

О ВЫБОРЕ РЕПЕРФУЗИОННОЙ СТРАТЕГИИ В ОСТРЕЙШЕМ ПЕРИОДЕ ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА

*Р.Л. Логвиненко – врач ОРХМДил^{1,2}

М.А. Домашенко – к.м.н., врач-невролог, руководитель регионального сосудистого центра¹

А.М. Францевич – к.м.н., врач ОРХМДил^{1,2}

Ал.В. Араблинский – д.м.н., профессор, зав. ОРХМДил^{1,3}

Ан.В. Араблинский – д.м.н., профессор, заведующий отделом лучевой диагностики^{1,2}

Л.С. Коков – д.м.н., профессор, чл.-корр. РАН, зав. ОРХМДИЛ, зав. кафедрой лучевой диагностики^{2,4}

¹ГБУЗ ГКБ имени С.П. Боткина ДЗ города Москвы,

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

²ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава РФ (Сеченовский Университет)

119991, Российская Федерация, г. Москва, ул. Большая Пироговская, 2, стр. 4

³РМАНПО Минздрава РФ.

Кафедра терапии и подростковой медицины

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

⁴ГБУЗ НИИ скорой помощи имени Н.В. Склифосовского ДЗ города Москвы

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

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

- ишемический инсульт
- реперфузионная стратегия
- механическая тромбэктомия
- аспирационная тромбэктомия
- комбинированная тромбэктомия
- тромболизис
- Solumbra
- active push deployment.

АННОТАЦИЯ:

В статье представлен анализ выбора стратегии лечения ишемического инсульта в острейшем периоде основанный на обширном обзоре литературы..

Цель: разработать концепцию эффективной тромбозэкстракции на основании оценки факторов, влияющих на результаты реперфузионного лечения ишемического инсульта, способов эндovasкулярного восстановления церебрального кровотока.

Методы: выполнен мета-анализ 44 источников отечественной и зарубежной литературы. Выполнен анализ факторов, ограничивающих эффективность различных реперфузионных подходов и анализ современных способов тромбэктомии.

Результаты: установлено, что техники SMAT (Solumbra) и PROTECT имеют преимущество по сравнению с аспирационными подходами к ТЭ в сокращении периода до полной реперфузии; методики с временной окклюзией сосуда-источника (BGS) SAVE и PROTECT значительно снижают риск распространения инсульта на новые сосудистые участки головного мозга и увеличивают частоту успешной реканализации.

Выводы: в настоящее время техника PROTECT является самой эффективной по частоте успешной реканализации, степени и скорости достигнутой реперфузии, а также по профилактике дистальной эмболии. Улучшению результатов эндovasкулярного лечения ишемического инсульта может способствовать экстраполяция опыта и принципов из других разделов интервенционной радиологии, разработка новых способов и стратегий реперфузии головного мозга, в зависимости от морфологии тромбозембола, его размеров, локализации и протяженности.

Для цитирования: Логвиненко Р.Л., Домашенко М.А., Францевич А.М., Араблинский Ал.В., Араблинский Ан.В., Коков Л.С.. «О ВЫБОРЕ РЕПЕРФУЗИОННОЙ СТРАТЕГИИ В ОСТРЕЙШЕМ ПЕРИОДЕ ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА». Журнал «Диагностическая и интервенционная радиология». 2018;12(2):71–84.

CHOICE OF REPERFUSION STRATEGY IN ACUTE PERIOD OF ISCHEMIC STROKE

*Logvinenko R.L. – MD^{1,2}

Domashenko M.A. – MD, PhD¹

Frantsevich A.M. – MD, PhD^{1,2}

Arablinskiy Al.V. – MD, PhD, professor^{1,3}

Arablinskiy An.V. – MD, PhD, professor^{1,2}

Kokov L.S. – MD, PhD, professor, corresponding member of RAS^{2,4}

¹GBUZ S.P. Botkin Municipal Clinical Hospital, Moscow

5, 2nd Botkinskiy proezd, Moscow, Russian Federation 125284

²Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University)

2 structure 4, Bolshaya Pirogovskaya, Moscow, Russian Federation, 119991

³Russian Medical Academy of Postgraduate Education

Chair of therapy and adolescent medicine

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

KEY-WORDS:

- ischemic stroke
- reperfusion strategy
- mechanical thrombectomy
- aspiration thrombectomy
- combined thrombectomy
- thrombolysis
- Solumbra
- active push deployment

ABSTRACT:

The article presents an analysis of the choice of strategy for the treatment of ischemic stroke in the acute period, based on literature review.

Aim: was to develop the concept of effective thromboextraction (TE), based on the evaluation of factors influencing results of reperfusion treatment of ischemic stroke (IS), methods of endovascular restoration of cerebral blood flow.

