



ПЕРВЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ НИЗКОПОТОЧНЫХ ЭКСТРА-ИНТРАКРАНИАЛЬНЫХ АНАСТОМОЗОВ У ПАЦИЕНТОВ В ОСТРОМ ПЕРИОДЕ ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА

А. В. Щербинин, А. И. Кискаев, Т. В. Сергеева, Т. В. Захматова

СПбГБУЗ «Елизаветинская больница», Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ. У пациентов с окклюзией ВСА в острейшем периоде ишемического инсульта при неэффективности методов эндоваскулярной реваскуляризации, операция ЭИКА остается методом резерва и может улучшить результаты лечения.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ: улучшить результаты хирургического лечения пациентов с симптомной окклюзией ВСА с помощью ЭИКА между ПВА и М4-М3 ветвями в остром периоде ишемического инсульта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. У 8 пациентов в возрасте от 55 до 75 лет, выполнены ЭИКА в интервале первых 5–14 дней от начала инсульта. Перед и после операции оценивали скорость кровотока по М1 с помощью ТКДГ, обширность ишемии по ASPECTS и по КТ-П, неврологический статус и исходы по NIHSS и mRS. Проведен анализ клинической симптоматики, ближайших послеоперационных осложнений и исходов лечения.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Анастомозы были проходимы во всех случаях. По СКТ в 2 случаях после операции выявлено увеличение очагов ишемии на 10 % без нарастания неврологической симптоматики. У пациента с обширной полушарной пенумброй на 3и сутки после операции развился полушарный инсульт с геморрагической трансформацией и латеральным смещением срединных структур, что потребовало выполнения экстренной декомпрессивной трепанации черепа. Через трое суток после операции у другого пациента на фоне нестабильной гемодинамики из-за ОКС выявлен новый очаг ишемии в противоположном полушарии и в подкорковых ганглиях со стороны анастомоза. В одном случае потребовалась реоперация в связи с острой субдуральной гематомой на третьи сутки после ЭИКА. При ТКДС к 14 суткам кровотока по М1 сегменту СМА со стороны анастомоза в 75 % случаев достигал возрастной нормы (54 ± 5 см/с). В 2-х случаях в связи с соматическими осложнениями были зарегистрированы летальные исходы. В 5 случаях пациенты были выписаны с незначительными улучшениями в неврологическом статусе на 1–2 балла по NIHSS (7–6) и в одном случае без динамики. При оценке исходов лечения по mRS, в 5 случаях состояние соответствовало 1–2 балла, в одном 4 баллам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Выполнение операции ЭИКА в остром периоде инсульта не приводит к быстрому регрессу неврологической симптоматики и преследует профилактическую цель снижения риска повторного инсульта. Течение операций в этот период инсульта сильно зависит от изменений центральной гемодинамики и перфузионного давления, может осложняться увеличением зон ишемии, что следует учитывать при данном методе лечения. Низкопоточный ЭИКА с корковыми артериями является вспомогательным источником коллатерального кровотока, не оказывая значимого протективного действия в остром периоде инсульта при уменьшении перфузионного давления.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ишемический инсульт, экстра-интракраниальный анастомоз, пенумбра, окклюзия внутренней сонной артерии.

Для цитирования: Щербинин А. В., Кискаев А. И., Сергеева Т. В., Захматова Т. В. Первый опыт применения низкопоточных экстра-интракраниальных анастомозов у пациентов в остром периоде ишемического инсульта. Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2022; 14(1-2): 127–132

FIRST EXPERIENCE OF LOW-FLOW EXTRA-INTRACRANIAL BYPASS SURGERY IN PATIENTS WITH ACUTE ISCHEMIC STROKE

A. V. Scherbinin, A. I. Kiskaev, T. V. Sergeeva, T. V. Zahmatova

Hospital named after St. Elizaveta, Saint Petersburg, Russia

SUMMARY. Low flow EC–IC bypass is the operation of reserve, which can approve recovery for patients with occlusion of ICA and failure of endovascular revascularization methods in acute phase of ischemic insult. The **PURPOSE OF THE STUDY** was improvement of treatment results of patients with ICA occlusion and acute ischemic insult with help of early EC–IC bypass between external temporal artery and M4 branches.

