУ «БелГУ»

308015 Российская Федерация, г. Белгород, ул. Победы, 85

### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

- острый ишемический инсульт
- стент-ретривер
- комбинированная тромбэктомия

### АННОТАЦИЯ:

В статье представлен ретроспективный анализ опыта применения модифицированного способа удаления окклюзирующего тромба из крупного сосуда головного мозга в острой фазе ишемического инсульта при безуспешности стандартной тромбэктомии.

**Цель:** изучить эффективность и преимущества техники тромбэктомии из внутричерепных артерий у пациентов с острым ишемическим инсультом, сочетающей стент-ретривер с реперфузионным катетером по сравнению со стандартной тромбэкстракцией стент-ретривером.

**Материал и методы:** проанализированы истории болезни 54 пациентов, перенесших эндоваскулярную реканализацию интракраниальной окклюзии крупных артерий при остром ишемическом инсульте. Пациенты разделены на две сопоставимые группы в зависимости от метода удаления окклюзирующего субстрата. Первым этапом в обеих группах выполняли стандартную тромбэктомию стент-ретривером с применением баллонного катетера. У 27 пациентов (1-я группа) с безуспешной первой попыткой стандартной тромбэктомии, выполнено комбинированное удаление окклюзирующего субстрата стент-ретривером с аспирацией в реперфузионный катетер. Когда вывести ретривер без риска фрагментации и дистальной эмболии было невозможно, выполняли одновременное удаление заблокированного стент-ретривера с окклюзирующим субстратом и реперфузионного катетера через баллонный катетер с аспирацией из него. Еще у 27 пациентов (2-я группа) после безуспешной первой попытки стандартной тромбэктомии стент-ретривером операцию повторяли прежним способом.

**Результаты:** относительный риск эмболических осложнений составил 2,249 95% доверительный интервал (1,126–4,492); частота реперфузии mTICI 3 100% против 74,07% была выше в первой группе. Остальные результаты не различались.

**Заключение:** использование комбинации стент-ретривера с дистальной аспирацией и одномоментным переходом на вакуум-блокированную экстракцию после неудачной стандартной тромбэктомии увеличивает эффективность полной реперфузии на 25%. Её применение в 1,8 раза безопаснее стандартной тромбэктомии в отношении эмболических осложнений.

**Для цитирования.** Логвиненко Р.Л., Коков Л.С., Араблинский Ал.В., Барталь Г., Капранов М.С., Струценко М.В. «АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ КОМБИНИРОВАННОГО МЕТОДА УДАЛЕНИЯ ОККЛЮЗИРУЮЩЕГО СУБСТРАТА ПРИ ИШЕМИЧЕСКОМ ИНСУЛЬТЕ ПОСЛЕ БЕЗУСПЕШНОЙ СТАНДАРТНОЙ ТРОМБЭКТОМИИ». Ж. ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ И ИНТЕРВЕНЦИОННАЯ РАДИОЛОГИЯ. 2022, 16(2): 14–23.

# RESULTS ANALYSIS OF OCCLUSIVE SUBSTRATE ELIMINATION COMBINED METHOD IN ISCHEMIC STROKE AFTER UNSUCCESSFUL STANDARD THROMBECTOMY

\*Logvinenko R.L. – [ORCID: 0000-0003-3205-2019]  
MD<sup>1</sup>

Kokov L.S. – [ORCID: 0000-0002-3167-3692]  
MD, PhD, professor, academician of RAS<sup>2,3</sup>

Arablinskiy A.V. – [ORCID: 0000-0002-2117-5016]  
MD, PhD, professor<sup>4,5</sup>

Bartal G. – [ORCID: 0000-0001-9092-6728]  
MD<sup>6</sup>

Kapranov M.S. – [ORCID: 0000-0002-2382-8682]  
MD, researcher<sup>7,8</sup>

Strutsenko M.V. – [ORCID: 0000-0002-4608-302X]  
MD, PhD<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Veresav City Clinical Hospital

10, Lobnenskaya str., Moscow, Russian Federation, 125284

<sup>2</sup>Moscow State Medical University of Medicine and Dentistry named after A.I. Evdokimov» Ministry of Healthcare of Russia

Chair of endovascular and angioplasty

29 structure 1, Delegatskaya str., Moscow, Russian Federation, 127473

<sup>3</sup>N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine

3, Sukharevskaya sq., Moscow, Russian Federation, 129090

<sup>4</sup>City Hospital named after Botkin S.P.

5, 2nd Botkinski passage, Moscow, Russian Federation, 125284

<sup>5</sup>Russian medical Academy of continuing professional education of the Ministry of Health of the Russian Federation

2/1 structure 1, Barrikadnaya str., Moscow, Russian Federation, 125993

<sup>6</sup>Meir Medical Center

59, Tchernichovskiy str., Kefar Sava, Tel Aviv, Israel, 4428164

<sup>7</sup>Moscow Regional Scientific Research Clinical Institute n.a. M.F. Vladimirovskiy (MONIKI)

61/2 structure 1, Shchepkina str., Moscow, Russian Federation, 129110

<sup>8</sup>Belgorod National Research University

85, Pobedy str., Belgorod, Russian Federation, 308015

## KEY-WORDS:

- acute ischemic stroke
- stent-retriever
- combined thrombectomy

## ABSTRACT:

Article presents a retrospective analysis of using the modified way experience in removing the occlusive substrate from cerebral vessels in the ischemic stroke acute phase after failed standard thrombectomy.