Materials and methods: meta-analysis of 44 sources of domestic and foreign literature is performed. The analysis of factors limiting the effectiveness of various reperfusion approaches and the analysis of modern methods of thrombectomy are performed.

Results: it is established, that SMAT (Solumbra) and PROTECT techniques have an advantage in comparison with aspiration approaches to thrombectomy in reducing the period to full reperfusion; methods with temporary occlusion of the source vessel (BGC) SAVE and PROTECT significantly reduce the risk of stroke spread to new vascular areas of the brain and increase the frequency of successful recanalization.

Conclusion: at present time, the PROTECT is the most effective technique in the frequency of successful recanalization, the degree and speed of achieved reperfusion, as well as in the prevention of distal embolization. Extrapolation of experience and principles from other sections of interventional radiology, development of new methods and strategies of brain reperfusion, depending on the morphology of thromboembolism, its size, localization and extent may contribute to improving results of endovascular treatment of ischemic stroke.

Введение

Ишемический инсульт является основной причиной инвалидизации в структуре сердечно-сосудистых заболеваний [1], а ежегодная смертность превышает 6,7 миллионов человек. При окклюзии внутренней сонной артерии (ВСА) [2] или проксимальных сегментов мозговых артерии передней циркуляции [3] смертность от инсульта колеблется в пределах 27-53%. Реперфузионная терапия является основным патогенетическим методом его лечения в острейшую фазу [4,5] «золотым стандартом» которой остается системный тромболитис. Недостатками этого метода являются «узкое» временное окно терапевтических возможностей – до 4,5 часов от момента развития неврологической симптоматики, высокая частота геморрагических осложнений и широкий перечень противопоказаний.

Постоянное совершенствование способов тромбэктомии (ТЭ) оставляет открытым вопрос об их преимуществах и недостатках, выборе хирургической тактики у отдельных групп пациентов, а также о том, каким требованиям они должны соответствовать.

Эффективность этих двух методов реперфузии ограничена рядом факторов.

Целью обзора является систематизация факторов, ухудшающих результаты реперфузионного лечения ишемического инсульта, способах эндоваскулярного восстановления церебрального кровотока, их систематизация, а также разработка на основе этих данных концепции эффективной ТЭ.

Задачам и исследования являются:

- 1) выявление факторов, снижающих эффективность реперфузионной терапии.
- 2) обзор и анализ, используемых в настоящее время, способов эндоваскулярного восстановления проходимости мозговых артерий.
- 3) классификация способов ТЭ по механизму удаления тромба или эмбола, по характеру его фикса-

ции, по входящим в их состав простых способов воздействия в зоне окклюзии, по характеру защиты от эмболии.

Материалы и методы

Проанализировано 44 литературных источника периодических научных изданий.

Выполнен анализ факторов, ограничивающих эффективность различных реперфузионных подходов и анализ современных способов ТЭ.

1. Факторы, снижающие эффективность реперфузионной терапии

Среди общих факторов, ухудшающих прогноз пациентов с ишемическим инсультом можно выделить:

- длительный период до реперфузии,
- геморрагическую трансформацию инфаркта головного мозга.

Все методы реперфузии имеют общую тенденцию – эффективность реперфузии головного мозга обратно пропорциональна длительности периода до восстановления кровотока [6,7].

Частота симптомных внутримозговых геморрагических осложнений варьирует от 2% до 7% (в среднем – 6%) [8-11]. К значимым геморрагическим осложнениям можно отнести, желудочно-кишечные, носовые, геморроидальные кровотечения, а также из не компримированных пунктированных сосудов и мест инъекций [12].

1.1 Факторы, снижающие эффективность системного тромболитиса

На эффективность тромболитиса, в частности, оказывают влияние следующие факторы.

Факторы, ограничивающие влияние на реканализацию артерии и степень достигаемой реперфузии:

- низкая концентрация фибринолитика в зоне окклюзии,
- большая протяженность (объем) тромба.

- химическая невозможность лизирования тромбозембола

Факторы, провоцирующие дистальную эмболию и реокклюзию:

- морфология тромбозембола,
- пожилой возраст и сопутствующие заболевания пациента.

Дистальный отдел ВСА, а также М1- или М2-сегменты средней мозговой артерии (СМА) [13] – наиболее типичные места локализации окклюзий церебральных артерий. Неэффективность фибринолитика и высокая летальность при окклюзии терминального отдела ВСА с распространением на СМА объясняется низкой концентрацией препарата, в связи с отсутствием притока и оттока крови. Подобным образом можно объяснить неэффективность тромболитика при значительном удалении любой окклюзии от проксимальной бифуркации. Ряд экспертов придерживаются мнения, что фибринолиз плохо подается сгустки протяженностью свыше 8 мм [14, 15], с низким содержанием фибрина и белые тромбоземболы [5, 15-17].