MATERIALS AND METHODS. 8 patients (7 man and 1 women) 55–75 years age, were treated with EC–IC bypass in first 5–14 days of acute ischemic insult. Doppler M1 flow assessment, ASPECTS score, penumbra zone changes, NIHSS and mRS scores were compared before and 1 month after surgery.

RESULTS. All anastomoses were patent. In 2 cases 10 % enlargement of ischemic area were seen the next day after surgery without neurological worsening. One patient with wide penumbra zone have shown malignant hemisphere ischemia at the third day after surgery, and required emergent hemisphere decompression. In other case, the new ischemic areas were seen in the basal ganglia and contralateral hemisphere after the acute myocardial infarction onset at the second postoperation day. One acute subdural hematoma emergent evacuation was performed in one case. The M1 flow was normalized at the 14 day after operation in 75 % of patients. Two deaths were registered because of somatic pathology progression. 5 patients were released from the hospital with slight improvement up to 6–7 points in NIHSS score. mRS were 1–2 points in 5 cases, and 4 points in one.

CONCLUSION. Early EC–IC bypass in acute ischemic insult doesn't lead to quickly neurological recovery of patient. Low-flow EC–IC bypass with M4 branches is the additional source of collateral blood flow, and gives no meaningful protection of cerebral parenchyma in case of cerebral perfusion pressure drop during acute ischemic insult.

KEY WORDS: ischemic stroke, extra-intracranial bypass, penumbra, internal carotid artery occlusion.

For citation: Scherbinin A. V., Kiskaev A. I., Sergeeva T. V., Zahmatova T. V. First experience of low-flow extra-intracranial bypass surgery in patients with acute ischemic stroke. The Russian Neurosurgical Journal named after prof. A. L. Polenov. 2022;14(1-2):127–132

Список сокращений:

ПВА — поверхностная височная артерия,
СМА — средняя мозговая артерия,
ВСА — внутренняя сонная артерия,
ЭИКА — экстра-интракраниальный анастомоз,
ТКДС — транскраниальное дуплексное сканирование,
ТАМХ — усредненная во времени максимальная скорость кровотока,
СКТ — спиральная компьютерная томография,
ПКТ — перфузионная компьютерная томография,
ОКС — острый коронарный синдром.

Введение. Несмотря на успешное развитие методов эндоваскулярной реваскуляризации головного мозга в острейшем периоде ишемического инсульта, у большого числа пациентов с симптомной окклюзией ВСА эти методы оказываются неэффективными [1, 2]. Данные пациенты обычно продолжают получать исключительно консервативную терапию. По данным Komatani H., риск повторного инсульта у этих пациентов колеблется от 4 до 11 % в течении первого года [3].

Основываясь на многочисленных публикациях, посвященных применению экстра-интракраниального анастомоза в остром периоде ишемического инсульта как зарубежных [4,5,6,7], так и отечественных авторов [8, 9, 10] в нашей клинике был разработан и утвержден алгоритм отбора пациентов для выполнения данной операции.

Цель работы — улучшить результатов хирургического лечения пациентов с симптомной окклюзией ВСА с помощью экстра-интракраниального анастомоза в остром периоде ишемического инсульта.

Материалы и методы. После одобрения локальным этическим комитетом, с июля 2021 года по октябрь 2021 года было выполнено 8 операций пациентам в возрасте от 55 до 75 лет с острой окклюзией ВСА и ишемическим инсультом в бассейне её кровоснабжения. Характеристика пациентов представлена в таблице 1.

Критериями отбора пациентов для выполнения ЭИКА были: клиническая картина инсульта в бассейне ВСА с выраженностью не менее 4 баллов по NIHSS, объем зоны некроза вещества головного мозга по шкале ASPECTS не менее 7 баллов, признаки окклюзии ВСА на стороне инсульта, подтвержденные с помощью дуплексного сканирования и КТ-ангиографии, наличие зоны пенумбры в большом полушарии головного мозга на стороне окклюзированной ВСА с возможным очагом некроза не более 30 % пенумбры или 30 мл по данным ПКТ, отсутствие флюктуирующего неврологического дефицита и геморрагической трансформации на момент выполнения операции, возраст не более 75 лет, значение индекса mRS не более 2 баллов до эпизода инсульта [8,10]. Во всех случаях оформлялось информированное согласие. Пациентам проводилось транскраниальное дуплексное сканирование (ТКДС) с изменением скорости кровотока в СМА, критериями для отбора было гемодинамически значимое снижение скорости кровотока в M1 сегменте СМА на стороне инсульта. Стандартные методы лечения (тромболитическая терапия или тромбоэкстракция) были неэффективны или противопоказаны.

