

ТРОМБЭКТОМИЯ ПРИ ОСТРОМ ИШЕМИЧЕСКОМ ИНСУЛЬТЕ — СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

М.Ю. Володюхин

ГАУЗ «Межрегиональный клинико-диагностический центр». Отделение рентгенхирургических методов диагностики и лечения.

Представлен обзор литературы, посвященной применению современных внутриапериальных методов реканализации при остром ишемическом инсульте, рассмотрены факторы, влияющие на клиническую эффективность их применения.

Ключевые слова: острый ишемический инсульт, тромбэктомия, внутриапериальные методы реканализации.

The aim of this article was describe the contemporary experience use of mechanical thrombectomy devices for the treatment of acute ischemic stroke and factors which influence on clinical efficient them use.

Key words: acute ischemic stroke, thrombectomy, intraarterial methods of recanalization.

Ишемический инсульт сохраняет лидирующие позиции по инвалидизации и третье место по смертности среди взрослого населения в развитых странах [14]. В Российской Федерации инсульт является причиной смерти 175 человек на 100 000 населения [30]. Мета-анализ опубликованных результатов лечения острого ишемического инсульта (ОИИ) за период с 1985 по 2002 г. (2066 пациентов) продемонстрировал, что восстановление кровотока в ранний период ОИИ увеличивает вероятность хорошего функционального исхода в 4,5 раза по сравнению с пациентами, у которых восстановление кровотока не произошло [24]. В данной статье представлен обзор литературы по применению одного из методов восстановления кровотока при ОИИ — тромбэктомии.

После опубликования результатов применения внутривенной тромболитической терапии (ВВ ТЛТ) при ОИИ учеными Национального института неврологических заболеваний и инсульта США (NINDS) в 1995 г. данный метод начинают широко внедрять в клиническую практику [1]. Эффективность его применения при ОИИ в бассейне средней мозговой артерии (СМА) составляет 26–30%, а частота реокклюзии достигает 34% [13, 21, 35]. У пациентов с длительностью инсульта более 3 часов, при неврологическом дефиците более 10 баллов (шкала NIHSS), окклюзии крупного сосуда, атеро- или кардиоэмбологенном генезе инсульта эффективность ВВ ТЛТ остается низкой [33, 38].

Возможность применения внутриапериальной тромболитической терапии (ВА ТЛТ) при ОИИ впервые описана Н. Zeumer и соавт. в 1983 г. [39]. Локальное подведение тромболитического вещества позволяет создать его высокую концентрацию в области тромба и снизить объем его введения, что теоретически снижает риск развития геморрагических осложнений и расширяет рамки терапевтического окна. Возможность механического разрушения тромба с помощью микрокатетера и микропроводника позволяет увеличить площадь соприкосновения тромболи-

тического вещества и тромба, что ускоряет процесс реканализации [3]. Клиническая эффективность применения ВА ТЛТ была продемонстрирована в исследованиях PROACT I (Pro-Urokinase for Acute Cerebral Thromboembolism) и PROACT II. Эффективное восстановление кровотока (по шкале TICI — Thrombolysis In Cerebral Infarction) наблюдали в 58 и 66% случаев соответственно. Частота симптомных геморрагических трансформаций (СГТ) достигала 15%, а летальность — 24% [11]. Недостатками ВА ТЛТ являются длительное время ожидания химического воздействия тромболитического вещества и высокий риск развития СГТ из-за его применения. Отмечена низкая эффективность данного метода при окклюзии крупного сосуда, атеро- или кардиоэмбологенном генезе инсульта. Пока ни одно из исследований не продемонстрировало, что эффективность применения ВА ТЛТ выше по сравнению с ВВ ТЛТ у пациентов, подходящих для ВВ ТЛТ, или по сравнению с плацебо у пациентов, не подходящих для ВВ ТЛТ [22].

Выполнение тромбэктомии при ОИИ позволяет быстро восстановить кровоток по интрацеребральным артериям. Отсутствие необходимости или минимальное введение тромболитических веществ теоретически уменьшает риск развития СГТ. Удаление тромба снижает риск развития ретромбоза [20]. Производители предлагают более десятка различных устройств, позволяющих механически восстановить кровоток по интрацеребральным артериям. На территории Российской Федерации зарегистрировано 7 тромбэкстракторов: CATCH (Balt), MERCI (Concentric), Penumbra, ReVIVE (Codman), TREVO (Concentric), Solitaire FR (Covidien). По механизму действия данные устройства можно разделить на три группы: тромбэкстракция, тромбаспирация и временный шунт (табл. 1).