Традиционно считается, что системный тромболитис эффективнее у пациентов моложе 75 лет [5, 17]. Ключевым фактором риска развития симптомной геморрагической трансформации на фоне ТЛТ является пожилой возраст [5, 18, 19].

1.2 Факторы, снижающие эффективность тромбэктомии.

ТЭ должна учитывать следующие факторы, влияющие на функциональный исход пациентов:

- геморрагические осложнения,
- распространение инсульта на новые сосудистые территории головного мозга,
- неудачная реканализация,
- длительное время процедуры.

«Briging-концепция» (сочетание тромболитиса и последующей ТЭ) имеет наивысший класс рекомендаций с частотой геморрагической трансформации 2% [20-22].

Распространение инсульта на новые территории головного мозга вызывается дистальной эмболией в результате фрагментации тромба, что связывают с «briging-тромболитисом», активацией собственной системы гемореологической регуляции или медицинским инструментарием во время выполнения ТЭ. Так, например, низкое содержание фибрина делает тромбозембол более эмболоопасным» [23].

Неудачная реканализация или её субоптимальный результат могут быть обусловлены церебральным атеросклерозом, несовершенством современных устройств и способов ТЭ, или недостаточной квалификацией операционной бригады.

Увеличение сроков до реканализации церебральной артерии ($p = 0,028$) и времени самой реканализации ($p = 0,010$) ухудшает прогноз в отношении симптомных геморрагических кровоизлияний [24].

2. Обзор наиболее популярных способов тромбэктомии

Аспирационные способы тромбэктомии.

В анализ аспирационной форсированной ТЭ (Forced aspiration suction thrombectomy) (FAST) включили 37 пациентов: 30 – с окклюзией артерий головного мозга передней циркуляции и 7 – задней. Этот способ продемонстрировал частоту успешной реканализации 75%. Кровоток TICI 3 получен в 65%, а TICI 2b – в 10% случаев. Время от пункции до реперфузии составило 28,1 мин. Тем не менее, в 9 случаях потребовалось применение стент-ретривера, [25 – 28] что говорит о вероятной дистальной эмболии фрагментами аспирируемого сгустка. Этот способ ТЭ характеризуется низкой стоимостью, прост в выполнении и имеет хорошие результаты при удалении плотного тромбозембола.

Преимущество данного способа ТЭ авторы объясняют большим, чем в исследовании FAST, внутренним просветом реперфузионного катетера. В настоящее время данный способ выполняется при непрерывной аппаратной аспирации с помощью электронасоса. Однако, в случае аспирации крупного тромба с низким содержанием фибрина логичным вариантом осложнения операции может выступать дистальная эмболизация его фрагментами, срезанными об край катетера, о чем свидетельствует более низкая общая частота успешной реканализации по сравнению с исследованием FAST.

Применение баллонных окклюдующих направляющих катетеров «BGC».

Ретроспективное исследование 139 пациентов перенесших эндоваскулярную ТЭ показало эффективность использования баллонного направляющего катетера для профилактики дистальной эмболии. Пациенты с окклюзией М1-сегмента СМА или ВСА разделены на группу с использованием баллонного направляющего катетера (BGC) – 73 и с обычным направляющим катетером (GC) – 66 человек. Успешной реканализации с оценки TICI 3/2b были выше в группе BGC 63% при окклюзии СМА и 86,3% - ВСА – TICI 3/2b, по сравнению с группой GC 48 % и 72,7% соответственно (отношение шансов (OR), 0,6; 95% доверительный интервал (CI), 0,2-1,4; $P = 0,04$). Важно отметить, что дистальная эмболия была реже в группе BGC 5 – 6,8% против GC 21 – 31,8% (OR, 6,3, 95% ДИ, 2,2-18,0, $P < 0,001$). Использование баллонного направляющего катетера [29] и обкрадывание мозгового кровотока снижают риск дистальной эмболизации фрагментами тромба диаметром более 1 мм, $p < 0,01$ [25, 26].

«Стратегия перехода (Switch)».

Позднее было проведено сравнение аспирационной ТЭ и дополнения ее стент-ретриверной ТЭ. Первую группу составили 61 пациент с успешной реканализацией способом FAST, вторую – 74 пациента с ТЭ стент-ретривером Solitaire, доставленным к окклюзии через реперфузионный катетер после неудачной аспирации тромба –

«Стратегия перехода (Switch)». Последний способ показал увеличение частоты реканализации TICI 2b-3 до 85,1% против 73,8%, $p = 0,10$) и улучшение частоты хорошего функционального исхода через 90 суток 67,6% против 49,2%, $p = 0,03$. Медиана времени от пункции до реканализации составила 60 против 68 минут, $P=0,485$. Использование двух методов ТЭ улучшает ангиографические результаты [25, 30 – 32]. Switch позволяет чередовать аспирационные методики и стент-ретриверные технологии, и применяется в случае неудачи или дистальной эмболии крупным фрагментом.