Проанализированы ближайшие послеоперационные осложнения и их причины у 8 пациентов, оперированных в интервале 5–14 дней от первых симптомов инсульта. Проведена оценка клинической картины и ближайшие исходы лечения пациентов в течении 1 месяца. Сформулированы предварительные выводы о эффективности данного метода, обсуждены показания и критерии отбора пациентов для выполнения ЭИКА.

Результаты. У всех пациентов имела место хронические окклюзии ВСА. В 2 случаях отмечена сопутствующая субокклюзия противоположной ВСА.

Операции выполнялись в первые 5–14 дней после инсульта. Объем пораженного мозгового вещества до операции оценивался по СКТ в соответствии с критериями ASPECTS. В 4 случаях при поступлении ASPECTS соответствовал 10 баллам, в 3 случаях

Таблица 1. Результаты до- и послеоперационных обследований и исходы лечения 8 пациентов после ЭИКА в остром периоде ишемического инсульта.
Table 1. Dates of 8 patients before and after EC-IC bypass in early period of ischemic insult.

№	пол	возраст	NIHSS при поступлении/выписке	ASPECTS до операции	ПКТ до операции	Дни операция после инсульта	Место анастомоза	Новые ишемические очаги после операции	Осложнения	TAMX анастомоз и M1 после операции (см/с)	Исходы mRS
1	м	60	8 /смерть	9	ядро 10%	8	M4 височная	7 сутки – в противоположном полушарии и в подкорковых ганглиях с этой же стороны	3 сутки – острый коронарный синдром	2-е сутки: шунт 43	смерть от осложнений
2	м	55	9/7	9	ядро 10%	12	M4 височная	1 сутки – расширение зон инсульта	нет	2-е сутки: лМ1 – 22, пМ1 – 114, шунт 22. 14 сутки: лМ2 70, шунт – 45	2
3	м	75	8/7	10	пенумбра	14	M4 височная и теменная	14 сутки – новый инсульт в правой лобной доле	2-е сутки – субдуральная гематома (удаление)	6 сут: пМ1 – 40, лМ1 – 80, Шунт 28 14 сутки: лМ1 – 92, пМ1 – 66, шунт – 42 не делали	4
4	м	54	4 /4	10	пенумбра	7	M4 височной доли	нет	нет	не делали	1
5	ж	69	9/7	9	не проводили	11	M3 височная	нет	7-е сутки – гиперперфузионный синдром	2 сут: шунт – 15, п М1 – 35 10 сут: л М1 – 116 п М1 60, шунт – 55	2
6	м	61	7/5	9	Пенумбра, ядро 20%	15	M4 височная	1-е сутки – расширение зон инсульта с геморрагическим пропитыванием	нет	8 сутки: шунт – 44, пМ1 – 33 л М1 – 40	2
7	м	68	7/7	10	пенумбра	10	M4 лобная	нет	нет	лМ1 – 52 пМ1 – 80 Шунт – 41	1
8	м	70	9 /смерть	8	Пенумбра, ядро 30%	5	M4 височная	1-е сутки – увеличение размеров ишемии на 50% 3-и сутки – полушарный инсульт с геморрагическим пропитыванием	наружная декомпрессия, ТЭЛА	не делали	смерть от осложнений

— 9 и в одном — 8 баллам. При проведении ПКТ головного мозга зона пенумбры в пораженном полушарии была выявлена у всех пациентов, в 3 случаях выявлялись очаги некроза, составляющие от 5 до 30 % объема пенумбры.

Оценка неврологического статуса при поступлении и перед операцией по шкале NIHSS у 5 пациентов было 9 баллов, 2х — 7 баллов и 4 балла у одного. Перед операцией значимого увеличения или уменьшения неврологического дефицита не наблюдалось.

При выполнении ТКДС у всех пациентов отмечено гемодинамически значимое снижение линейной скорости кровотока (ТАМХ) в СМА на стороне инсульта с межполушарной асимметрией кровотока от 40 % до 50 %.

Перед операцией все пациенты получали терапию аспирином 100 мг/сут.