Тромбэкстрактор CATCH (Balt) является одним из первых устройств, созданных для выполнения механической реканализации, и представляет собой корзину, плетеную из нитиноловых ни-

Таблица 1 / Table 1

Современные типы тромбэкстракторов / Current types of thrombectractors

Наименование устройства	Механизм реканализации	Фирма-изготовитель
CATCH	Тромбэкстракция	Balt
MERCI	Тромбэкстракция	Concentric medical
Penumbra	Тромбаспирация	Penumbra
Vasco ASPI	Тромбаспирация	Balt
ReVive	Временный шунт, тромбэкстракция	Codman
Trevo	Временный шунт, тромбэкстракция	Concentric medical
Solitaire FR	Временный шунт, тромбэкстракция, стентирование	Covidien

Таблица 2 / Table 2

Эффективность применения тромбэкстракторов различного типа / Effectiveness of various thrombectractors usage

Наименование устройства/ Исследования, данные литературы	Количество пациентов	Осложнения, связанные с устройством	TICI 2B-3, %	ВА ТЛТ, %	АсГТ, %	СГТ, %	Летальность, %	Исход 0-2 mRS, %
CATCH /AJNR 2011	40	6%	65	90	31	18	41	39
Merci X5 X6/MERCI trials	147	13% (7.1% клинически значимыми)	48	36	27.7	7.8	43.5	27.7
MERCI L5/ multi-MERCI trial	164	9.8% (5.5% клинически значимыми)	55	29.3	30.5	9.8	34	36
Penumbra/ Penumbra Phase 1 Stroke Trial Investigators	23	3% (трудности в до- ставке устройства)	100	45	30	10	45	35
Penumbra/Penumbra Pivotal Stroke Trial	125	3.4%	81.6	?	17	11.2	32.8	25
Penumbra/ Penumbra POST trial 2009	157	2.6% (диссекция, перфорация)	87	68.6	14.6	6.4	21	41
ReVive SE / Stroke 2011	10	нет	100	20	?	20	30	?
Trevo system / Stroke. 2012	60	нет	86.7	13	?	11.7	28.3	45
Solitaire FR / J Neuro Intervent Surg 2012	56	10 (вазоспазм, дис- тальная эмболия)	89.2		3.50	1.70	7,4	53.5
Solitaire FR / Neuroradiology 2011	14	нет	90.3		21	7.1	14.3	57.1
Solitaire FR / Stroke 2010	20	?	90			10	20	45
Solitaire FR / Stroke 2010	22	?	90.9		4.5	9.1	18.1	59
Solitaire FR / AJNR 2011	18	?	88.8			16.6	27	33.3
Solitaire FR / Интервенцион. кардиология 2011	7	нет	83			28	28	
Solitaire FR / Stroke. 2011	50	нет	84			10	12	54

TICI — Thrombolysis In Cerebral Infarction, ВА ТЛТ — внутриартериальная тромболитическая терапия, АсГТ — асимптомная геморрагическая трансформация, СГТ — симптомная геморрагическая трансформация

тей (рис. 1) [5]. Клинический опыт применения данного устройства у 40 пациентов был продемонстрирован в работе I. Mougan и соавт. [19]. Эффективного восстановления кровотока (TICI 2B-3) удалось достичь у 65% пациентов. Однако в 90% наблюдений потребовалось дополнительное введение тромболитических веществ. Частота СГТ составила 18%, а благоприятный клинический исход (шкала Рэнкина 0-2 балла) наблюдали у 39% пациентов (табл. 2) [19].