Способ ТЭ стент-ретривером с дистальной аспирацией «Solumbra» как реализация принципа стент-ретривер опосредованной мануальной аспирационной тромбэктомии «SMAT».

Способ ТЭ Solumbra (от названий устройств: для механической тромбэктомии – стент-ретривера Solitaire и для прямой аспирации тромба – Penumbra) основан на выполнении стент-ретриверной ТЭ с дистальной аспирацией [25, 30].

Ряд авторов называет принцип этой ТЭ стент-ретривер опосредованной мануальной аспирационной тромбэктомии «SMAT». Ретроспективный анализ 105 пациентов, с применением способа тромбэктомии Solumbra показал частоту успешной реваскуляризации TICI 2b 88% с уровнем функционально независимого исхода 0-2 балла по шкале Рэнкина у 44% пациентов [25, 31-33].

В ретроспективном анализе опыта лечения 195 пациентов представлены данные о реканализации TICI 3/2b в 91% случаев при применении подхода SMAT по сравнению с 88% – при простой аспирационной тромбэктомии, а частота реканализации мозговой артерии за один попытку тромбэктомии составила 49%. Время от пункции артерии до реканализации при применении способа SMAT составило 49 минут, против 77 минут при простой аспирации ($p < 0,00001$). Уровня функционально независимого исхода достигли 42% пациентов против 46%, $p > 0,05$. Различия в большинстве критериев сравнения не являются статистически значимыми, однако авторы склонны считать, что «мультимодальные» подходы к интервенционному восстановлению мозгового кровотока ангиографически более успешны и сокращают время реперфузии [34].

Способ ТЭ стент-ретривером с применением проксимальной защитой от эмболии и обкрадыванием мозгового кровотока «PROTECT»

При анализе 200 пациентов техника проксимальной баллонной окклюзии крупного сосуда-источника мозгового кровоснабжения совместно с прямой аспирацией сгустка из направляющего катетера во время выполнения ТЭ стент-ретривером показала снижение времени операции (29 против 40 мин, $P = 0,002$), увеличение частоты успешной реперфузии (100% против 78%, $P = 0,001$) и полной реперфузии (70% против 39%; $P < 0,001$) по сравнению только с дистальной

аспирации во время ТЭ [35]. Потенциально метод может иметь следующие ограничения, которые могут способствовать возможной эмболии мозговых артерий и увеличению зоны инсульта. Извитость сосуда-источника мозгового кровоснабжения повышает риск потери тромба или его фрагментации. При несостоятельности соединительных артерий на стороне поражения возможно выраженное коллабирование протяженного участка сосуда-источника.

ТЭ с применением методики стент-ассистированной вакуумблокированной экстракции «SAVE»

В феврале 2017 года был опубликован доклад об опыте применения для эндоваскулярной ТЭ техники «stent retriever assisted vacuum-locked extraction» (SAVE) – стент-ассистированной вакуумблокированной экстракции тремя крупными инсультными центрами. Реперфузия первого прохода с показателем оценки mTICI 3 составила 72% случаев со средним временем от пункции до реперфузии 36 минут $\pm 15,8$. Реперфузия со средним числом проходов $1,2 \pm 0,7$ попыток с показателем mTICI 2b балла была достигнута в 100% случаев со средним временем от пункции до реперфузии 44,5 минуты $\pm 25,8$. Частота эмболизации на новые территории составила 0%. Частота симптомных геморрагических осложнений, повлекшая смерть на 4 сутки послеоперационного периода составила 3%. На день выписки средняя оценка по шкале NIHSS составила 4 балла (0-17), а частота хорошего функционального исхода по модифицированной шкале Рэнкин менее, либо равно 2 баллам составила 59%. В настоящее время эта техника является финальной в многолетнем развитии эндоваскулярных методов лечения ишемического инсульта связанного с окклюзией крупного сосуда, показавшая быструю и эффективную полную «реперфузию одного прохода» [36]. Данная комбинированная техника является комбинацией ТЭ с использованием стент-ретривера и техники FAST. Важным условием является постоянное прилегание страт стент-ретривера к стенкам сосуда на протяжении ТЭ. Отрицательное давление в аспирационном катетере обеспечивает удержание проксимальной части эмбола. Это уменьшает растяжение и фрагментацию тромба при тракции, снижая риск развития дистальной эмболии, и повышает вероятность ТЭ за одну попытку.