**Aim:** to study the efficacy and advantages of thrombectomy technique from intracranial arteries in patients with acute ischemic stroke combining a stent-retriever with reperfusion catheter in comparison with the standard stent retriever thromboextraction.

**Methods:** we analyzed 54 hospital charts of patients who had underwent endovascular recanalization of intracranial large vessel occlusion in acute ischemic stroke. Patients were divided into two equal groups, depending on thrombus removal method. Standard stent-retriever thrombectomy with a balloon guide-catheter was performed as the first stage in both groups. In 27 cases (1st group), after standard stent-retriever technique failed, we carried out combination of retriever extraction with distal aspiration and a guiding balloon-catheter. If we couldn't safely insert stent-retriever into catheter of distal approach (during thrombectomy), we switched to vacuum aspiration from guiding balloon-catheter (vacuum-blocked) and removed stent-retriever, microcatheter and distal approach catheter simultaneously without reducing tension. In 27 patients (2nd group) after standard thrombectomy failed we repeated this technique several times.

**Results:** embolic complications relative risk was 2,249, 95% CI (1,126 - 4,492) and reperfusion mTICI 3 100% versus 74,07% rate was higher in the first group, in comparison with the second group. Other complications and hospital outcomes of disease did not differ between groups.

**Conclusion:** a stent retriever combined with distal aspiration and a simultaneous transition to vacuum-blocked extraction using after an unsuccessful standard thrombectomy increases the efficiency of complete reperfusion by 25%. Its use is 1,8 times safer than standard thrombectomy in terms of embolic complications.

## Введение

Острый ишемический инсульт (ОИИ) - одна из ведущих причин смертности и инвалидности [1]. Реперфузионная терапия ОИИ посредством внутривенного введения рекомбинантного тканевого активатора плазминогена может быть неэффективной при большей доле

окклюзий крупных артерий головного мозга. Эндovasкулярные способы тромбэктомии стали эффективным миниинвазивным методом восстановления кровоснабжения головного мозга. [2]. Но, при этом, удлинение времени до его ревазуляризации ухудшает прогноз

симптоматических кровоизлияний [3]. Прогресс в сокращении этого периода наметился после установления статуса стент-ретривера, как устройства первого выбора для удаления тромба с рекомендацией I A [2,3]. Однако среди специалистов имеется неудовлетворенность стандартным методом тромбэктомии, а также методом прямой аспирации тромба [4].

Проблемой в лечении ОИИ остается дистальная эмболия [5,6]. В соответствии с руководством по раннему лечению ОИИ длительностью менее 6 часов у пациентов с окклюзией крупной артерии в каротидном бассейне изолированное применение устройства, предназначенного для контактной аспирации, имеет более низкий класс доказательности (IIb B-R) [2]. Совершенствование эндоваскулярного пособия направлено на улучшение защиты головного мозга от интраоперационных эмболических осложнений и увеличения доли полноценного восстановления кровотока за один пассаж. Исследование Lee D.H. и соавт., было единственным, показавшим статистическую разницу в превосходстве защиты от эмболизации во время тромбэктомии стент-ретривером с баллонным проводниковым катетером по сравнению с простым направляющим катетером - 6,8% против 31,8% ( $p < 0,001$ ) [7]. Значительную роль в этом может играть уменьшение фрагментации тромба во время тромбэктомии за счет перенаправления кровотока аспирацией (проксимальной) из баллонного проводникового катетера, или комбинированное использование стент-ретривера и реперфузионного катетера большого диаметра для дистального доступа и одновременной аспирации (дистальной) (рекомендация IIa C-LD) [2,6-13]. Эмболизация на новую территорию в исследовании комбинированных методик тромбэктомии PROTECT plus vs. PROTECT составила 0% против 3,5% ( $p < 0,4$ ), а в исследовании PROTECT vs. Solumbra - 2,9% против 1,9% ( $p < 0,9$ ) [6,9].

Эффективность временной окклюзии на уровне проводникового катетера в снижении дистальной эмболии при тромбэктомии стент-ретривером была доказана по сравнению с без баллонным проводниковым катетером [7]. Но еще никто при использовании баллонного проводникового катетера не продемонстрировал превосходства методов комбинирующих стент-ретривер и реперфузионный катетер дистального доступа над стандартной тромбэктомией стент-ретривером. В соответствии с этическими нормами надлежущей клинической практики и руководящими принципами, многие специалисты применяют метод лечения, имеющий наивысший класс доказательности. Но необходимо ответить на вопрос: что делать в случае неудачи стандартной тромбэктомии и что безопаснее? Продолжать попытки удаления окклюдированного субстрата стандартным методом или перейти к комбинированному способу?