Устройство MERCI (Mechanical Embolus Removal in Cerebral Ischemia) является одним из первых устройств, получивших одобрение FDA в 2004 г. для выполнения механической реканализации при ОИИ. Тромбэкстрактор MERCI представлен конусовидной спиралью с вплетенными

микроволокнами, которые усиливают удержание тромба при выполнении тромбэктомии (рис. 2). Эффективность устройства была продемонстрирована в двух исследованиях — MERCI trials и multi-MERCI trial [31]. В первое исследование (MERCI trials) было включено 147 пациентов. Эффективное восстановление кровотока наблюдали у 48% пациентов, а у 36% больных потребовалось дополнительное применение ВА ТЛТ. Осложнения, связанные с устройством (диссекция, перфорация, выраженный спазм артерии), отмечены в 13% наблюдений, из них 7,1% были клинически значимыми. СГТ наблюдали в 7,8%, а летальность составила 43,5%. Благоприятный клинический исход наблюдали у 27,7% пациентов. Второе исследование (multi-MERCI trial) бы-

ло проведено с применением более совершенной модели MERCI-L5. Успешного восстановления кровотока удалось достичь у 55% пациентов. Осложнения, связанные с устройством, наблюдали у 9,8% пациентов (5,5% были клинически значимыми). Частота СГТ составила 9,8%, летальность — 34%, а благоприятный клинический эффект выявлен у 36% пациентов (см. табл. 2).

Система для выполнения тромбаспирации Penumbra system состоит из микрокатетера и микропроводника с оливой на дистальном сегменте для выполнения дефрагментации тромба внутри микрокатетера, что позволяет улучшить аспирацию тромботических масс. Для выполнения аспирации из различных бассейнов внутренней сонной артерии производитель предоставляет устройства с различными диаметрами просвета (рис. 3). Эффективность клинического применения системы Penumbra была оценена в трех больших исследованиях (см. табл. 2). Первое исследование Penumbra Phase 1 Stroke Trial Investigators, проведенное в 2007 г., включало 23 пациентов [16, 37]. В исследовании были отмечены трудности в до-

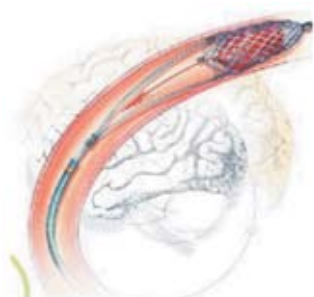


Рис. 1. Тромбэкстрактор CATCH (Balt).
Fig. 1. ThrombectraCTOR CATCH (Balt).



Рис. 2. Тромбэкстрактор MERCI (Concentric medical).
Fig. 2. ThrombectraCTOR MERCI (Concentric medical).

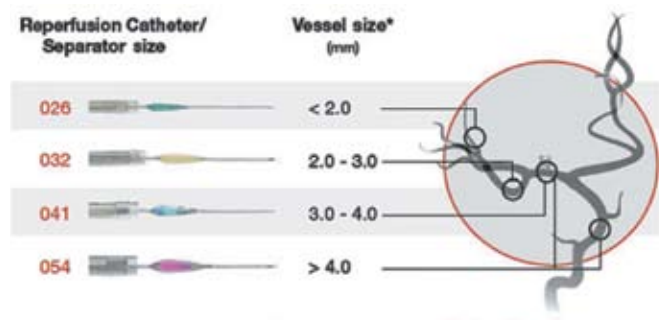


Рис. 3. Устройство Penumbra (рисунок из статьи Yoo A. J. NeuroIntervent. Surg (2011)).
Fig. 3. Device Penumbra (image from article by Yoo A. J. NeuroIntervent. Surg (2011)).

ставке микрокатетера в 3% наблюдений. Однако эффективной реканализации удалось достичь у 100% больных. Дополнительное применение ВА ТЛТ понадобилось 45% пациентов. СГТ наблюдали у 10% пациентов, а летальность составила 45%. Хороший клинический исход достигнут в 35% наблюдений. Второе исследование Penumbra Pivotal Stroke Trial (2008) было более масштабным и включало в себя 125 пациентов. Осложнения, связанные с устройством, наблюдали в 3,5% случаев. У 81,6% пациентов реканализация была эффективной. Частота СГТ составила 11,2%, а благоприятный клинический исход достигнут у 25% больных. Penumbra POST trial (157 пациентов), проведенное в 2009 г., показало, что «ангиографическая» эффективность реканализации при применении устройства Penumbra составила 87%. Дополнительное введение тромболитического вещества потребовалось у 68,6% пациентов, СГТ была выявлена у 6,4% больных, а летальность составила 21%. Благоприятный клинический исход через 30 дней наблюдали у 41% пациентов. Учитывая результаты данных исследований, в 2008 г. устройство Penumbra получило одобрение FDA для применения при ОИИ.