Способ активного расправления ретривера «APD»

In vitro показано, улучшение аппозиции ретривера при использовании активного расправления «active push deployment» (APD): расширение на 30 % за счет укорочения на 5% стент-ретривера Trevo и на 19% и 4% – стент-ретривера Solitaire соответственно. В ретроспективном анализе применения техники APD показана высокая степень реканализации – до 90% без перфораций церебральных артерий [37]. Большой референсный диаметр стент-ретриверов позволяет работать в широком диапазоне диаметров сосудов благодаря их ограниченной радиальной жесткости. Основным усло-

вием эффективной фиксации тромба в ячейках стент-ретривера является его аппозиция.

Метод, повышающий эффективность аспирации при тромбэктомии стент-ретривером «BWT»

Опыты in-vitro показали, что удаление микрокатетера после расправления стента приводит к значительному увеличению аспирационного потока через катетер доступа ($P < 0,001$). Ретроспективный анализ 302 случаев применения методики «bare wire thrombectomy» (BWT) – ТЭ с «обнаженным» проводником, показал отсутствие осложнений [38].

Метод восстановления кровотока по СМА без восстановления антеградного кровотока по ВСА

Метод разработан Володюхиным М.Ю. и Новожиловой А.А. для восстановления кровотока только в СМА при тандемной окклюзии ВСА и СМА с минимизацией вероятности эмболизации на новые сосудистые участки головного мозга. Он показал практическую возможность восстановления кровотока по СМА без восстановления кровотока во ВСА. Отдаленные результаты применения данного способа ТЭ до настоящего времени не доступны, однако, метод представляется логически обоснованным [39, 40].

3. Классификация способов ТЭ

Развитие активных эндоваскулярных методов лечения началось с этапа применения механического разрушения тромба «mechanical clot disruption» (MCD). Метод увеличивал доступность тромбоэмбола воздействию тромболитического препарата. Это увеличивало частоту реканализации целевой артерии при системном тромболитизисе, но сопровождалось высоким процентом дистальной эмболии [25, 41–43] и, в связи с этим, широко не распространено.

Современные способы ТЭ можно разделить на три основных вида:

- механическую (с использованием петлевых ретриверов или стент-ретриверов),
- аспирационную,
- комбинированную.

Применение стент-ретриверов сокращает вдвое время реканализации и увеличивает частоту достижения пациентами хорошего функционального исхода [44].

К аспирационным методам относят прямую аспирацию тромба или эмбола через направляющий или аспирационный катетер (ADAPT):

- мануальную,
- аппаратную.

Комбинированная тромбэктомия – это последовательное или одномоментное (симультанное) сочетание двух и более простых способов.

- простая комбинация аспирационных технологий (FAST) (при одновременной аспирации из направляющего катетера),
- комбинация аспирационных технологий с применением проксимальной защиты от эмболизации,
- простая комбинация стент-ретриверных и аспирационных технологий (Switch),

рационных технологий (Switch),

- комбинация стент-ретриверных и аспирационных технологий, с применением способов проксимальной (SMAT (Solumbra), PROTECT и дистальных защиты от эмболии

- сочетание двух комбинированных способов ТЭ (SAVE)

Способы, повышающие эффективность отдельных этапов тромбэктомии с использованием стент-ретриверных технологий

- методики, увеличивающие воздействие ретривера в зоне окклюзии (при всех видах ТЭ) (APD),
- методики, влияющие на качество аспирационного компонента (при комбинированных способах ТЭ) (BWT) (GBC),
- методики, уменьшающие эмболизацию при распространённом тромбозе (частичное расправление стент-ретривера за эмболом при SAVE).

Результаты и обсуждение

Результаты анализа способов ТЭ (табл. 1):

1) техники SMAT (Solumbra) и PROTECT имеют преимущество по сравнению с аспирационными подходами к ТЭ в сокращении периода до полной реперфузии;

2) методики с временной окклюзией сосуда-источника (BGC) SAVE и PROTECT значительно снижают риск распространения инсульта на новые сосудистые участки головного мозга и увеличивают частоту успешной реканализации.

Вопрос о пользе применения дистальной аспирации остается дискуссионным. Сравнение подходов дистальной аспирации с тромбэктомией стент-ретривером (SMAT) и прямой аспирации (MAT) в отношении достижения пациентами уровня функциональной независимости метод преимуществ не показал. Однако, SMAT может быть более полезен в увеличении скорости реперфузии и логически более обоснован как мультимодальный способ. В частности, способ Solumbra остается самым изученным и универсальным методом удаления тромбоэмболов вне зависимости от локализации окклюзии церебральных артерий. Дополнение этого метода временной окклюзией сосуда-источника представляется перспективным, однако требует рандомизированного сравнения.

Техника FAST имеет достаточно высокую частоту реканализации, но в связи с риском дистальной эмболизации её использование должно определяться уверенностью оператора в достаточной плотности тромбоэмбола и комбинироваться с временной окклюзией сосуда-источника.

