

КОРРЕКЦИЯ ТРОМБОЭМБОЛИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ ЭНДОВАСКУЛЯРНЫХ ЭМБОЛИЗАЦИЯХ

Рожченко Л.В., Иванов А.Ю., Дрягина Н.В., Петров А.Е.,
Горощенко С.А., Раджабов С.Д., Христофорова М.И., Иванов А.А.

Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт
имени профессора А. Л. Поленова, Санкт-Петербург, Россия

Контактная информация:

Рожченко Лариса Витальевна,
«РНХИ им. проф. А.Л. Поленова» —
филиал ФГБУ «СЗФМИЦ
им. В. А. Алмазова» Минздрава России,
ул. Маяковского, д. 12, Санкт-Петербург,
Россия, 191014.
E-mail: rozhch@mail.ru

Статья поступила в редакцию 30.09.2015
и принята к печати 30.10.2015.

Резюме

Цель исследования — проанализировать тромбоэмболические осложнения при эндоваскулярных нейрохирургических операциях и результаты их лечения. **Материалы и методы.** За период с 2010 по 2014 г. в отделении хирургии сосудов головного мозга проведены эндоваскулярные вмешательства 2415 пациентам; у 28 (1,16 %) из них развились тромбоэмболические осложнения. С целью восстановления проходимости церебральных артерий 22 пациентам проводилось внутриартериальное селективное введение препарата «Актилизе», при этом проведение тромболизиса дополняли механическим разрушением тромба. У 6 пациентов выполнялась тромбэкстракция с использованием интракраниального самораскрывающегося стента «Solitaire™ FR Revascularization Device». **Результаты.** Полная реканализация была достигнута в 25 (89,2 %) из 28 случаев острых тромбозов внутричерепных артерий, возникших в ходе эндоваскулярных вмешательств, частичная — в 3. Ретромбоз артерии через сутки был выявлен у 2 больных, подвергнутых эмболизации аневризмы спиралями со стент-ассистенцией. Оба пациента демонстрировали недостаточное угнетение агрегации тромбоцитов на фоне применения двойной дезагрегантной терапии. Геморрагических осложнений фибринолитической терапии не было. **Выводы.** При проведении эндоваскулярных вмешательств для снижения риска тромбоэмболических осложнений необходима тщательная предоперационная подготовка пациента, оценка свертывающей системы крови и чувствительности к дезагрегантам. Применение тромбэкстракторов и тромболитической терапии с целью восстановления проходимости интракраниальных артерий достаточно эффективно (реканализация достигнута в 89,2 % случаев).

Ключевые слова: тромбоэмболические осложнения, эмболизация церебральных аневризм и АВМ.

Для цитирования: Рожченко Л.В., Иванов А.Ю., Дрягина Н.В., Петров А.Е., Горощенко С.А., Раджабов С.Д., Христофорова М.И., Иванов А.А. Коррекция тромбоэмболических осложнений при эндоваскулярных эмболизациях. Трансляционная медицина. 2016; 3 (1): 98–105.

CORRECTION OF THROMBOEMBOLIC COMPLICATIONS IN ENDOVASCULAR EMBOLIZATION

Rozhchenko L.V., Ivanov A.Yu., Dryagina N.V., Petrov A.E.,
Goroshchenko S.A., Radzhabov C.D., Khristoforova M.I., Ivanov A.A.

Polenov Russian Scientific Research Institute of Neurosurgery,
Saint Petersburg, Russia

Corresponding author:

Larisa V. Rozhchenko,
Polenov Neurosurgical Institute
12 Mayakovskogo str., Saint Petersburg,
Russia 191014.
E-mail: rozhch@mail.ru

Received 30 September 2015; accepted 30
October 2015.

Abstract

Objective. To analyze the thromboembolic complications of endovascular neurosurgical operations and the results of their treatment. **Materials and Methods:** During the period from 2010 to 2014 in the Department of Vascular Surgery of the brain endovascular interventions performed in 2415 patients, 28 (1,16 %) of them developed thromboembolic complications. In order to restore patency of cerebral arteries of 22 patients underwent selective intra-arterial injection of the Actilyse drug, with thrombolysis supplemented by mechanical disruption of the thrombus. 6 patients performed trombekstraktsiya with intracranial self-expanding stent «Solitaire™ FR Revascularization Device». **Results.** Complete recanalization was achieved in 25 (89,2 %) of the 28 cases acute thrombosis of intracranial arteries arising during endovascular surgery, in 3 cases there was a partial recanalization. Retromboz artery in one day was detected in 2 patients undergoing aneurysm embolization coils with stent-assistend. Both patients showed a lack of inhibition of platelet aggregation during treatment with dual antiplatelet therapy. There was not Hemorrhagic complications of fibrinolytic therapy. **Conclusions.** During the endovascular interventions to reduce the risk of thromboembolic complications requires careful preoperative preparation of the patient, assessment of the blood coagulation system and sensitivity to antiplatelet agents. Application of trombekstraktor and thrombolytic therapy to restore patency of intracranial arteries is effective (recanalization was achieved in 89,2 % of cases).