**Цель** - изучить эффективность и преимущества техни-

ки тромбэктомии из внутрисерепных артерий у пациентов с острым ишемическим инсультом, сочетающей стент-ретривер с реперфузионным катетером по сравнению со стандартной тромбэкстракцией стент-ретривером.

## Материалы и методы

Были проанализированы истории болезни 54 пациентов с ОИИ, вызванным окклюзией крупной артерии в каротидном бассейне. Все изучаемые случаи были хронологически последовательными. На этапе внедрения методики эндоваскулярной тромбэктомии в качестве устройств первого выбора использовали стент-ретривер и баллонный проводниковый катетер, доказавших свою эффективность в снижении эмболических осложнений [2,7]. По мере накопления опыта были внедрены комбинированные методы тромбэктомии с дистальной аспирацией.

Первую группу составили 27 пациентов, у которых после безуспешной первой попытки удаления окклюдированного субстрата стент-ретривером стандартным способом выполнена комбинированная тромбэктомия, описанная ранее [5].

Вторую группу составили 27 пациентов, которым предпринимали повторные пассажи стандартным методом. Критерии включения и исключения кандидатов соответствовали международным рекомендациям по выполнению тромбэктомии у пациентов с длительностью такого инсульта менее 6 часов [2].

Обследование пациентов было стандартным и включало: неврологический осмотр, компьютерную томографию (КТ) и КТ-ангиографию (КТА) головного мозга, дуплексное сканирование артерий шеи, ЭКГ и эхокардиографию, исследование уровней глюкозы и креатинина крови. Неврологический статус и функциональные исходы оценивали по шкале инсульта NIH и модифицированной шкале Рэнкина [2]. Внутривенную инфузию тканевого активатора плазминогена назначали при отсутствии противопоказаний к ней [2]. Этот показатель был одинаковым в обеих группах и составил по 6 пациентов (22,2%), что уравнивает влияние данного фактора на результаты лечения. Непосредственной целью тромбэктомии было восстановление кровотока в средней мозговой артерии mTICI 2b и выше [2]. Реперфузия считалась полной при градации церебрального кровотока mTICI 3 [2].

КТ головного мозга выполняли через 24-48 часов после вмешательства. На 2-е и 7-е сутки после вмешательства также выполняли ультразвуковую доплерографию брахиоцефальных артерий.

## Протокол неинвазивной нейровизуализации

Сканирование при компьютерной томографии выполняли от уровня C2 отдела позвоночника до свода черепа с реконструкцией в костном (1×0,5 мм, окно

600/4000) и мягкотканном фильтрах (1×0,5 мм, окно 40/80). После получения изображения и исключения внутрочерепного кровоизлияния, определяли плотность в проекции окклюзированной артерии и рассчитывали балл по шкале ASPECT.

КТ-ангиографию выполняли после внутривенного болюсного введения рентгеноконтрастного препарата 350 мг/мл, в режиме сканирования от уровня дуги аорты до свода черепа с использованием программы поиска целевой плотности в сосуде 120-140 единиц Хаунсфилда.

Скорость введения рентгеноконтрастного препарата 4-6 мл/с.

Объем требуемого для введения рентгеноконтрастного препарата рассчитывали по формуле:

$$\text{(время сканирования + время задержки + 2)} \\ \times \text{время сканирования.}$$

После получения реконструкции с использованием того же фильтра проводили оценку формы дуги аорты, анатомии брахиоцефальных артерий с учетом их проходимости, в экстракраниальной и интракраниальной частях, а также проходимость церебральных артерий и состояние Виллизиева круга. Дополнительно выполняли оценку сосудистой анатомии в трехмерной реконструкции.

В послеоперационном периоде ретроспективно оценивали параметры окклюдированного субстрата для определения их влияния на вероятность удаления тромба с первого пассажа тромбэктомии. Плотность окклюдированного субстрата определяли в единицах Хаунсфилда в проекции средней мозговой артерии по данным нативной компьютерной томографии головного мозга. Измерение протяженности окклюдированного

поражения в миллиметрах проводили в режиме MPR, а при невозможности измерения в одной плоскости - в режиме криволинейной MPR (рис. 1).

### Внутрисосудистое вмешательство

После ангиографии диагностический катетер по обменному гидрофильному проводнику 0,035 дюйма (Radifocus, Terumo) заменяли на баллонный проводниковый катетер 8 или 9 Fr 90 см (Cello, Medtronic), который устанавливали ближе к каменистому сегменту каротидной артерии. У всех пациентов первую попытку тромбэктомии выполняли стент-ретривером по стандартной методике с перенаправлением кровотока и временной окклюзией брахиоцефальной артерии на уровне баллонного катетера, описанной Lee DH [13], с использованием микрокатетера 2,8 Fr 145 см с внутренним диаметром 0,027 дюйма (Rebar, Medtronic), проводника 0,014 дюйма (Chikai, Asahi Intecc) и стент-ретривера 6,0×30 мм (Solitaire, Medtronic).