Результаты использования методики SAVE пока не имеют сравнения с другими методами восстановления церебрального кровотока, но показывают наилучший результат по достижению пациентами уровня функциональной независимости после инсульта и отсутствию

Таблица 1. Сравнительный анализ различных способов тромбэктомии из артерий головного мозга.

Исследование и локализация поражения	Частота реканализации (TICI 3/2b)	Время от пункции до реперфузии	mRs 0-2	Частота фрагментации тромбозембола или дистальной эмболии	N (число наблюдений)
FAST vs MCD (BCA)	85% vs 32%, p=0.001	45% vs 16%, p=0.048			39
ADAPT (BCA, CMA, БА)	75% (65%/10%)	28,1 минут		24,3% (9 случаев последующего использования стентретривера)	37
BGC vs GC CMA	63% vs 48%, p=0,04			5% vs 21%, p<0,001	139
BGC vs GC BCA	86,3% vs 72,7%, p=0,04			6,8% vs 31,8%, p<0,001	
Switch vs FAST	85,1% vs 73,8%, p = 0,10	60 минут vs 68 минут	67,6% vs 49,2%, p=0,03		135
Solumbra (BCA, CMA, БА)	88%		44%		105
SMAT vs MAT	91% vs 88%, p>0,05	49 минут vs 77 минут, p < 0.00001	42% vs 46%, p>0,05		195
PROTECT vs MAT	100% vs 78%	29 минут vs 40 минут, p =0,002			200
SAVE	100%	44,5 минут ±25,8 минут	59%	0%	32

Примечания: BCA – внутренняя сонная артерия, CMA – средняя мозговая артерия, БА – базилярная артерия

дистальной эмболизации. Она является наиболее перспективной, так как имеет, сопоставимые с техникой PROTECT частоту реканализации целевой артерии, а также скорость и степень достигаемой реперфузии.

Заключение

Техника PROTECT в настоящее время является самой эффективной по сравнению с простыми методиками ТЭ по частоте успешной реканализации, степени и скорости достигнутой реперфузии, а также по профилактике дистальной эмболии, учитывая преимущество использования временной баллонной окклюзии сосуда-источника, при поражении в каротидном бассейне.

Требуется рандомизированная оценка эффективности принципа SMAT (техника Solumbra) при его применении с временной окклюзией сосуда-источника.

Концепцию эффективной комбинированной ТЭ можно представить в следующем виде. Она должна учитывать необходимость обеспечения полной элиминации тромбозембола в ходе минимального числа попыток, препятствовать эмболизации проксимальных и дистальных ветвей артерии, способствовать сокращению лучевой и контрастной нагрузки на пациента. Своевременно выявление прогностических факторов неэффективности системного тромболизиса должно способствовать раннему направлению пациентов на неотложную ТЭ без введения тромболитика. Улучшению результатов эндоваскулярного лечения ишемического инсульта может способствовать экстраполяция опыта и принципов из других разделов интервенционной радиологии, разработка новых способов и стратегий реперфузии головного мозга, в зависимости от морфологии тромбозембола, его размеров, локализации и протяженности. ■