Key words: thromboembolic complications, embolization of cerebral aneurysms and AVM

For citation: Rozhchenko LV, Ivanov AYu, Dryagina NV, Petrov AE, Goroshchenko SA, Radzhabov SD, Khristoforova MI, Ivanov AA. Correction of thromboembolic complications in endovascular embolization. Translyatsionnaya meditsina = Translational Medicine. 2016; 3 (1): 98–105.

Внутричерепные эндоваскулярные вмешательства представляют собой минимально инвазивные методы лечения цереброваскулярных заболеваний. Выполнение эндоваскулярных вмешательств связано с риском немедленных и отсроченных тромбоемболических и ишемических осложнений, обусловленных техническими аспектами процедуры. Развивающийся тромбоз является одной из основных причин инвалидизации и смерти при эндоваскулярных операциях. Известно, что после повреждения эндотелия тканевые факторы свертывания секретируются в течение 24 часов после повреждения, а повышенный уровень тромбина определяется спустя 72 часа. Восстановление поврежденного эндотелия происходит за 2 недели, а способность

синтеза и секреции собственных активаторов плазминогена возобновляется через 4 недели. В связи с этим особенно важно проводить грамотную предоперационную подготовку и послеоперационное ведение пациентов [4, 5].

Образование тромба приводит к ухудшению или полному блокированию кровотока. Растворение внутрисосудистых тромбов происходит под действием плазмينا. Этот трипсиноподобный фермент катализирует лизис фибрина с образованием растворимых продуктов, что приводит к восстановлению кровотока. Плазмин — ударное звено фибринолитической системы — образуется в результате активации его предшественника плазминогена под действием активаторов. Фармакологическое раство-

рение сгустков крови может быть выполнено с помощью внутривенной или внутриартериальной инфузии активаторов плазминогена. Среди существующих в настоящее время активаторов плазминогена выделяют пять поколений [1, 2]. Они существенно различаются между собой по своему составу и происхождению, однако их активирующее действие обусловлено протеолизом одной и той же пептидной связи плазминогена. При одинаковом для всех активаторов плазминогена каталитическом принципе действия, разные виды активаторов значительно различаются по сорбционной способности, определяющей распознавание и связывание активатора с зоной тромботического поражения. В настоящее время четыре активатора плазминогена разрешены для клинического использования или находятся в стадии клинических испытаний — это стрептокиназа, урокиназа или двухцепочечный урокиназный тип активатора плазминогена, проурокиназа или рекомбинантный одноцепочечный урокиназный тип активатора плазминогена, рекомбинантный тканевой активатор плазминогена [5]. Первое в мире успешное клиническое применение тромболитического препарата для коронарного тромболитического было осуществлено Е.И. Чазовым в 1975 году [3]. Для лечения возникающих тромбозомболических осложнений все чаще применяется селективное внутриартериальное применение тромболитиков.

Цель исследования — проанализировать тромбозомболические осложнения при эндоваскулярных нейрохирургических операциях и результаты их лечения.

Материалы и методы. За период с 2010 по 2014 г. в отделении хирургии сосудов головного мозга проведены эндоваскулярные вмешательства 2415 пациентам. Все операции проводили под общим комбинированным наркозом с интубацией на фоне внутривенного введения гепарина в дозе 5000–7500 МЕ. Лабораторные исследования предусматривали изучение количества тромбоцитов, агрегатограммы до и после операции, показателей коагулограммы. Все операции проводили на фоне системной гепаринизации с применением систем повышенного давления для непрерывной промывки не только микрокатетера, но и направляющего операционного катетера. Осуществлялся интраоперационный мониторинг активированного времени свертывания крови (АСТ) с использованием тест-системы «Actaluke».