В первой группе после неудачной стандартной тромбэктомии применяли усовершенствованный нами способ PROTECT [5,9,11-13]. Реперфузионный катетер 5 или 6 Fr 145 см (Sofia, Microvention) был собран в коаксиальную систему с микрокатетером и проводником 0,014 дюйма, которую проводили через баллонный проводниковый катетер и размещали перед окклюзией. Дистальную часть реперфузионного катетера фиксировали в положении перед окклюдированным субстратом. Для исключения перфорации сосуда окклюзию реканализировали микрокатетером, проводили его дистальнее и выполняли микроинъекцию 1 мл рентгеноконтрастного препарата. К дистальной части последнего внутри его просвета подвели

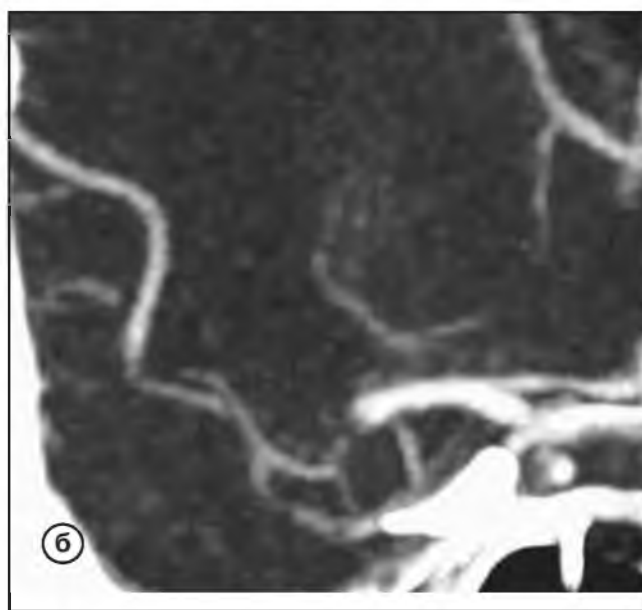


Рис. 1. КТ-ангиография сосудов головного мозга, правое полушарие. Стрелкой указан дефект контрастирования второго сегмента левой средней мозговой артерии.  
а - фронтальная проекция в зоне окклюдированной средней мозговой артерии.;  
б - аксиальная проекция.

стент-ретривер 6,0×30 мм (Solitaire, Medtronic). Затем начали открывать ретривер в постокклюзионном сосуде через 2-4 мм после тромба, стягивая микро-катетер и используя технику толкания стента, для улучшения аппозиции страт ретривера. При раскрытии стент-ретривера обязательным условием было полное покрытие длины окклюдизирующего субстрата и равномерный выход в постокклюзионные и преокклюзионные области. Для улучшения аспирации микрокатетер удаляли [9]. Через 5 минут надували баллон проводникового катетера, после чего продвигали коаксиальный микрокатетер и реперфузионный катетер по проволочному толкателю ретривера к окклюдизирующему субстрату с дистальной аспирацией. Когда реперфузионный катетер достигал проксимальной части окклюзии, стент-ретривер удаляли непрерывной тракцией с продолжающейся дистальной аспирацией через просвет аспирационного катетера [6,13]. В случае заклинивания окклюдизирующим субстратом реперфузионного катетера, о чем свидетельствовало прекращение или снижение аспирационного потока, всю коаксиальную систему без уменьшения натяжения удаляли одновременно в просвет проводникового катетера. После заведения ретривера выполняли проксимальную аспирацию до получения 50 мл крови без включений. Затем баллон сдували и проводили ангиографию. При необходимости процедуру повторяли.

Статистический анализ провели в приложении IBM SPSS Statistics 23. Проверка исходных данных в группах по характеру распределения переменных осуществлена с применением критерия Колмогорова-Смирнова. В связи с тем, что переменные в выборках имели распределение отличное от нормального, для оценки статистической значимости использовали следующие непараметрические критерии. При сравнении непрерывных переменных, представленных медианой (Me), 1-м и 3-м квартилями (Q1 и Q3)), использовали

U-критерий Манна-Уитни для категориальных, представленных в виде процента от общего числа в выборке (N) и абсолютного числа с заданным признаком (n) - использовали критерий хи-квадрат. При уровне значимости вычисленного критерия меньше 0,05, достоверность данных оценивали путем сравнения его с критическим табличным значением. Для одной степени свободы критическое табличное значение хи-квадрат составляло 3,841, а U-критерий - 247. Вероятность достижения финального кровотока mTICI3, а также вероятность эмболических осложнений в группах пациентов определялась расчетом относительного риска в 95% доверительном интервале.

### Результаты

Исходно обе группы по возрасту, индексу ASPECT, неврологическому дефициту, оценке Рэнкина, гендерному типу, сопутствующей сердечно-сосудистой патологии, локализации и характеру окклюдзионного поражения, коллатерализации артериального кровотока и выполненному в предоперационном периоде тромболизису были статистически сопоставимы (табл. 1,2).