Список литературы/ References

1. Newsletter of the WHO №317, 2015 January.
2. Jansen O., von Kummer R., Forsting M. et al. Thrombolytic therapy in acute occlusion of the intracranial internal carotid artery bifurcation. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1995; Nov-Dec; 16(10): 1977–86.
3. Furlan A., Higashida R., Wechsler L. et al. Intra-arterial prourokinase for acute ischemic stroke. The PROACT II study: a randomized controlled trial. Prolyse in Acute Cerebral Thromboembolism. *JAMA.* 1999 Dec; 282(21): 2003–11.
4. Домашенко М.А., Максимова М.Ю., Гафарова М.Э. и др. Персонализация подходов к реперфузионной терапии ишемического инсульта. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии.* 2017; 11(1): 7–13.
Domashenko M.A., Maksimova M.Yu., Gafarova M.E. i dr. Personifikatsiya podkhodov k reperfuzionnoj terapii ishemicheskogo insul'ta [Personification of approaches to reperfusion therapy of ischemic stroke.] *Annaly klinicheskoy i experimental'noj neurologii.* 2017; 11(1): 7–13.
5. Домашенко М.А., Панова К.В., Муртазалиева Д.М. и др. Персонализация тромболитической терапии пациентов с ишемическим инсультом. *Medica mente/Лечим с умом.* 2017; 3(1): 45–48.
Domashenko M.A., Panova K.V., Murtazaliev D.M. i dr. Personifikatsiya tromboliticheskoy terapii patsientov s ishemicheskim insulom [Personification of thrombolytic therapy in patients with ischemic stroke.] *Medica mente.* 2017; 3(1): 45–48.
6. Emberson J. et al. Effect of treatment delay, age, and stroke severity on the effects of intravenous thrombolysis with alteplase for acute ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from randomised trials. *Lancet.* – 2014; 384(9958): 1929–1935.
7. Fransen P.S., Berkhemer O.A., Lingsma H.F. et al. Time to Reperfusion and Treatment Effect for Acute Ischemic Stroke: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Neurol.* 2016 Feb; 73(2): 190–196.
8. Seet R.C., Rabinstein A.A. Symptomatic intracranial hemorrhage following intravenous thrombolysis for acute ischemic stroke: a critical review of case definitions. *Cerebrovasc Dis.* 2012; 34: 106–114.
9. Yaghi S., Eisenberger A., Willey J.Z. Symptomatic intracerebral hemorrhage in acute ischemic stroke after thrombolysis with intravenous recombinant tissue plasminogen activator: a review of natural history and treatment. *JAMA Neurol.* 2014; 71(9): 1181–1185.
10. Yaghi S., Boehme A.K., Dibu J. et al. Treatment and Outcome of Thrombolysis-Related Hemorrhage: A Multi-center Retrospective Study. *JAMA Neurol.* 2015; 72(12): 1451–1457.
11. Hacke W., Kaste M., Bluhmki E. et al. Thrombolysis with alteplase 3 to 4.5 hours after acute ischemic stroke. *N Engl J Med.* 2008; 359: 1317–1329.
12. Nikoubashman O., Reich A., Pjontek R. et al. Postinterventional subarachnoid haemorrhage after endovascular stroke treatment with stent retrievers. *Neuroradiology.* 2014; Dec; 56(12): 1087–1096.
13. Корниенко В.Н., Пронин И.Н. Диагностическая нейрорадиология. М.: Институт Нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. 2006; 1317.
Kornienko V.N., Pronin I.N. Diagnosticheskaya nejroradiologiya. [Diagnostic Neuroradiology]. Moscow. 2006: 1317 [In Russ].
14. Urbach H. et al. Local intra-arterial thrombolysis in the carotid territory: does recanalization depend on the thromboembolus type? *Neuroradiology* 2002; 44: 695–699.
15. Riedel C.H., Zimmermann P, Jensen-Kondering U. et al. The importance of size: successful recanalization by intravenous thrombolysis in acute anterior stroke depends on thrombus length. *Stroke.* 2011;Jun; 42(6):1775–1777.
16. Del Zoppo C.J. et al. Recombinant tissue plasminogen activator in acute thrombotic and embolic stroke. *Ann. Neurol.* – 1992, 32: 78–86.
17. Mori E. et al. Intravenous recombinant tissue plasminogen activator in acute carotid territory stroke. *Neurology,* 1992; 42: 976–982.
18. Шамалов Н.А. Оптимизация реперфузионной терапии у пациентов с ишемическим инсультом. Автореферат. Дисс. док. мед. наук. М. 2012. 47.
Shamalov N.A. Optimizatsiya reperfuzionnoj terapii u patsientov s ishemicheskim insultom. Diss. dokt. med. nauk [Optimization of reperfusion therapy in patients with ischemic stroke. Dr. med. sci. diss.]. Moscow. 2012: 47 [In Russ].
19. Lansberg M.G. et al. Risk factors of symptomatic intracerebral hemorrhage after tPA therapy for acute stroke. *Stroke.* – 2007; 38: 2275–2278.
20. Bracard S., Ducrocq X., Mas J.L., et al. Mechanical thrombectomy after intravenous alteplase versus alteplase alone after stroke (THRACE): a randomised controlled trial. *Lancet Neurol.* 2016; Oct; 15(11): 1138–1147.
21. 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 Mar; 49(3): 46 – 99.
22. Eva A. Mistry, Akshitkumar M. Mistry, Mohammad Obadah Nakawah, Mechanical Thrombectomy Outcomes with and without Intravenous Thrombolysis in Stroke Patients. *Stroke.* 2017 Sept; 48(9): 2450–2456.
23. Kaesmacher J., Boeckh-Behrens T., Simon S. et al. Risk of Thrombus Fragmentation during Endovascular Stroke Treatment. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2017 May; 38(5): 991–998.
24. Nikoubashman O., Reich A., Pjontek R. et al. Postinterventional subarachnoid haemorrhage after