Во всех случаях выполнения ЭИКА качестве сосуда донора использовались ветви ПВА. Анастомоз формировали по типу конец-в-бок: в 6 случаях с М4 ветвями височной доли, в одном с теменной и с височной ветвями М4, и в одном случае с М3 ветвью височной доли дистальнее места ее субокклюзии по данным ангиографии и интраоперационного ультразвукового исследования. Длительность операций составила в среднем 4 часа, а время наложения анастомоза и пережатия коркового сосуда — 13 ± 5 минут. Использовалась техника непрерывного шва при формировании анастомоза с применением атравматичной иглы с нитью 9/0.

После выполнения операции всем пациентам выполняли СКТ головного мозга, КТ-ангиографию церебральных сосудов и ТКДС, в ряде случаев ПКТ. Состоятельность анастомозов подтверждена у всех пациентов.

По данным СКТ головного мозга в 2 случаях выявлено увеличение дооперационных очагов некроза вещества мозга на 10 % без нарастания неврологической симптоматики.

В одном случае, зона ишемических повреждений на первые сутки увеличилась с 30 % до 50 %, а на 3 суткихватило всю зону кровоснабжения бассейна СМА с геморрагической трансформацией и смещением срединных структур, что потребовало выполнения экстренной декомпрессивной трепанации черепа.

При оценке скорости кровотока с помощью ТКДС в послеоперационном периоде к 3 суткам средняя скорость кровотока (ТАМХ) в анастомозе составляла в среднем 27 см/с (25 ± 6 см/с), к 14 суткам увеличивалась до 42 ± 8 см/с.

При оценке изменения скорости кровотока по М1 сегменту СМА со стороны анастомоза в 3х случаях к 14 суткам скорость увеличивалась до нормативных значений (54 ± 5 см/с), в 3х случаях прирост оказался гемодинамически незначимым и сохранялась межполушарная асимметрия кровотока.

В одном случае после наложения анастомоза на М3 сегмент СМА дистальнее зоны его субокклюзии показатель ТАМХ был выше физиологической

нормы (116 см/с) и наблюдался синдром гиперперфузии, регрессировавший на фоне консервативной терапии.

Неврологический статус в раннем послеоперационном периоде оставался без изменения в 7 случаях. В одном случае при развитии полушарного инсульта на 3 сутки после операции отмечено нарастание симптоматики до 26 баллов NIHSS. На 14–30 сутки в 5 случаях значимой динамики неврологической симптоматики не выявлено. В 2х случаях — при увеличении зоны ишемии и появлении дополнительных очагов инсульта в другом полушарии — отмечено нарастание неврологической симптоматики до 26 баллов, в одном случае после нарастания неврологической симптоматики, связанного с развитием острой субдуральной гематомы, после ее удаления наблюдалось восстановление неврологического дефицита до предоперационного уровня (NIHSS 9).

На 3 сутки в одном случае развился эпизод фибрилляции предсердий и острый коронарный синдром, приведший к нестабильной гемодинамике. При СКТ головного мозга на 7 сутки — выявлен вновь появившийся очаг ишемии в противоположном полушарии и в подкорковых ганглиях со стороны анастомоза.

Из хирургических осложнений следует отметить развитие острой субдуральной гематомы на 2 сутки, потребовавшей хирургического лечения. Пациент выписан на 17 сутки без нарастания неврологического дефицита в сравнении с предоперационным периодом.

В 2-х случаях в связи с прогрессированием ишемии в послеоперационном периоде и присоединением внутрибрюшной пневмонии были зарегистрированы летальные исходы.

В 5 случаях пациенты были вписаны с незначительными улучшениями в неврологическом статусе на 1–2 балла по NIHSS (7–6) и в одном случае без динамики. При оценке исходов лечения по mRS, то в 5 случаях состояние соответствовало 1–2 балла по mRS, в одном 4 баллам и в 2х — 6 баллов (смерть). При сравнении состояния до операции и после по mRS — значимого улучшения не выявлено.

Обсуждение.

В 10–20 % случаев причиной развития ишемического инсульта является атеросклеротическое поражение брахиоцефальных артерий [11]. В наблюдениях Choi J. 2014 [1], Gocmen R. 2018 [2] успешная реканализация с помощью внутривенного тромболизиса и внутрисосудистых манипуляций в остром периоде инсульта при атеросклеротической окклюзии ВСА составила всего 36,4 %, а стентирование и ангиопластики при атеросклеротических типах инсультов имеют высокую вероятность рецидива [12].