Группы имели сопоставимую частоту успешной ревакуляризации и не имели статистических различий по времени реперфузии, развитию симптомного внутричерепного кровоизлияния и исходу Рэнкин 3-6 баллов после лечения (табл. 3).

Тем не менее удалось выявить следующие значимые различия в результатах лечения между группами. Полного восстановления кровотока после тромбэктомии с характеристикой mTICI 3 в 1-й группе удалось достичь в 100%, что на 25,9% больше, чем во 2-й группе - 74,1%,  $p < 0,006$ . Также в 1-й группе эмболические осложнения тромбэктомии отмечали значительно реже.

Дистальная эмболия в 1-й группе диагностирована в

**Таблица 1. Основные характеристики групп перед тромбэктомией**

Характеристика	N1=27	N2=27	p
Возраст, Me [Q1 ; Q3] (года)	65 [52 ; 77]	63 [58 ; 72]	<1
ASPECT, Me [Q1 ; Q3] (баллы)	9 [8 ; 9]	9 [7 ; 9]	<0,7
NIHSS, Me [Q1 ; Q3] (баллы)	13 [9 ; 15]	15 [13 ; 16]	<0,07
mRs, Me [Q1 ; Q3] (баллы)	4 [4 ; 5]	4 [4 ; 5]	<0,5
Женщины, % (n)	55,56% (15)	48,15% (13)	<0,6
Артериальная гипертензия, % (n)	85,19% (23)	88,89% (24)	<0,7
Сахарный диабет, % (n)	25,93% (7)	44,44% (12)	<0,2
Инфаркт миокарда, % (n)	7,41% (2)	23,08% (6)	<0,2
Ишемический инсульт, % (n)	0	3,7% (1)	<0,5
Тромболизис, % (n)	22,22% (6)	22,22% (6)	=1

ASPECT, Alberta Stroke Program Early Ct Score; NIHSS, National Institutes Of Health Stroke Scale; mRs, Modified Rankin scale; AMI, acute myocardial infarction.

**Таблица 2. Особенности анатомии поражения и анестезиологического сопровождения**

Характеристики	N1=27	N2=27	p
Проксимальная окклюзия внутренней сонной артерии, % (n)	22,22%	22,22%	1
Дистальная окклюзия внутренней сонной артерии, % (n)	37,03%	40,74%	<0.8
Тандемная окклюзия внутренней сонной артерии, % (n)	18,52%	18,52%	1
Острый ишемический инсульт в левой гемисфере, % (n)	65,38%	48,15%	<0.3
Коллатерализация кровотока в постокклюзионной зоне, % (n)	74,07%	81,48%	<0.4
Эндотрахеальный наркоз, % (n)	92,59%	96,3%	<0.6

**Таблица 3. Результаты тромбэктомии**

Характеристики	N1=27	N2=27	p
Продолжительность операции, Ме [Q1; Q3] (минут)	100 [70 ; 140]	80 [60 ; 155]	<0,4
Время от инсульта до пункции артерии, Ме [Q1; Q3] (минут)	195 [158 ; 315]	220 [187 ; 312]	<0,2
Поглощенная доза, Ме [Q1; Q3] (мГу)	852 [530 ; 1547]	882 [708 ; 1923]	<0,4
Объем введенного контрастного препарата, Ме [Q1; Q3] (мл)	200 [200; 300]	400 [200; 400]	<0,4
Кровоток mTICI 3, % (n)	100%	74,07%	<0,006
Кровоток mTICI 2b-3, % (n)	100%	88,89%	< 0,08
Симптомные внутримозговые кровоизлияния, n (%)	33,33%	29,63%	<0,8
Дистальная эмболия, % (n)	37,04%	66,67%	<0,002
Дистальная эмболия ассоциированная с нарастанием неврологического дефицита, % (n)	14,81%	55,56%	<0,002
Симптомные внутримозговые кровоизлияния, % (n)	33,33%	29,63%	<0,8
Быстрый регресс неврологического дефицита, % (n)	25,93%	22,22%	<0,8
mRs 0-2, % (n)	40,74%	29,63%	<0,4
mRs 3-5, % (n)	44,44%	33,33%	<0,5
mRs 6, % (n)	11,11%	33,33%	<0,06

mTICI, The modified treatment in cerebral ischemia; mRs, Modified Rankin scale

37,1%, что в 1,8 раза меньше, чем во 2-й группе - 66,7%,  $p < 0,002$  (табл. 3).

Дополнительно выполнены расчеты влияния способа тромбэктомии, а также плотности и протяженности окклюзии на развитие периоперационных эмболических осложнений. Вероятность снижения риска эмболии при выполнении стандартной тромбэктомии составила 0,247 с 95% доверительным интервалом 0,095-0,645, а при выполнении комбинированной тромбэктомии - 2,249 с 95% доверительным интервалом 1,126-4,492. Также определено, что относительный риск безуспешности первой попытки тромб-эктомии составил 1,25 в 95% доверительном интервале 1,059-1,475 при плотности окклюзирующего субстрата, превышающей 49 единиц Хаунсфилда, и 1,2 в 95% доверительном интервале (1,037-1,389) - при протяженности окклюзии церебральной артерии свыше 11 мм.