Несмотря на это, тромбозомболические осложнения развились во время операции или через 1–2 часа после нее у 28 (1,16 %) пациентов: из них у 18 (1,6 %) из 1180 больных с церебральными аневризмами, у 9 (0,8 %) из 1128 пациентов с артериовеноз-

ными мальформациями, у 1 (0,9 %) из 107 больных с каротидными стенозами. С целью восстановления проходимости церебральных артерий 22 пациентам проводилось дробное (по 5 мг) внутриартериальное селективное введение препарата «Актилизе» в дозе 15–30 мг в течение 30–60 мин, при этом проведение тромболитического дополняли механическим разрушением тромба при помощи микропроводника. У 6 пациентов выполнялась тромбэкстракция с использованием интракраниального самораскрывающегося стента «Solitaire™ FR Revascularization Device». Для него характерна простота навигации к месту окклюзии и эффективность проведения тромбэкстракции. При оценке коагулограммы после операции достигнуто повышение АЧТВ в 1,5 раза по сравнению с исходным уровнем.

Результаты. 22 пациентам с интраоперационными тромбозомболическими осложнениями (из них 6 больных, которым выполнялась эмболизация АВМ, 1 пациенту с каротидным стенозом и 15 больных, которым выполнялась эмболизация аневризмы, в том числе 9 пациентов, эмболизация аневризмы осуществлялась с использованием ассистирующих методик (баллон и стент-ассистенция) выполнялось внутриартериальное селективное введение препарата «Актилизе» в дозе 15–30 мг в течение 30–60 мин, при этом проведение тромболитического дополняли механическим разрушением тромба при помощи микропроводника в 14 случаях. На Рис. 1 представлена ангиограмма интраоперационного тромбозомболического осложнения у больного с аневризмой передней соединительной артерии, оперированного в геморрагическом периоде. Пациенту дробно внутриартериально суперселективно введено 5 мг + 5 мг + 5 мг «Актилизе». На Рис. 2 представлена ангиограмма больного после процедуры, демонстрирующая полностью реканализированный тромбоз передней мозговой артерии. В послеоперационном периоде нарастания неврологической симптоматики у больного не отмечено (График 1).

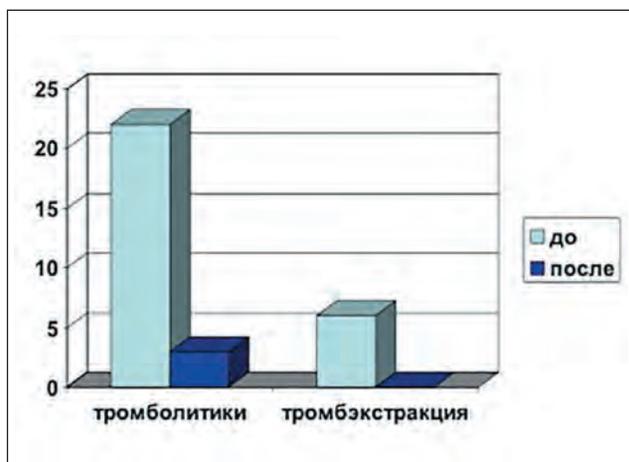


Рисунок 1. Ангиограмма интраоперационного тромбоэмболического осложнения у больного с аневризмой передней соединительной артерии, оперированного в геморрагическом периоде. Пациенту дробно внутриаартериально суперселективно введено 5 мг + 5 мг + 5 мг «Актилизе».