Предпосылками для эффективного использования низкопоточных экстра-интракраниальных анастомозов в случае атеросклеротических инсультов, является то, что при этом типе инсульта срыв компенсации кровоснабжения головного мозга возникает на фоне длительного и постепенного сужения

просвета магистральных мозговых артерий атеросклеротической бляшкой, за время которого обычно формируется система коллатерального кровообращения. Учитывая имеющиеся дополнительные коллатеральные сети, использование экстракраниальных сосудов с низкой или средней объемной скоростью кровотока (20–60 мл/мин) для доставки в зону ишемии дополнительного объема крови в острейшем и остром периоде инсульта, может быть достаточным для восстановления еще жизнеспособной, но ишемизированной мозговой ткани (зоны пенумбры), уменьшению неврологического дефицита и улучшению исход заболевания [7].

Авторы большинства публикаций, свидетельствующих о высокой эффективности и относительной безопасности выполнения экстра-интракраниальных микроанастомозов в остром периоде ишемического инсульта, указывают, что риски развития повторных инсультов значительно выше при выполнении данной операции в остром периоде, чем в отдаленном периоде [13]. Причины этого мало изучены. Возможно, это связано с тем, что в остром периоде инсульта максимально «открываются» корковые коллатерали для компенсации недостатка магистрального кровотока, и, зачастую, дополнительный поток крови в корковые сосуды по шунту может привести к развитию конкурентного тока и расширению зоны ишемии [18]. Косвенным подтверждением такой гипотезы может быть доплерографическое снижение линейной скорости кровотока по анастомозу сразу после операции с его возрастанием через 2 недели, зарегистрированное у нескольких наших пациентов и подтверждаемое результатами исследования Wang G. 2020 [17]. Неблагоприятным фактором для страдающего мозгового кровотока может оказаться колебания системного артериального давления в момент индукции и выхода из операционного наркоза. Снижение системного давления во время операционного наркоза и в послеоперационном периоде неизбежно приведет к снижению перфузионного давления и расширению хоны ишемии, что произошло у 2-х наших пациентов, когда в результате развития острого коронарного синдрома и пароксизма фибрилляции предсердия перфузионное давление резко снизилось, что привело к появлению дополнительных зоны ишемии не только со стороны окклюзии, но и в противоположном полушарии. Данное наблюдение подтверждает то, что экстра-интракраниальный низкопоточный корковый анастомоз чаще всего не способен мгновенно глобально повлиять на кровоснабжение всего полушария, и служит исключительно вспомогательным источником коллатерального кровотока, не оказывая значимого протективного действия при уменьшении перфузионного давления. В дальнейшем анастомоз действительно приводит к повышению ранее сниженного мозгового кровотока в пораженном полушарии, что доказано работами Neff K. 2004 [14], Schaller B. 2007 [15]. Наложение анастомоза более проксимально (M2-M3 ветви СМА), по данным П. Чечулова [9], оказывает более

ощутимый эффект на течение инсульта в виде более раннего регресса неврологической симптоматики и уменьшении частоты послеоперационных инсультов в ближайшие 30 дней.

Противоречивы имеющиеся данные о зависимости регресса неврологической симптоматики в раннем периоде инсульта от сроков выполнения операции. В исследовании операцию выполняли в остром периоде инсульта (от 5 до 14 дней). Для того, чтобы убедиться в отсутствии «инсульта в ходу», повторно проводили ПКТ перед операциями. Данные литературы и результаты проведенной работы свидетельствуют, что выполнение операции в такие сроки после инсульта заведомо снижает ее эффективность, и не позволяет ожидать быстрого регресса неврологической симптоматики. На ранние послеоперационные результаты операций в большей степени влияют изменения системной гемодинамики, чем при выполнении подобных операций в холодном периоде инсульта и могут привести к более частым вторичным ишемическим осложнениям [13].

Заключение. 1. С целью улучшения исхода инсульта и быстрого восстановления неврологической симптоматики следует стремиться выполнить операцию как можно раньше — оптимально в первые 24 часа после инсульта. Однако необходимо избегать выполнения операции в случае «инсульта в ходу», неврологическая симптоматика должна быть стабильной как минимум в течении 6 часов.

2. Следует избегать создания «конкурентного» кровотока в месте наложения анастомоза. Поэтому создание ЭИКА должно проводиться пациентам с гемодинамически значимым снижением кровотока на стороне окклюзии ВСА, подтвержденным результатами ТКДС и ПКТ.