Современное поколение механических устройств для тромбэктомии — стент-ретриверы, созданы на основе стентовых технологий. На рынке представлено 3 модели стент-ретриверов: Solitaire (Covidien), Trevo (Concentric medical) и ReVive (Codman) (рис. 4). Устройства данного типа позволяют восстановить кровоток в окклюзированном сегменте сосуда посредством нескольких механизмов реканализации. Первый механизм называют в англоязычной литературе «временный шунт» (temporary endovascular bypass) [12, 17, 26]. Восстановление кровотока в данном случае происходит в результате механического прижатия тромботических масс к стенкам сосуда трабекулами («стратами») стента. Вторым механизмом реканализации является тромбэкстракция: трабекулы стента подобно паутине охватывают тромб и удерживают его при удалении. Третий механизм восстановления кровотока — это непосредственно стентирование пораженного сегмента. Данный механизм возможен только с применением электроотделяемого интракраниального стента Solitaire FR. Однако недостатком последнего метода является необходимость в «насыщении» пациента высокими дозами антиагрегантов и антикоагулянтов, что увеличивает риск развития СГТ в послеоперационном периоде.

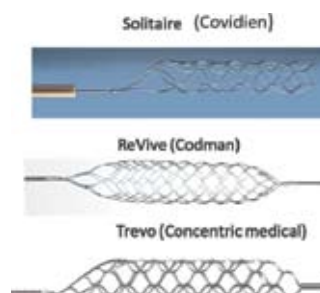


Рис. 4. Стент-ретриверы Solitaire (Covidien), Trevo (Concentric medical), ReVive (Codman).
Fig. 4. Stent-retrievers Solitaire (Covidien), Trevo (Concentric medical), ReVive (Codman).

Стент-ретривер Solitaire FR первоначально был разработан как интракраниальный стент для выполнения стент-ассистирующих пособий при эндоваскулярной эмболизации аневризм головного мозга. Особенности отделения от системы доставки позволили применить его для выполнения тромбэкстракции из периферических и церебральных артерий. Эффективность применения данного устройства у пациентов с ОИИ подтверждается во многих публикациях [2, 7, 8, 18, 28, 32]. Общее количество больных в представленных работах составляет порядка 200. Эффективной реканализации удалось достичь у 88% пациентов. Частота развития СГТ варьировала от 1,7 до 16%, а летальность — от 12 до 27%. Хороший клинический исход наблюдали у 33—59% больных. В апреле 2012 г. стент-ретривер SolitaireFR получил одобрение FDA для выполнения тромбэктомии при ОИИ. Проводится мультицентровое, рандомизированное исследование SWIFT (Solitaire FR With the Intention For Thrombectomy), анализирующее эффективность применения данного устройства. В исследование включено 20 центров США и один из Европы. Общее количество пациентов — 200. Первые результаты были продемонстрированы на ежегодном курсе LINNC (Live Interventional Neuro-radiology and Neurosurgery Course) в 2012 г. Эффективного восстановления кровотока удалось достичь у 83,3% пациентов, хороший клинический исход через 90 дней наблюдали у 58,2% пациентов, а летальность составила 17,2%.

Trevo (Concentric medical) и ReVive (Codman) — новое поколение стент-ретриверов, созданных специально для выполнения тромбэктомии при ОИИ. Их конструктивной особенностью является закрытый дизайн ячейки стента, большая плотность плетения, а также изменения соотношения высоты и ширины «страт» стента в пользу первого. Подобные технологические особенности должны усилить эффективность захвата и удержания тромба данными типами стент-ретриверов. В работе L.S. Rombpn применение Trevo позволило успешно восстановить кровоток по интрацеребральным артериям у 86,7% пациентов. СГТ наблюдались у 11,7% пациентов, летальность составляла 28,3%. Благоприятный исход достигнут у 45% пациентов [27]. Эффективность данного устройства оценивают в двух рандомизированных мультицентровых проспективных исследованиях: TREVO и TREVO2. Первоначальные результаты, опубликованные на сайте производителя, демонстрируют, что частота успешного восстановления кровотока у первых 36 пациентов составила 96%, а благоприятный клинический исход достигнут у 63% больных [40].

Клиническая эффективность стент-ретривера ReVive представлена в небольшой работе (10 наблюдений), в которой продемонстрировано восстановление кровотока у 100% пациентов [25]. Проводимое в настоящее время исследование RIVER (Reperfuse Ischemic Vessels with Endovascular Recanalization device) должно продемонстрировать эффективность его применения у большего количества пациентов.