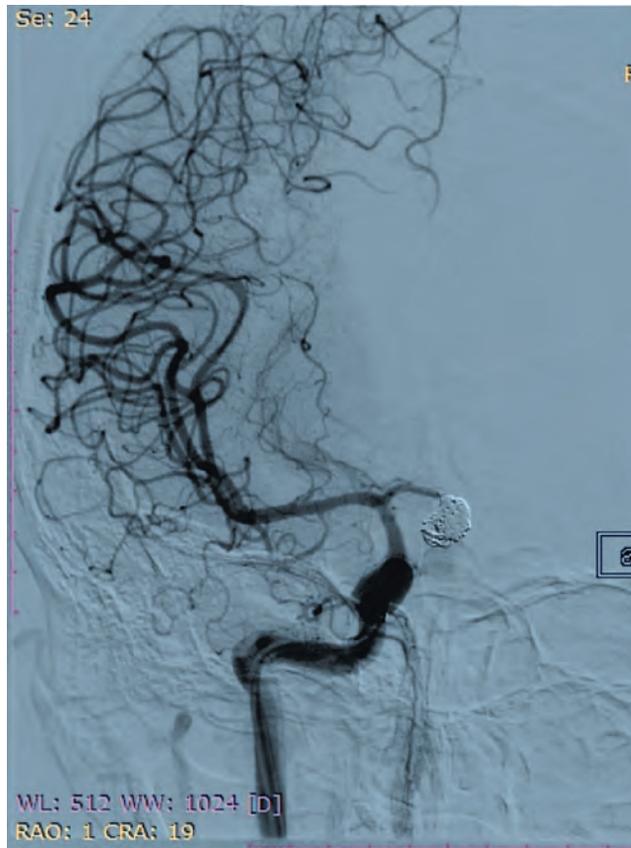
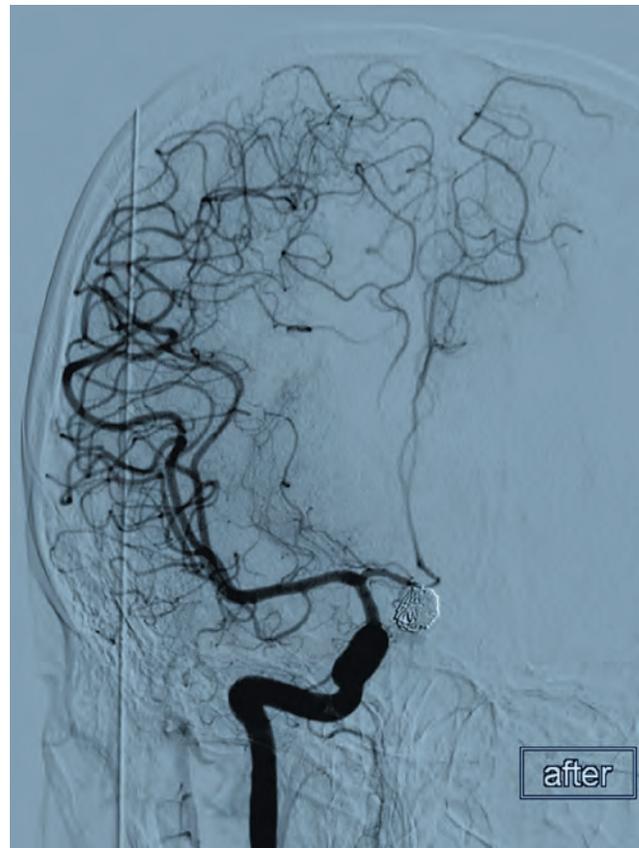


Рисунок 2. Ангиограмма больного после интраартериального суперселективного тромболизиса, демонстрирующая полностью реканализированный тромбоз передней мозговой артерии



Полная реканализация была достигнута в 25 (89,2 %) из 28 случаев острых тромбозов внутричерепных артерий, возникших в ходе эндоваскулярных вмешательств, частичная — в 3. У всех 6 пациентов, которым выполнялась тромбэкстракция с использованием интракраниального самораскрывающегося стента «Solitaire™ FR Revascularization Device» достигнута полная реканализация тромбированного сегмента артерии без осложнений. На Рис. 3 представлена ангиограмма пациентки с аневризмой внутренней сонной артерии, демонстрирующая интраоперационное осложнение — тромбоз М1–М2 СМА. Больной выполнена тромбэкстракция с использованием «Solitaire». Рис. 4 демонстрирует полную реканализацию артерии. В послеоперационном периоде нарастания неврологической симптоматики не отмечено.

Ретромбоз артерии через сутки был выявлен у 2 больных, подвергнутых эмболизации аневризмы спиралями со стент-ассистенцией. Оба пациента демонстрировали недостаточное угнетение агре-

гации тромбоцитов на фоне применения двойной дезагрегантной терапии.

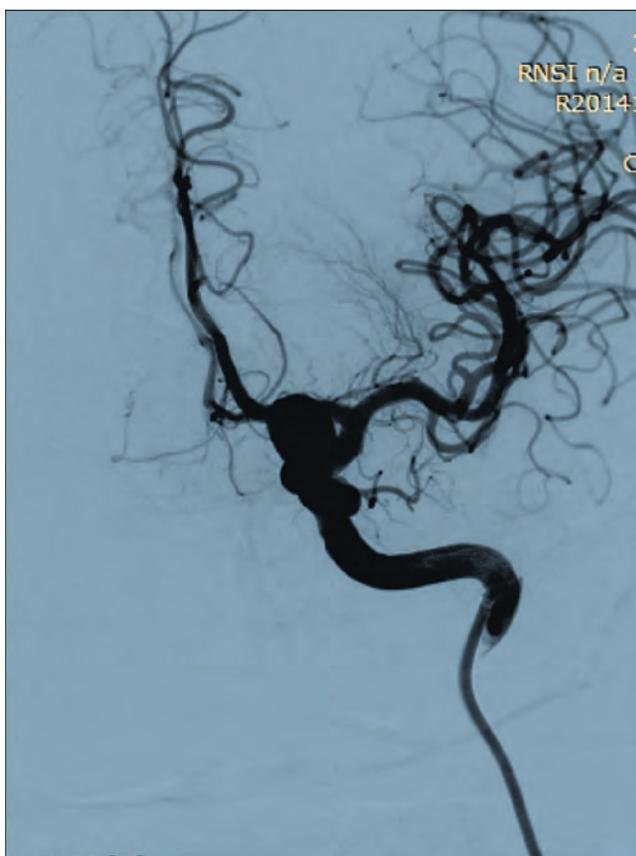
Геморрагических осложнений фибринолитической терапии не было. Формирование очага ишемического инсульта с отрицательной динамикой в неврологическом статусе и умеренной инвалидизацией после успешно проведенного тромболизиса зафиксировано у 6 (21 %) из 28 больных. Это больные с дистальными (М2–М3 сегменты СМА) множественными тромбозами, реканализация которых потребовала длительного и многократного повторного введения тромболитика. Летальных исходов не наблюдалось.