- endovascular stroke treatment with stent retrievers. *Neuroradiology*. 2014 Dec; 56(12): 1087–1096.
25. Kang D.H., Park J. Endovascular Stroke Therapy Focused on Stent Retriever Thrombectomy and Direct Clot Aspiration: Historical Review and Modern Application *J Korean Neurosurgical Society* 2017 May; 60(3): 335–347.
26. Kang D.H., Hwang Y.H., Kim Y.S. et al. Direct thrombus retrieval using the reperfusion catheter of the penumbra system: forced-suction thrombectomy in acute ischemic stroke. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2011 Feb; 32(2): 283 – 287.
27. Hwang Y.H., Kang D.H., Kim Y.W. et al. Outcome of forced-suction thrombectomy in acute intracranial internal carotid occlusion. *J Neurointerv Surg*. 2013; 5 (Suppl 1): 81–84.
28. Turk AS, Spiotta A, Frei D, et al. Initial clinical experience with the ADAPT technique: a direct aspiration first pass technique for stroke thrombectomy. *J Neurointerv Surg*. 2014 Apr; 6(3): 231–237.
29. 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 Sept; 159(9): 1671–1677.
30. Kang D.H., Kim Y.W., Hwang Y.H. et al. Switching strategy for mechanical thrombectomy of acute large vessel occlusion in the anterior circulation. *Stroke*. 2013; Dec; 44(12): 3577–3579.
31. Deshaies EM. Tri-axial system using the Solitaire-FR and Penumbra Aspiration Microcatheter for acute mechanical thrombectomy. *J Clin Neurosci*. 2013; 20(9): 1303–1305.
32. Humphries W., Hoit D., Doss V.T. et al. Distal aspiration with retrievable stent assisted thrombectomy for the treatment of acute ischemic stroke. *J Neurointerv Surg*. 2015; 7(2): 90–94.
33. Lee J.S., Hong J.M., Lee S.J. et al. The combined use of mechanical thrombectomy devices is feasible for treating acute carotid terminus occlusion. *Acta Neurochir (Wien)* 2013; 155(4): 635 – 641.
34. Jadhav A.P., Aghaebrahim A., Horev A. et al. Jovina, Stent Retriever-Mediated Manual Aspiration Thrombectomy for Acute Ischemic Stroke. *Interv Neurol*. 2017 Mar; 6(1-2): 16 – 24.
35. Maegerlein C., Münch S., Boeckh-Behrens T. et al. PROTECT: PProximal 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*. 2017; 0: 1 – 5.
36. Maus V., Behme D., Kabbasch C. et al. Maximizing First-Pass Complete Reperfusion with SAVE. *Clin Neurointervent Surg*. 2017 Feb 13. doi: 10.1007/s00062-017-0566-z.
37. Wiesmann M., Brockmann M.A., Heringer S. et al. Active push deployment technique improves stent/vessel-wall interaction in endovascular treatment of acute stroke with stent retrievers. *J Neurointerv Surg*. 2017 Mar; 9(3): 253 – 256.
38. Nikoubashman O., Alt J.P., Nikoubashman A. et al. Optimizing endovascular stroke treatment: removing the microcatheter before clot retrieval with stent-retrievers increases aspiration flow. *J Neurointerv Surg*. 2017 May; 9(5): 459–462.
39. Володюхин М.Ю., Новожилова А.А. Способ восстановления кровотока при сочетанном тромбозе внутренней сонной и средней мозговой артерий. Патент на изобретение РФ № 2629046, 2016. Volodyukhin M.U., Novozhilova A.A. Sposob vosstanovleniya krovotoka pri sochetannom tromboze vnutrennej sonnoj i srednej mozgovoy arterij [A method for restoring of blood flow in a combined thrombosis of the internal carotid and middle cerebral artery]. Patent RF №2629046, 2016.
40. Володюхин М.Ю. Рентгенэндоваскулярный метод восстановления церебрального кровотока при острой тандемной окклюзии внутренней сонной артерии с развитием эмболии в среднюю мозговую артерию. *Казанский медицинский журнал*. 2016; 97(3): 457–460. Volodyukhin M.U. Rentgenendovaskulyarnyj metod vosstanovleniya cerebral'nogo krovotoka pri ostroy tandemnoj okklyuzii vnutrennej sonnoj arterii s razvitiem embolii v srednyuyu mozgovuyu arteriyu. [Endovascular method of cerebral blood flow restoration in acute tandem occlusion of the internal carotid artery with embolism development in the middle cerebral artery.] *Kazanskiy meditsinskij zhurnal*. 2016; 97(3): 457–460.
41. Noser EA, Shaltoni HM, Hall CE, et al. Aggressive mechanical clot disruption: a safe adjunct to thrombolytic therapy in acute stroke? *Stroke* 2005; 36: 292–296.
42. Nakano S., Iseda T., Yoneyama T. et al. Direct percutaneous transluminal angioplasty for acute middle cerebral artery trunk occlusion: an alternative option to intra-arterial thrombolysis. *Stroke* 2002; 33: 2872–2876.
43. Qureshi AI, Siddiqui AM, Suri MF. et al. Aggressive mechanical clot disruption and low-dose intra-arterial third-generation thrombolytic agent for ischemic stroke: a prospective study. *Neurosurgery* 2002; 51: 1319–1329.
44. 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 Feb; 7(1): 1–7.