Представленные выше работы демонстрируют, что в настоящее время у интервенционного радиолога есть большой набор различных устройств, позволяющих восстанавливать кровоток при ОИИ в 86—100% случаев. Однако благоприятный клинический исход при их применении наблюдается менее чем у 50% больных с «ангиографически» успешным восстановлением кровотока [14]. Таким образом, более чем у половины пациентов применение подобных устройств и восстановление кровотока остается бесполезным, а летальность варьирует от 13 до 43%. Поэтому в настоящее время актуальным является вопрос не о выборе устройства для выполнения тромбэктомии, а об отборе пациентов для выполнения данной процедуры.

На клиническую эффективность применения внутриартериальных методов реканализации влияют следующие факторы: объем зоны повреждения головного мозга и объем зоны гипоперфузии, степень восстановления кровотока, возраст, наличие сопутствующей патологии, время от начала заболевания.

Оценить объем ткани головного мозга с нарушенным кровотоком возможно с применением МСКТ-перфузии или МРТ-перфузии. При проведении МСКТ зону гипоперфузии определяют по изменению параметра среднего времени транзита контрастного вещества (МТТ — mean transit time), а объем повреждения головного мозга — по зоне снижения объемного церебрального кровотока (CBV — cerebral blood volume). Соотношение этих двух показателей определяют как зону пенумбры (зона с резко сниженным кровотоком, но жизнеспособной тканью головного мозга). Оценка эффективности применения внутриартериальных методов реканализации в зависимости от объема зоны ишемии была продемонстрирована в работе А. Rai и соавт. [23]. Благоприятный клинический результат наблюдали при площади зоны ишемии, равном 249 мм² (± 298), и объеме зоны пенумбры — 91% ($\pm 10,7$). «Бесполезное» восстановление кровотока определяли при площади зоны ишемии 1001 мм² (± 1179) и значении пенумбры 71% (± 32). Предикторами неблагоприятного клинического исхода применения внутриартериальных средств реканализации являлась зона ишемии более 1443 мм² (± 1310) и показатели пенумбры 60% (± 35). В другом исследовании отмечено, что при площади зоны ишемии более 1375 мм² летальность наблюдалась в 95% случаев [23]. В работе А. Turk и соавт. показано, что применение МСКТ-перфузии позволяет отбирать пациентов для выполнения внутриартериальных методов реканализации, вышедших за рамки 6-часового терапевтического окна с получением хорошего клинического результата [34]. Недостатками данного метода являются определение зоны ишемии по одному срезу, относительно длительный этап обработки полученной информации обученным персоналом.

Применение МРТ в режиме диффузно-взвешенного изображения (DWI) позволяет оценить зону ишемии в ранние сроки ОИИ. А. Yoo и соавт. показали, что при объеме зоны ишемии

более 70 см³ пациенты имели неблагоприятный клинический исход после применения внутриартериальных методов реканализации, даже несмотря на успешное восстановление кровотока [36]. Для удобства рутинного клинического применения оценки зоны ишемии по данным МРТ была предложена модифицированная шкала DWI ASPECTS (The Alberta Stroke Program Early CT Score). Результаты применения внутриартериальных методов реканализации при отборе пациентов, согласно результатам DWI ASPECTS, были продемонстрированы в работе V. Costalat и соавт. [8]. В данной работе критерием отбора для применения механических средств реканализации являлась оценка зоны ишемии по данным DWI ASPECT не ниже 5 баллов. Авторы отмечают, что благоприятный клинический исход наблюдали у 60% пациентов, а летальность составила 12%. Для сравнения: в исследованиях multi-MERCI trial летальность составила 36%, а благоприятный клинический исход отмечен в 34% наблюдений. Ретроспективный анализ применения внутриартериальных методов реканализации у пациентов с практически полным соответствием зоны ишемии и гипоперфузии (оцененным по МРТ) показал, что СГТ у данной категории пациентов наблюдали в 50% случаев, а летальность составила 62,5% [29].