Обсуждение. По данным Qureshi A. I. и соавт. [17], риск тромбоэмболических осложнений при диагностической ангиографии составил 1–2,6 %, при эндоваскулярных окклюзиях отделяемыми спиралями — 8,2 % (у 127 из 1547 пациентов). При эндоваскулярной окклюзии внутричерепных аневризм с использованием баллона риск тромбоэмболии повышался до 11–19 %. При эмболизации артериовенозных мальформаций частота ишемических

Рисунок 3. Ангиограмма пациентки с аневризмой внутренней сонной артерии, демонстрирующая интраоперационное осложнение — тромбоз M1–M2 СМА.



Рисунок 4. Полная реканализация средней мозговой артерии после выполнения тромбэкстракции с использованием «Solitaire».



нарушений, вызванных тромбоэмболией и эмболизирующими агентами, составил 21 % (213 из 1011 пациентов). Cronqvist M. [10], описывает свою стратегию лечения и клинические исходы 19 (5,4 %) тромбоэмболических осложнений, возникших в ходе эмболизации 352 внутричерепных аневризм, которым начата немедленная фибринолитическая терапия. Тромбоэмболические осложнения случились у 18 больных во время операции и у 1 больного в течение 1 часа после нее. Введение урокиназы в дозе 150–200 000 IU со скоростью 20000 IU/мин в течение 30–60 мин было предпринято; полная реканализация достигнута у 10 (53 %) пациентов, частичная — у 9 (47 %). Из 14 больных (74 %) с хорошим результатом у 9 была полная реканализация, у 5 — частичная. Авторы применяли длительную внутриартериальную инфузию, которая была дополнена механической фрагментацией сгустков или ангиопластикой, если фармакологическая реканализация сразу не была эффективна [10]. Болосное внутривенное применение гепарина до использования тромболитиков в дозе 70 IU/kg хорошо зарекомендовало себя, доза гепарина должна быть тестирована по количеству АПТВ до 1,5–2 раз по сравнению

с контролем, а посттромболитическое использование гепарина предотвращает реокклюзию артерий. Однако, необходимо соблюдать осторожность при совместном введении высоких доз гепарина и tPA для снижения риска геморрагических осложнений, поскольку обнаружено прямое стимулирующее действие tPA-активности гепарином, вызывающим конформационные изменения в tPA и переводящем его в более доступную к взаимодействию с плазминогеном форму [17]. Zeumer H. [21] сообщает о 96 % реканализации острых тромбозов артерий, возникших в ходе эндоваскулярных вмешательств, Barnwell S.L. [7] — у 77 %, Sasaki O. [18] сообщает о полной или частичной реканализации у 74 % пациентов. Осложнения фибринолитической терапии были у трех больных: двое имели повторный разрыв аневризмы (они были подвергнуты эмболизации в геморрагическом периоде аневризм), у одного больного развилась гематома в очаг ишемии. Чтобы избежать риска подобных осложнений, фибринолитики могут быть применены только в случае полного выключения аневризмы из кровотока. Chen M. в своем обзоре, посвященном осложнениям эндоваскулярного выключения аневризмы микроспиральями, среди меха-

низмов развития тромбоэмболических осложнений выделяет снижение скорости антероградного кровотока вокруг направляющего операционного катетера на фоне механического спазма артерии либо выраженной ее извитости, что, по мнению автора, способствует тромбообразованию на поверхности катетера [8].