## Обсуждение

При проведении стандартной тромбэктомии ретривер должен быть позиционирован с покрытием всего окклюзирующего субстрата с небольшим превышением длины перед окклюзией и после нее. Основным фактором, влияющим на степень пенетрации сгустка между стратами ретривера являются радиальная сила стент-ретривера, а факторами, способствующими удержанию сгустка - размер и форма его ячеек, уменьшающихся при начале тракции и протяженность таких точек захвата относительно длины окклюзирующего субстрата. Имеющиеся в рентгеноперационной стент-ретриверы не всегда соответствуют этим критериям, применительно к конкретным свойствам окклюзирующего субстрата у данного пациента. Это может ограничивать их эффективность при тромбэктомии. В связи с этим, представляется полезной возможность

достаточно точной неинвазивной оценки плотности окклюдированного субстрата по данным нативной компьютерной томографии, как косвенной характеристики вероятности его эффективного захвата и быстрого удаления стандартным способом. В настоящем исследовании показано, что высокая плотность и протяженность окклюдированного субстрата способны повысить вероятность безуспешности первой попытки тромбэктомии стент-ретривером стандартным способом на 25% и на 20% соответственно. Поэтому применение оценки в различных программных средах MPR и криволинейной MPR может помочь эндоваскулярному специалисту в выборе наиболее эффективной оперативной техники для первой попытки тромбэктомии с учетом имеющегося инструментария. На представленных изображениях показана реализация данного этапа диагностики. Построение коаксиальной траектории, перпендикулярной плоскости сечения окклюдированной артерии в ряде случаев было эффективно выполнено при ориентировании на частично контрастированный внутрисосудистый тромб в реконструкции КТ-ангиографии. Оценка реконструкции, привязанной к данной траектории, дает возможность не только измерения протяженности окклюдированного субстрата, но и определения целевой артерии для проведения инструментов при бифуркационных вариантах поражения. В случае протяженного неконтрастируемого окклюдированного субстрата при КТ-ангиографии, и при расположении оси артерии в зоне ее культи и в зоне продолжения ее постокклюдированного ретроградного контрастирования в разных плоскостях возможно точное измерение протяженности этого поражения следующим способом. Построение траектории криволинейной MPR осуществлялось также коаксиально гиперденсной средней мозговой артерии на нативной томограмме, при наличии такого признака. Отсюда следует, что выявленная высокая рентгеновская плотность тромба, особенно близкая к кальцифицированному включению, и недостаточная длина стент-ретривера в арсенале рентгеноперационной должны способствовать выбору комбинированных методик для тромбэктомии.

Предложенный комбинированный метод внутриартериального удаления окклюдированного субстрата показал не только статистически значимое преимущество по частоте полной реперфузии головного мозга, но и продемонстрировал высокую степень защиты от интраоперационной эмболии по сравнению со стандартной тромбэктомией.

Полученные результаты показали, что предложенная методика достоверно на 25% эффективнее восстанавливает кровоток mTICI 3 в сравнении со стандартной тромбэктомией ( $p < 0,006$ ), что можно объяснить более полным проллабированием тромба через ячейки ретривера за счет его активного и полного расправления, и дополнительным захватом проксимальной части

окклюдированного субстрата аспирационным катетером. Кроме того, в нашем исследовании доказано, что группа комбинированной тромбэктомии имела достоверно в 1,8 раза меньшую долю дистальной эмболии ( $p < 0,002$ ). Нельзя исключить, что высокая частота эмболических осложнений в первую очередь обусловлена низкой степенью защиты от эмболии при первичном использовании стандартного метода тромбэктомии в обеих группах. Однако в первой группе за счет использования современного комбинированного подхода дистальной аспирации вместе со стент-ретривером нам удалось избежать опасного сценария эмболии как во второй группе.

Ограничениями нашего исследования являются его ретроспективный дизайн и длительность наблюдения только в госпитальном периоде. Мы не нашли публикаций, подтверждающих преимущества противэмболической защиты какого-либо комбинированного метода над методом, уже доказавшим свою эффективность в профилактике данного осложнения. До настоящего времени таким являлся стандартный способ тромбэктомии стент-ретривером с баллонным направляющим катетером.

Таким образом, мы подтвердили, что предложенная комбинированная методика удаления окклюдированного субстрата может улучшить долю полной реперфузии на 25% у пациентов с окклюзией крупной церебральной артерии, когда стандартный метод не имеет результата при первом пассаже. Данное наблюдение представляется важным, особенно при экстраполяции его результатов на популяцию больных с острым ишемическим инсультом в сочетании с тяжелой коморбидной патологией. В частности, это касается множественного стенозирующего атеросклероза брахиоцефальных артерий, способного значительно понизить пороговое значение доли возвращающихся к нормальной жизни пациентов.