Степень восстановления кровотока является важным предиктором хорошего клинического результата применения тромбэктомии при ОИИ. Результаты исследований MERCI trials и multi-MERCI trial продемонстрировали, что при полном восстановлении кровотока по интракраниальным артериям вероятность благоприятного клинического исхода увеличивалась в 2,6 раза, а 90-дневная выживаемость — в 2,2 раза. Частичное восстановление кровотока приводит к неблагоприятному клиническому результату из-за сохранения тканевой ишемии, отека ткани, а также риску развития реокклюзии у более трети пациентов [9]. В исследовании Penumbra POST Trial благоприятный клинический исход также наблюдали у 45% пациентов с успешной реканализацией и лишь у 13% больных без эффективного восстановления кровотока.

Проведенный анализ за период 2006—2008 гг. (3864 пациентов) продемонстрировал, что возраст является независимым предиктором эффективности применения внутриартериальных методов реканализации при ОИИ. Так, в группе пациентов до 65 лет летальность наблюдали в 17,1%, а после 65 лет — в 29,7% случаев ($P < 0.0001$). Грубую инвалидизацию наблюдали у 47,6% пациентов в первой группе и у 54,1% во второй ($P < 0.0001$) [6]. По данным M. Hussein и соавт., возраст более 73 лет являлся предиктором «бесполезной» реканализации при ОИИ [15].

Вероятность благоприятного исхода при применении внутриартериальных методов реканализации снижается при наличии у пациента тяжелой сопутствующей патологии: сахарного диабета, артериальной гипертензии, фибрилляции предсердий. Ретроспективный анализ исследований

MERCI trials и multi-MERCI trial продемонстрировал, что при отсутствии сопутствующей патологии вероятность благоприятного исхода после применения механических средств реканализации составляла 50,9%, при наличии у больного одного из вышеуказанных заболеваний вероятность благоприятного исхода снижалась до 34%, а в случае присутствия всех трех факторов риска вероятность составляла 12% ($P < 0,001$) [10]. Для оценки вероятности клинического исхода при применении эндоваскулярных методов лечения ОИИ была предложена шкала THRIVE (Totaled Health Risks In Vascular Events score). В данной шкале учитывают: неврологический дефицит при поступлении (шкала NIHSS) (< 10 — 0 баллов, 11–21 — 2 балла, > 21 — 4 балла), возраст пациента (< 59 лет — 0 баллов, 60–79 — 1 балл, > 80 лет — 2 балла). Наличие сопутствующей патологии (сахарного диабета, артериальной гипертензии, фибрилляции предсердий) добавляло по одному баллу для каждого заболевания. Ретроспективный анализ применения внутриартериальных методов реканализации продемонстрировал, что у пациентов, набравших при поступлении (по шкале THRIVE) 0–2 балла, вероятность благоприятного клинического исхода составляла 64,7%, у пациентов, набравших 3–5 баллов, — 43,5%, а при 6–9 баллах благоприятный клинический исход наблюдали лишь в 10,6% случаев ($P < 0,001$) [10].

Время остается одним из основных факторов, влияющих на результат применения внутриартериальных методов реканализации. Опираясь на современные рекомендации, тромбэктомия может быть осуществлена у отобранной группы пациентов с длительностью инсульта в бассейне СМА до 8 часов, а в вертебробазилярном бассейне — до 12–24 часов. При этом 30-минутная задержка восстановления интрацеребрального кровотока снижает вероятность успешного клинического результата на 10% [4].

Таким образом, современные средства механической реканализации позволяют успешно восстанавливать кровоток у пациентов с ОИИ, однако степень доказательности клинической эффективности применения данного метода остается относительно низкой (Класс IIa, уровень B). Необходимы дальнейшие исследования, которые определили бы наиболее эффективное механическое устройство для восстановления кровотока у пациентов с ОИИ в рутинной клинической практике, а также представили бы четкие критерии отбора пациентов для выполнения данной процедуры.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Володюхин Михаил Юрьевич — канд. мед. наук, врач ГАУЗ «Межрегиональный клинико-диагностический центр», Казань; e-mail: voloduckin@mail.ru

ЛИТЕРАТУРА:

1. Скворцова В.И., Голухов Г.Н., Губский А.В. и др. Системная тромболитическая терапия при ишемическом инсульте // Журнал неврологии и психиатрии. — 2006. — №12 — С.24–31.