При ангиопластике стенозированных магистральных церебральных артерий тромболитические осложнения составляют от 4,3 % до 5,9 % [17] и обусловлены миграцией в кровяной поток обрывков интимы или тромбов, образующихся на поврежденной интима расширенной артерии. Известно, что после повреждения эндотелия тканевые факторы свертывания секретируются в течение 24 часов после повреждения, а повышенный уровень тромбина определяется спустя 72 часа. Восстановление поврежденного эндотелия происходит за 2 недели, а способность синтеза и секреции активаторов плазминогена и PAI-1 возобновляется через 4 недели [9]. Возникающие после ангиопластики тромбозы церебральных артерий подлежат лечению тромболитиками. Локальный фибринолиз показан для постоперационных тромбозов внутренней сонной артерии с флоттирующими сгустками, распространяющимися до основания черепа. Противопоказаниями являются тромбозы с вовлечением лентикюлостриальных артерий у больных с выраженными расстройствами сознания. Внутриартериальное применение тромболитиков в таких случаях показано в очень ранней стадии (1,5–2 часа). Komiyama H. [13] предлагает сразу после диагностики осложнений вводить 5,2 мг tPA в 10 мл физиологического раствора и 5000 IU гепарина в течение 10 минут через диагностический катетер, подведенный к месту эмболии. Авторы рекомендуют в качестве дооперационной подготовки при выполнении ангиопластики профилактическое введение tPA. Авторы рекомендуют выполнять механическое фрагментирование тромба перед проведением локального тромболитика. При этом авторы также рекомендовали механическое разрушение тромба с помощью микропроводника (выполнено у 68 % пациентов) [6]. В результате исследований последних лет стало очевидным, что системная активация PAI-1 в плазме после баллонной ангиопластики или исходно высокий его уровень являются благоприятным прогностическим фактором в предотвращении рестенозов [9]. Напротив, обнаружение в плазме снижение комплекса тромбин-анти тромбин III после инфузии tPA с последующим повышением его концентрации выше исходного уровня может быть прогностическим фактором риска ретромбозов после успешной реканализации.

Метод механической реканализации тромбированной артерии можно применять как первичный или в комбинации с селективным тромболитиком. Данная методика снижает или полностью исключает необходимость проведения тромболитика, тем самым уменьшая риск геморрагических осложнений. Ретриверы позволяют быстро выполнить реканализацию и могут быть более эффективны в случаях, когда окклюзирующий материал резистентен к воздействию плазминогена: например, если эмбол представлен элементами атеросклеротической бляшки [16, 19]. В течение последнего десятилетия для механической тромбэкстракции применяли устройства, отличающиеся в зависимости от точки приложения силы к тромбу: проксимальный подход с аспирацией/захватом сгустка или дистальный подход для устройств в виде корзинки или спирали. В исследовании MERCI (Mechanical Embolus Removal in Cerebral Embolism) изучали устройство для удаления тромба из внутричерепных артерий. Устройство «Merci» для тромбэкстракции было успешно использовано в 164 случаях, а частота реканализации достигла 55 %. Процент удалось увеличить до 68 % при комбинации механической тромбэкстракции и интраартериальной терапии [12]. Помимо тромбэкстрактора «Merci», в клинической практике широко используют «Solitaire™ FR Revascularization Device», «Penumbra System» и др. [15]. Полная или частичная ревазуляризация при использовании «Penumbra System» достигнута в 81,6 % случаев. Частота клинически значимых осложнений составила 3,2 %.

Полученные нами результаты в целом сопоставимы с имеющимися литературными данными. Высокий процент успешных реканализаций артерий связан с имеющейся у нас возможностью немедленного после возникновения интраоперационных осложнений проведения тромболитика и/или тромбэкстракции. Небольшая длительность окклюзии артерии (не более 20 мин) в условиях наркоза и стабильной гемодинамики объясняет небольшое количество послеоперационных неврологических осложнений. Следует отметить, что использование механической тромбэкстракции во всех случаях позволило полностью реканализировать тромбированный сосуд.

Выводы. При проведении эндоваскулярных вмешательств, для снижения риска тромбоэмболических осложнений необходима тщательная предоперационная подготовка пациента, оценка свертывающей системы крови и чувствительности к дезагрегантам. При обнаружении тромбоэмболических осложнений необходимо начинать проведение тромбэкстракции или немедленное

внутриартериальное суперселективное введение фибринолитика, а тромбэкстракторы и активаторы плазминогена должны являться необходимым оснащением эндоваскулярной операционной.