## Вывод

Примененный в исследовании комбинированный способ тромбэктомии достоверно снижает риск интраоперационной фрагментации тромба и, соответственно, эмболию артерий головного мозга. А ценность его применения возрастает с увеличением рентгенологической плотности и протяженности окклюдированного субстрата.

## Заключение

Использование комбинации стент-ретривера с дистальной аспирацией и одномоментным переходом на вакуум-блокированную экстракцию после неудачной стандартной тромбэктомии увеличивает эффективность полной реперфузии на 25%. Ее применение в 1,8 раза безопаснее стандартной тромбэктомии в отношении эмболических осложнений. ■

## Список литературы

1. WHO. Cardiovascular diseases (CVDs) (2017). [http://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](http://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)) (accessed 14 June 2019).
2. Powers W.J., Rabinstein A.A., Ackerson T., et al. 2018 Guidelines for the Early Management of Patients with Acute Ischemic Stroke A Guideline for Healthcare Professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2018; 49(3): 46-99. <https://doi.org/10.1161/STR.000000000000158>.
3. von Gadow N., Nikoubashman O., Freiherr J., et al. Endovascular stroke treatment now and then-procedural and clinical effectiveness and safety of different mechanical thrombectomy techniques over time. *Quant Imaging Med Surg*. 2017; 7(1): 1-7. <https://doi.org/10.21037/qims.2017.02.06>
4. Логвиненко Р.Л., Домашенко М.А., Францевич А.М. О выборе реперфузионной стратегии в острейшем периоде ишемического инсульта. *Ж. Диагностическая и интервенционная радиология*. 2018; 12(2): 77-84. <https://doi.org/10.25512/DIR.2018.12.2.08>
5. Логвиненко Р.Л., Коков Л.С., Шабунин А.В. и др. Анализ модифицированного способа комбинированного удаления тромба из сосудов головного мозга при лечении острого ишемического инсульта. *REJR*. 2020; 10(1): 159-177.
6. Maegerlein C, Berndt M, Mönch S., et al. Further Development of Combined Techniques Using Stent Retrievers, Aspiration Catheters and BGC. *Clinical Neuro-radiology*. 2018; 30(1): 59-65. <https://doi.org/10.1007/s00062-018-0742-9>
7. Lee D.H., Sung J.H., Kim S.U., et al. Effective use of balloon guide catheters in reducing incidence of mechanical thrombectomy related distal embolization. *Acta Neurochirurgica*. 2017; 159(9): 1671-1677. <https://doi.org/10.1007/s00701-017-3256-3>
8. Stampfl S., Pfaff J., Herweh C., et al. Combined proximal balloon occlusion and distal aspiration: a new approach to prevent distal embolization during neurothrombectomy. *J Neurointerv Surg*. 2017; 9(4): 346-351. <https://doi.org/10.1136/neurintsurg-2015-012208>
9. Maegerlein C., Mönch S., Boeckh-Behrens T., et al. PROTECT: PROximal balloon Occlusion TOgether with direct Thrombus aspiration during stent retriever thrombectomy - evaluation of a double embolic protection approach in endovascular stroke treatment. *J Neurointerv Surg*. 2018; 10(8): 751-755. <https://doi.org/10.1136/neurintsurg-2017-013558>
10. Goto S., Ohshima T., Ishikawa K., et al. Stent-Retrieving into an Aspiration Catheter with Proximal Balloon (ASAP) Technique: A Technique of Mechanical Thrombectomy. *World Neurosurg*. 2018; 109: e468-e475. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.10.004>
11. Jadhav A.P., Aghaebrahim A., Horev A., et al. Stent Retriever-Mediated Manual Aspiration Thrombectomy for Acute Ischemic Stroke. *Interv Neurol*. 2017; 6(1-2): 16-24. <https://doi.org/10.1159/000449321>
12. Brehm A., Maus V., Tsogkas I., et al. Stent-retriever assisted vacuum-locked extraction (SAVE) versus a direct aspiration first pass technique (ADAPT) for acute stroke: data from the real-world. *BMC Neurol*. 2019; 19(1): 65. <https://doi.org/10.1186/s12883-019-1291-9>
13. Maus V., Behme D., Kabbasch C., et al. Maximizing First-Pass Complete Reperfusion with SAVE. *Clin Neuroradiol*. 2018; 28(3): 327-338. <https://doi.org/10.1007/s00062-017-0566-z>