3. Если зона пенумбры по результатам ПКТ выходит за пределы бассейна СМА и переходит на другое полушарие или на зону кровоснабжения ПА, это может быть показателем высокого риска повторного гемодинамического инсульта во время и после операции. Зона некроза мозгового вещества не должна быть более 30 % площади пенумбры или 30 см³.

4. Рекомендуется накладывать анастомоз, ориентируя ток крови по сосуду-донору в проксимальном направлении. Для этого оптимально использовать более крупные по диаметру корковые сосуды. При достаточной скорости кровотока по ПВА, сопоставимой со скоростью кровотока в M2 сегменте СМА, желательно выполнить анастомоз как можно более проксимально к M1 сегменту. При этом требуется избегать развития синдрома «обкрадывания».

5. Необходимо поддерживать адекватное перфузионное давление. Не допускать снижения среднего артериального давления ниже индивидуальной нормы во время операции и послеоперационном периоде. Стремиться уменьшить общее время операции и анестезии, совершенствовать техническое выполнение этапов операции путем отработки навыков в лабораториях.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. **Conflict of interest.** The author declares no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки. **Financing.** The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании. **Compliance with patient rights and principles of bioethics.** All patients gave written informed consent to participate in the study

ORCID авторов/ORCID of authors:

Щербинин Антон Владимирович/Shcherbinin Anton Vladimirovich <https://orcid.org/0000-0003-1870-1270>

Кискаев Айгази Исламович/Kiskaev Aigazi Islamovich <https://orcid.org/0000-0002-6936-3040>

Сергеева Татьяна Васильевна/Sergeeva Tatyana Vasylevna <https://orcid.org/0000-0003-2949-6268>

Захматова Татьяна Владимировна/Zahmatova Tatyana Vladimirovna <https://orcid.org/0000-0001-8253-2382>