Применение тромбэкстракторов и тромболитической терапии с целью восстановления проходимости интракраниальных артерий достаточно эффективно (реканализация достигнута в 89,2 % случаев). Механическая реканализация (тромбэкстракция) снижает или полностью исключает необходимость проведения тромболитика, тем самым уменьшая риск геморрагических осложнений.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Список литературы / References

1. Maksimenko AV. Third-generation plasminogen activators: a new direction in research. *Bioorganicheskaia himija*. 1999; 25(8): 563-571. In Russian. [Максименко А.В. Активаторы плазминогена третьего поколения. Новое направление изучения. *Биоорганическая химия*. 1999; 25(8): 563-571].
2. Maksimenko AV, Tishhenko EG. Combined thrombolysis — a new direction of study of the third-generation plasminogen activators of. *Voprosy biologicheskoi medicinskoj i farmalogicheskoi himii*. 2000; 1: 1-10. In Russian. [Максименко А.В., Тищенко Е.Г. Комбинированный тромболитис — новое направление исследования активаторов плазминогена третьего поколения. *Вопросы биологической медицинской и фармакологической химии*. 2000; 1: 1-10].
3. Panchenko EP. Thrombolytic remedies. Part 3. *Clinical pharmacology and therapy = Klinicheskaja farmakologiya i terapija*. 1998; 7: 84-88. In Russian. [Панченко Е.П. Тромболитические средства. Часть 3. *Клиническая фармакология и терапия*. 1998; 7: 84-88].
4. Rozhchenko LV. Thrombolytic therapy in modern neurosurgical practice. In Russian. [Рожченко Л.В. Тромболитическая терапия в современной нейрохирургической практике]. www.hem-aids.ru/system/files/attachments/1256/new_newmet_032.doc.
5. Rozhchenko LV. Plasminogen activators in the treatment of cerebrovascular diseases. *Pharmaceutical Chemistry Journal = Khimiko-Farmatsevticheskii Zhurnal*. 2003; 37(6): 3-14. In Russian. [Рожченко Л.В. Активаторы плазминогена в лечении цереброваскулярных заболеваний. *Химико-фармацевтический журнал*. 2003; 37(6): 3-14].
6. Cheglov VI, Cheglov DV, Konotopchik SV, Sviridjuk OE. Thromboembolic complications during endovascular occlusion of saccular aneurysms and their treatment. *Pain, anaesthesia, intensive care = Bil', zneboljuvannja i intensivna terapija*. 2013; 2: 7-15. In Russian. [Щеглов В.И., Щеглов Д.В., Конотопчик С.В., Свиридюк О.Е. Тромбоэмболические осложнения при эндоваскулярных окклюзиях мешотчатых аневризм и методы их лечения. *Біль, знеболювання і інтенсивна терапія*. 2013; 2: 7-15].
7. Barnwell SL, Clark WM, Nguyen TT, O'Neill OR, Wynn ML, Coull BM. Safety and efficacy of delayed intraarterial urokinase therapy with mechanical clot disruption for thromboembolic stroke. *AJNR Am J Neuroradiol*. 1994; 5: 1817-1822.
8. Chen M. A checklist for cerebral aneurysm embolization complications *Journal of NeuroInterventional Surgery*. 2013; 5(1): 20-27.
9. Chris G, Kostner K. Plasmin activation system in stenosis: role in pathogenesis and clinical prediction? *J Tromb Trombolysis*. 1999; 3: 277-285.
10. Cronqvist M, Pierot L, Boulin A, Cognard C, Castaings L, Moret J. Local intraarterial fibrinolysis of thromboemboli occurring during endovascular treatment of intracerebral aneurysm: A comparison of anatomic results and clinical outcome. *AJNR Am J Neuroradiol*. 1998; 19: 157-165.
11. Kayimoto Y, Ohta T. Comparison of intrathecally administered urokinase, tissue-type plasminogen activator, and combination of urokinase and lysine plasminogen for clot lysis after experimental subarachnoid hemorrhage in dogs. *Neurosurg*. 1997; 40(3): 572-577.
12. Kesava P, Graves V, Salamat S, Rappe A. Intraarterial thrombolysis in a pig model: A preliminary note. *AJNR Am J Neuro-radiol*. 1997; 18: 915-920.
13. Komiyama M, Nishio A, Nishijiyama Y. Endovascular treatment of acute thrombotic occlusion of the cervical internal carotid artery associated with embolic occlusion of the middle cerebral artery: case report. *Neurosurg*. 1994; 2: 359-364.
14. Liang JF, Li Y, Yand VC. The potential mechanism for the effect of heparin on tissue plasminogen activator-mediated plasminogen activation. *Tromb Res*. 2000; 97(5): 439-358.
15. McDougall C, Clark W, Mayer T et al. The Penumbra Stroke Trial: safety and effectiveness of a new generation of mechanical devices for clot removal in acute ischemic stroke. *Proceedings of the International Stroke Conference, New Orleans*. 2008.
16. Nogueira RG, Schwamm LH, Hirsch JA. Endovascular approaches to acute stroke, part 1: drugs, devices, and data *AJNR*. 2009; 30: 649-661.
17. Qureshi AI, Luft AR, Sharna M, Guterman LR, Horkins LN. Prevention and treatment of thromboembolic and ischemic complications associated with Endovascular Procedures: Part I — Pathophysiological and pharmacological Features. *Neurosurgery*. 2000; 46(6): 1344-1359.
18. Sasaki O, Takeuchi S, Keike T, Keizumi T, Tanaka R. Fibrinolytic therapy for acute embolic stroke: intravenous, intracarotid and intra-arterial local approaches. *Neurosurgery*. 1995; 36: 246-253.
19. Smith WS, Sung G, Starkman S, et al. Safety and efficacy of mechanical embolectomy in acute ischemic stroke: Results of the merci trial *Stroke*. 2005; 36: 1432-1438.
20. Wardlaw JM, Warlow CP, Counsell C: Systematic review of evidence on thrombolytic therapy for acute ischaemic stroke. *Lancet*. 1997; 350: 607-614.
21. Zeumer H, Freitag HI, Thic A, Arning C. Local intra-arterial fibrinolytic therapy in patients with stroke: urokinase versus re-combinant tissue plasminogen activator (r-TPA) *Neuroradiology*. 1993; 35: 159-162.