2. Володюхин М.Ю., Хасанова Д.Р., Демин Т.В. и др. Стент-ассистенция при остром ишемическом инсульте: успешная реканализация. // Интервенционная кардиология. — 2011. — №25. — С.22-25.
3. Adams H., Zoppo G., Alberts M. et al. Guidelines for the early management of adults with ischemic stroke. // Stroke. — 2007. — V.38. — P.1655-1711.
4. Blackham A., Meyers P., Abruzzo T. et al. Endovascular therapy of acute ischemic stroke: report of the standards of practice committee of the society of neurointerventional. // J. NeuroIntervent. Surg. — 2012. — V.4. — P. 87-93.
5. Brekenfeld C., Schroth G., Koussy M. et al. Mechanical thromboembolectomy for acute ischemic stroke: comparison of the catch thromboectomy device and the merci retriever in vivo. // Stroke. — 2008. — V.39. — P.1213-1219.
6. Brinjikji W., Rabinstein A., Kallmes D. et al. Outcomes with endovascular embolectomy therapy for acute ischemic stroke: a study of the national inpatient sample: 2006 to 2008. // Stroke. — 2011. — V.42. — P.1648-1652.
7. Castaco C., Dorado L., Guerrero C. et al. Mechanical thrombectomy with the Solitaire AB device in large artery occlusions of the anterior circulation: a pilot study. // Stroke. — 2010. — V.41. — P.1836 — 40.
8. Costalat V., Machi P., Lobotesis K. et al. Rescue, combined, and stand-alone thrombectomy in the management of large vessel occlusion stroke using the solitaire device: a prospective 50-patient single-center study: timing, safety, and efficacy. // Stroke. — 2011. — V. 42. — P.1929-1935.
9. Fields D., Lutsep L., Smith S. Higher degrees of recanalization after mechanical thrombectomy for acute stroke are associated with improved outcome and decreased mortality: pooled analysis of the MERCI and Multi MERCI trials. // AJNR. — 2011. — V.32 — P.2170-2174.
10. Flint C., Cullen P., Faigles S. et al. Predicting long-term outcome after endovascular stroke treatment: the totaled health risks in vascular events score. // AJNR. — 2010. — V.31. — P.1192-1196.
11. Furlan A., Higashida R., Weschler L. et al. Intra-arterial prourokinase for acute ischemic stroke: The PROACT II Study: a randomized controlled trial. // JAMA. — 1999. — V.282. — P.2003-2011.
12. Gonzalez L., Jabbour P., Tjoumakaris S. et al. Temporary endovascular bypass: rescue technique during mechanical thrombolysis. // Neurosurgery. — 2012. — V.70. — P.245—252.
13. Gupta R., Yonas H., Gebelm J. et al. Reduced pretreatment ipsilateral middle cerebral artery cerebral blood flow is predictive of symptomatic hemorrhage post-intra-arterial thrombolysis in patients with middle cerebral artery occlusion. // Stroke. — 2006. — V.37. — P.2526-2530.
14. Higashida R., Furlan A. et al. Trial design and reporting standards for intra-arterial cerebral thrombolysis for acute ischemic stroke. // Stroke. — 2003. — V.34. — P.109-137.
15. Hussein M., Georgiadis L., Vazquez G. et al. Occurrence and predictors of futile recanalization following endovascular treatment among patients with acute ischemic stroke: a multicenter study. // AJNR. — 2010. — V.31. — P. 454-458.
16. Kang Y., Hwang Y., Kim S. et al. Direct thrombus retrieval using the reperfusion catheter of the Penumbra system: forced-suction thrombectomy in acute ischemic stroke. // AJNR. — 2011. — V.32. — P.283— 87.
17. Kelly E., Furlan A., Fiorella D. Recanalization of an acute middle cerebral artery occlusion using a self-expanding, reconstrainable, intracranial microstent as a temporary endovascular bypass. // Stroke. — 2008. — V.39. — P.1770 — 1773.
18. Machi P., Costalat V., Lobotesis K. et al. Solitaire FR thrombectomy system: immediate results in 56 consecutive acute ischemic stroke patients. // J. NeuroIntervent. Surg. — 2012. — V.4. — P.62-66.
19. Mourand I., Brunel H., Costalat V. et al. Mechanical thrombectomy in acute ischemic stroke: catch device. // AJNR. — 2011. — V.32 — P. 1381— 85.