Литература/References

- Choi J, Lee J, Lee T. Emergent Recanalization with Stenting for Acute Stroke due to Athero-Thrombotic Occlusion of the Cervical Internal Carotid Artery: A Single Center Experience. J. Korean Neurosurg Soc. 2014; Jun.; 55(6): 313–20. PMID: 25237426 DOI: 10.3340/jkns.2014.55.6.313
- Gocmen R, Arsava E, Oguz K. et al. Atherosclerotic intracranial internal carotid artery calcification and intravenous thrombolytic therapy for acute ischemic stroke. Atherosclerosis. 2018; Mar.; 270: 89–94. PMID: 29407893 DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2018.01.035
- Komatani H, Okamoto Y, Aoki T, Noguchi K, Morioka M. Long-term Prognosis after Extracranial-intracranial Bypass Surgery for Symptomatic Cerebrovascular Occlusive Disease. Kurume Med J. 2018 Feb 26;64(1.2):1–4. doi: 10.2739/ikumemedj.MS6400016. Epub 2017 Jun 12. PMID: 28603158.
- Burkhardt J, Winklhofer S, Fierstra J. Emergency Extracranial-Intracranial Bypass to Revascularize Salvageable Brain Tissue in Acute Ischemic Stroke Patients. World Neurosurg. 2018; Jan. (109):476–485. PMID: 29032219 DOI: 10.1016/j.wneu.2017.10.005
- Lee C., Kim C., Lee C. et al. Urgent Bypass Surgery Following Failed Endovascular Treatment in Acute Symptomatic Stroke Patient With MCA Occlusion. Neurologist.; 2017; Jan.; (22); № 1:14–17. PMID: 28009766 DOI: 10.1097/NRL.0000000000000086
- Horiuchi T., Nitta J., Ishizaka S. et al. Emergency EC–IC bypass for symptomatic atherosclerotic ischemic stroke. Neurosurgical Review. 2013; 36: 559–565. PMID: 23821132 DOI: 10.1007/s10143-013-0487-5
- Park H., Kim S., Nah H., et al. Patient Selection and Clinical Efficacy of Urgent Superficial Temporal Artery-Middle Cerebral Artery Bypass in Acute Ischemic Stroke Using Advanced Magnetic Resonance Imaging Techniques. Oper Neurosurg. 2017; Oct. 1;13(5): 552–559. PMID: 28922885 DOI: 10.1093/ons/opr041
- Лукьянчиков В. А., Удодов Е. В., Полунина Н. А. и др. Возможности хирургической коррекции тромбоза внутренней сонной артерии у пациентов с острым ишемическим инсультом. Журнал имени Н. В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь». 2017; 6(2): 110–117. [Lukyanchikov VA, Udodov EV, Polunina NA. Opportunities of surgical correction internal carotid artery thromboses in acute insult. Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care. 2017; 6(2): 110–117. (In Russ.).] DOI: 10.23934/2223-9022-2017-6-2-110-117
- Чечулов П. В., Костеников А. Н., Беляев Д. А., и др. Экстра-интракраниальный анастомоз у пациентов с симптомной окклюзией внутренней сонной артерии в первые дни после дебюта ишемического инсульта не увеличивает количество госпитальных осложнений. Проспективное исследование. Российский нейрохирургический журнал им проф. А. Л. Поленова. 2019; 11(3): 44–50. [Chechulov PV, Kostenykov AN, Belyaev DA, etc. Extracranial-intracranial bypass in patients with acute symptomatic occlusion of internal carotid artery doesn't increase hospital morbidity or mortality. Prospective study. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov 2019; 11(3): 44–50. (In Russ.).]
- Крылов В. В., Лукьянчиков В. А., Полунина Н. А. и др. Хирургическая реваскуляризация головного мозга у пациентов с острым ишемическим инсультом. Ангиология и сосудистая хирургия. 2020; 26(2): 124–131. [Krilov VV, Lukyanchikov VA, Polunina NA. Surgical revascularization of the brain in patients with acute ischaemic stroke. Angiol Sosud Khir. 2020; 26(2): 124–131. (In Russ.).] doi: 10.33529/ANGIO2020207.
- Chen P, Gao S, Wang Y, et al. Classifying Ischemic Stroke, from TOAST to CISS. CNS Neurosci Ther. 2012; Jun.; 18(6): 452–6. PMID: 22268862 DOI: 10.1111/j.1755-5949.2011.00292.x
- Arsava E, Helenius J, Avery R. Assessment of the Predictive Validity of Etiologic Stroke Classification. JAMA Neurol. 2017; Apr.; 74(4): 419–428. PMID: 28241214. DOI: 10.1001/jamaneurol.2016.5815
- Rice C., Cho S., Taqui A., et al. Early versus Delayed Extracranial-Intracranial Bypass Surgery in Symptomatic Atherosclerotic Occlusion. Neurosurgery. 2019; Nov 1;85(5):656–663. DOI: 10.1093/neuros/nyy411. PMID: 30239897
- Neff KW, Horn P, Dinter D, Vajkoczy P, Schmiedek P, Düber C. Extracranial-intracranial arterial bypass surgery improves total brain blood supply in selected symptomatic patients with unilateral internal carotid artery occlusion and insufficient collateralization. Neuroradiology. 2004 Sep;46(9):730–7. doi: 10.1007/s00234-004-1252-9. PMID: 15289958.
- Schaller B. Extracranial-intracranial bypass surgery to reduce the risk of haemodynamic stroke in cerebroocclusive atherosclerotic disease of the anterior cerebral circulation — a systematic review. Neurol Neurochir Pol. 2007 Sep-Oct;41(5):457–71. PMID: 18033646.
- Januszewski J, Beecher JS, Chalif DJ, Dehdashti AR. Flow-based evaluation of cerebral revascularization using near-infrared indocyanine green videoangiography. Neurosurg Focus. 2014 Feb;36(2): E14. doi: 10.3171/2013.12.FOCUS.13473. PMID: 24484252.
- Wang G, Zhang X, Wang B, Wen Y, Chen S, Liu J, Ke B, Wu H, Zhang G, Li M, Zhang S, Ji L, Li Y, Qi S, Feng W. Flow evaluation of STA-MCA bypass using quantitative ultrasonography: An alternative to standard angiography for follow up of bypass graft. J Stroke Cerebrovasc Dis. 2020 Sep;29(9):105000. PMID: 32807419.
- Cooperberg EB, Rudenev IN, Lavrentev AV, Yarusovsky MB, Tutova MG, Haidashev AE. Evaluation of haemodynamic effects of extracranial-intracranial arterial bypass in unilateral internal carotid artery occlusion. Cardiovasc Surg. 1993 Dec;1(6):704–8. PMID: 7915627.