## References

1. WHO. Cardiovascular diseases (CVDs) (2017). [http://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](http://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)) (accessed 14 June 2019).
2. Powers WJ, Rabinstein AA, Ackerson T, et al. 2018 Guidelines for the Early Management of Patients with Acute Ischemic Stroke A Guideline for Healthcare Professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2018; 49(3): 46-99. <https://doi.org/10.1161/STR.000000000000158>
3. von Gadow N, Nikoubashman O, Freiherr J, et al. Endovascular stroke treatment now and then-procedural and clinical effectiveness and safety of different mechanical thrombectomy techniques over time. *Quant Imaging Med Surg*. 2017; 7(1): 1-7. <https://doi.org/10.21037/qims.2017.02.06>
4. Logvinenko RL, Domashenko MA, Frantsevich AM, et al. Choice of reperfusion strategy in acute period of ischemic stroke. *Diagnosticheskaya i intervencionnaya radiologiya*. 2018; 12(2): 77-84 [In Russ]. <https://doi.org/10.25512/DIR.2018.12.2.08>
5. Logvinenko RL, Kokov LS, Shabunin AV, et al. Analysis of a modified method for combined removal of thrombus from blood vessels of the brain in the treatment of acute ischemic stroke. *REJR*. 2020; 10(1): 159-177 [In Russ]. <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2020-10-1-159-177>
6. Maegerlein C, Berndt M, Mönch S, et al. Further Development of Combined Techniques Using Stent Retrievers, Aspiration Catheters and BGC. *Clinical Neuro-radiology*. 2018; 30(1): 59-65. <https://doi.org/10.1007/s00062-018-0742-9>



7. Lee DH, Sung JH, Kim SU, et al. Effective use of balloon guide catheters in reducing incidence of mechanical thrombectomy related distal embolization. *Acta Neurochirurgica*. 2017; 159(9): 1671-1677.

<https://doi.org/10.1007/s00701-017-3256-3>

8. Stampfl S, Pfaff J, Herweh C, et al. Combined proximal balloon occlusion and distal aspiration: a new approach to prevent distal embolization during neurothrombectomy. *J Neurointerv Surg*. 2017; 9(4): 346-351.

<https://doi.org/10.1136/neurintsurg-2015-012208>

9. Maegerlein C, Mönch S, Boeckh-Behrens T, et al. PROTECT: PRoximal balloon Occlusion TogEther with direCt Thrombus aspiration during stent retriever thrombectomy - evaluation of a double embolic protection approach in endovascular stroke treatment. *J Neurointerv Surg*. 2018; 10(8): 751-755.

<https://doi.org/10.1136/neurintsurg-2017-013558>

10. Goto S, Ohshima T, Ishikawa K, et al. Stent-Retrie-

ing into an Aspiration Catheter with Proximal Balloon (ASAP) Technique: A Technique of Mechanical Thrombectomy. *World Neurosurg*. 2018; 109: e468-e475.

<https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.10.004>

11. Jadhav AP, Aghaebrahim A, Horev A, et al. Stent Retriever-Mediated Manual Aspiration Thrombectomy for Acute Ischemic Stroke. *Interv Neurol*. 2017; 6(1-2): 16-24.

<https://doi.org/10.1159/000449321>

12. Brehm A, Maus V, Tsogkas I, et al. Stent-retriever assisted vacuum-locked extraction (SAVE) versus a direct aspiration first pass technique (ADAPT) for acute stroke: data from the real-world. *BMC Neurol*. 2019; 19(1): 65.

<https://doi.org/10.1186/s12883-019-1291-9>

13. Maus V, Behme D, Kabbasch C, et al. Maximizing First-Pass Complete Reperfusion with SAVE. *Clin Neuroradiol*. 2018; 28(3): 327-338.

<https://doi.org/10.1007/s00062-017-0566-z>

**ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ**

---

**ЛОГВИНЕНКО РОМАН ЛЕОНИДОВИЧ** [ORCID: 0000-0003-3205-2019]

врач по РЭДил ГБУЗ Городская клиническая больница имени В.В. Вересаева ДЗМ

**КОКОВ ЛЕОНИД СЕРГЕЕВИЧ** [ORCID: 0000-0002-3167-3692]

д.м.н., профессор, академик РАН, заведующий кафедрой эндоваскулярной и сосудистой хирургии МГМСУ им. А.И. Евдокимова; руководитель научного отдела неотложной кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии ГБУЗ Научно-исследовательский институт скорой помощи имени Н.В. Склифосовского ДЗМ

**АРАБЛИНСКИЙ АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ** [ORCID: 0000-0002-2117-5016]

д.м.н., заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения ГБУЗ Городская клиническая больница имени С.П. Боткина ДЗМ, профессор кафедры терапии и подростковой медицины ФГБОУ ДПО Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования МЗ РФ

**БАРТАЛЬ ГАБРИЭЛ** [ORCID: 0000-0001-9092-6728]

интервенционный радиолог Медицинский центр Мейр

**СТРУЦЕНКО МИХАИЛ ВАЛЕРЬЕВИЧ** [ORCID: 0000-0002-4608-302X]

к.м.н., заведующий отделением РХМДил ГБУЗ Городская клиническая больница имени В.В. Вересаева ДЗМ

**КАПРАНОВ МАКСИМ СЕРГЕЕВИЧ** [ORCID: 0000-0002-2382-8682]

врач по РЭДил, научный сотрудник ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского» национальный исследовательский университет», НИУ «БелГУ»

---

**Конфликт интересов, информация о клинической базе и финансировании**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Работа выполнена без задействования грантов и финансовой поддержки от общественных, некоммерческих и коммерческих организаций.

---