20. Nogueira R., Levy E., Gounis M. et al. The Trevo device: preclinical data of a novel stroke thrombectomy device in two different animal models of arterial thrombo-occlusive disease. // J. NeuroIntervent. Surg. — 2012. — V.4. — P.295-300.
21. Noser E., Shatoni H., Hall Ch. et al. Aggressive mechanical clot disruption. A safe adjunct to thrombolytic therapy in acute stroke? // Stroke. — 2005. — V.36. — P.292-296.
22. Powers W. Intra-arterial therapies for acute ischemic stroke: unsafe and without proven value. // J. NeuroIntervent. Surg. — 2012. — V.4. — P.164-166.
23. Rai T., Raghuram K., Carpenter S. et al. Pre-intervention cerebral blood volume predict outcomes in patients undergoing endovascular therapy for acute ischemic stroke. // J. NeuroIntervent. Surg. — 2011. — V.12 — P.1234-1240.
24. Rha J., Saver J. The impact of recanalization on ischemic stroke outcome : a meta-analysis stroke. // Stroke. — 2007. — V.38. — P.967-973.
25. Rohde S., Haehnel S., Herweh Ch. et al. Mechanical thrombectomy in acute embolic stroke: preliminary results with the revive device. // Stroke. — 2011. — V.42. — P. 2954-2956.
26. Rohde S., Busel J., Hacke W. et al. Stent retriever technology: concept, application and initial results. // J. NeuroIntervent. Surg. — 2011. — V.23. — P. 123-134.
27. Romón L., Obach V., Blasco J. et al. Single-center experience of cerebral artery thrombectomy using the TREVO device in 60 patients with acute ischemic stroke. // Stroke. — 2012. — V.43. — P.1657-1659.
28. Roth C., Papanagiotou P., Behnke S. et al. Stent-assisted mechanical recanalization for treatment of acute intracerebral artery occlusion. // Stroke. — 2010. — V.41. — P. 2559—2567.
29. Sandhu G., Parikh P., Hsu D. et al. Outcomes of intra-arterial thrombolytic treatment in acute ischemic stroke patients with a matched defecton diffusion and perfusion MR images. // J. NeuroIntervent. Surg. — 2012. — V.4. — P.105-109.
30. Skvortsova V. Development of stroke service in the Russian Federation. // International journal of stroke. — 2008. — V.3 — P.61.
31. Smith S., Sung G., Starkman S. et al. Safety and efficacy of mechanical embolectomy in acute ischemic stroke: results of the MERCI trial. // Stroke. — 2005. — V.36. — P.1432—38.
32. Stampfl M., Hartmann P., Ringleb F. et al. Stent placement for flow restoration in acute ischemic stroke: a single-center experience with the Solitaire stent system. // AJNR. — 2011. — V.32. — P.1245—48.
33. Tomsick T., Brott T., Barsan W. et al. Prognostic value of the hyperdense middle cerebral artery sign and stroke scale score before ultra early thrombolytic therapy. // AJNR. — 1996. — V.17. — P.79—85.
34. Turk A., Magarik J., Chaudry I. et al. CT perfusion-guided patient selection for endovascular treatment of acute ischemic stroke is safe and effective. // J. NeuroIntervent. Surg. — 2012. — V.4. — P.261-265.
35. Ueda T., Sakaki S., Nochiide I. et al. Angioplasty after intra-arterial thrombolysis for acute occlusion of intracranial arteries. // Stroke. — 1998. — V.29. — P.2568-2574.
36. Yoo A., Verduzco A., Schaefer W. et al. MRI-based selection for intra-arterial stroke therapy: value of pretreatment diffusion-weighted imaging lesion volume in selecting patients with acute stroke who will benefit from early recanalization. // Stroke. 2009 — V.40. — P. 2046-2054.
37. Yoo A., Frei D., Tateshima S. et al. The Penumbra Stroke System: a technical review. // J. NeuroIntervent. Surg. — 2011. — V.23. — P.1234-1243.
38. Zaidat O., Lazzaro M., Gupta R. et al. Interventional Management of Stroke III Trial: establishing the foundation // J. NeuroIntervent. Surg. — 2012. — V.4. — P.4.
39. Zeumer H., Hacke W., Ringelstein E. Local intraarterial thrombolysis in vertebrobasilar thromboembolic disease. // AJNR. — 1983. — V.4. — P.401—404.
40. www.concentric-medical.com/home