Информация об авторах

Рожченко Лариса Витальевна — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, врач-нейрохирург отделения хирургии сосудов головного мозга «РНХИ им. проф. А. Л. Поленова» — филиала ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Иванов Алексей Юрьевич — доктор медицинских наук, врач-нейрохирург, руководитель отделения хирургии сосудов головного мозга «РНХИ им. проф. А. Л. Поленова» — филиала ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Дрягина Наталия Владимировна — врач-лаборант экспресс-лаборатории отделения реанимации «РНХИ им. проф. А. Л. Поленова» — филиала ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Петров Андрей Евгеньевич — канд мед наук, ведущий научный сотрудник, врач-нейрохирург отделения хирургии сосудов головного мозга «РНХИ им. проф. А. Л. Поленова» филиал ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Горощенко Сергей Анатольевич — врач-нейрохирург, научный сотрудник отделения хирургии сосудов головного мозга «РНХИ им. проф. А. Л. Поленова» — филиала ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Раджабов Саид Джабраилович — канд мед наук, старший научный сотрудник, врач-нейрохирург отделения хирургии сосудов головного мозга «РНХИ им. проф. А. Л. Поленова» — филиала ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Христофорова Маргарита Ивановна — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, врач-нейрохирург отделения хирургии сосудов головного мозга «РНХИ им. проф. А. Л. Поленова» — филиала ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Иванов Аркадий Александрович — врач-нейрохирург, научный сотрудник отделения хирургии сосудов головного мозга «РНХИ им. проф. А. Л. Поленова» — филиала ФГБУ «СЗФМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России

Author information

Larisa V. Rozhchenko, PhD, Senior Researcher, Neurosurgeon, Department of surgery of vessels of the brain, Polenov Neurosurgical Institute;

Aleksey Yu. Ivanov, MD, Neurosurgeon, Head of Department of surgery of vessels of the brain, Polenov Neurosurgical Institute;

Natalia V. Dryagina, Physician Assistant, Express-laboratory of the Intensive care unit, Polenov Neurosurgical Institute;

Andrey E. Petrov, PhD, Senior Researcher, Neurosurgeon, Department of surgery of vessels of the brain, Polenov Neurosurgical Institute;

Sergey A. Goroshchenko, Researcher, Neurosurgeon, Department of surgery of vessels of the brain, Polenov Neurosurgical Institute;

Said D. Radzhabov, PhD, Senior Researcher, Neurosurgeon, Department of surgery of vessels of the brain, Polenov Neurosurgical Institute;

Margarita I. Khristoforova, PhD, Senior Researcher, Neurosurgeon, Department of surgery of vessels of the brain, Polenov Neurosurgical Institute;

Arkadiy A. Ivanov, Researcher, Neurosurgeon, Department of surgery of vessels of the brain, Polenov Neurosurgical Institute.