

НИЗКОПОТОЧНЫЙ ЭКСТРА-ИНТРАКРАНИАЛЬНЫЙ АНАСТОМОЗ В ОСТРЕЙШЕМ И ОСТРОМ ПЕРИОДАХ ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА КАРОТИДНОГО И ВЕРТЕБРО-БАЗИЛЯРНОГО БАССЕЙНОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

А.В. Щербинин

СПбГБУЗ «Городская больница Святой преподобномученицы Елизаветы»; Россия, 195257 Санкт-Петербург, ул. Вавиловых, 14, лит. А

Контакты: Антон Владимирович Щербинин antoxia@yandex.ru

Введение. Эффективность метода реваскуляризации головного мозга с помощью экстра-интракраниального микроанастомоза (ЭИКМА) при хронической недостаточности кровоснабжения головного мозга изучена в нескольких рандомизированных мультицентровых исследованиях. Проведен анализ доступных публикаций, посвященных этой методике, за 10 лет при острых инсультах в каротидном бассейне и за 20 лет при ишемических инсультах в вертебро-базиллярном бассейне.

Цель работы – улучшение результатов лечения ишемических инсультов с помощью экстренных низкопоточных экстра-интракраниальных анастомозов в острейшем и остром периодах.

В 12 публикациях за последние 10 лет, выбранных в поисковой системе PubMed, выявлены 194 случая применения экстренных ЭИКМА в острейшем и остром периодах ишемического инсульта в каротидном бассейне. В 6 публикациях за 20 лет найдено 127 случаев применения экстренных экстра-интракраниальных анастомозов в острейшем и остром периодах ишемического инсульта в вертебро-базиллярном бассейне. Средний возраст пациентов каротидной группы составил 61,7 года (от 21 года до 96 лет), вертебро-базиллярной группы – 65 лет (от 30 лет до 81 года). Соотношение между мужчинами и женщинами в обеих группах равнялось 3:1. Критериями выполнения анастомоза в обеих группах были нарастание неврологической симптоматики более 4 баллов по шкале тяжести инсульта Национальных институтов здоровья США (NIHSS), незначительные ишемические изменения паренхимы головного мозга при нейровизуализации (не менее 8 баллов по шкале оценки начальных изменений на компьютерно-томографическом (КТ) исследовании при инсульте (Alberta Stroke Program Early CT Score, ASPECTS), признаки грубых атеросклеротических поражений крупных сосудов каротидного и вертебро-базиллярного бассейнов. В 83 случаях в каротидной группе проводили исследование перфузионно-диффузионного несоответствия в бассейне средней мозговой артерии по данным магнитно-резонансной томографии или КТ-перфузии. В 111 случаях каротидной и в большинстве случаев вертебро-базиллярной групп выполнение микроанастомозов было основано на клинико-диффузионных несоответствиях между выраженными клиническим прогрессированием инсульта и незначительными ишемическими изменениями головного мозга при нейровизуализации. В каротидной группе в течение суток после возникновения инсульта выполнено 127 (65 %) микроанастомозов между поверхностной височной артерией и М3–М4 ветвями средней мозговой артерии и 67 (35 %) в течение ближайших 7 дней после манифестации. Благоприятных исходов (0–2 балла по модифицированной шкале исходов Рэнкина – modified Rankin Scale, mRS) оказалось 78 % (151 случай), неблагоприятных (более 2 баллов по mRS) – 22 % (43 случая), летальность составила 3 %. В вертебро-базиллярной группе угнетение сознания до комы и наличие сформированных ишемических очагов в полушариях мозжечка не являлись противопоказаниями к данным операциям. Преобладали (90 случаев) анастомозы между поверхностной височной и верхней мозжечковой артериями. Летальность составила 5 % из-за осложнений сопутствующей патологии в послеоперационном периоде. Благоприятные исходы (0–2 балла по mRS) зарегистрированы в 97 (76 %) случаях, неблагоприятные – в 30 (24 %) случаях.

Заключение. Применение низкопоточного ЭИКМА в остром периоде инсульта каротидного и вертебро-базиллярного бассейнов может улучшить результаты лечения пациентов, у которых внутривенный тромболитический или внутрисудистые вмешательства оказались неэффективными.

Ключевые слова: низкопоточный экстра-интракраниальный анастомоз, ишемический инсульт

Для цитирования: Щербинин А.В. Низкопоточный экстра-интракраниальный анастомоз в острейшем и остром периодах ишемического инсульта каротидного и вертебро-базиллярного бассейнов (обзор литературы). Нейрохирургия 2023;25(2):114–29. DOI: 10.17650/1683-3295-2023-25-2-114-129

Low-flow extra-intracranial bypass in acute carotid and vertebrobasilar ischemic stroke (literature review)

A. V. Shcherbinin

City Hospital of the Holy Martyr Elizabeth; lit. A, 14 Vavilovsk St., Saint Petersburg 195257, Russia

Contacts: Anton Vladimirovich Shcherbinin antoxia@yandex.ru

Introduction. The effectiveness of the method of revascularization of the brain using extra-intracranial bypass in chronic insufficiency of blood supply to the brain has been studied in several randomized multicenter studies. The analysis of available publications devoted to this technique for 10 years with acute strokes in the carotid basin and for 20 years with ischemic strokes in the vertebrobasilar basin was carried out.

Aim. To improve the results of treatment of ischemic strokes with the help of emergency extra-intracranial low-flow bypasses in the acute and acute period.

In 12 publications over the past 10 years, selected from the PubMed search engine, 194 cases of the use of emergency extra-intracranial microbypasses in the acute and acute period of ischemic stroke in the carotid basin were identified, 127 cases of emergency extra-intracranial bypass were found in 6 articles during the last 20 years in the acute phase of vertebra-basilar area stroke. Middle patient age in carotid group was 61.9 years, and 65 years in vertebral patient's group. The male/female ratio was 3/1. The main indications for the bypass creation were: worsening of neurologic deficit from 4 and more according to the Stroke Severity Scale of the US National Institutes of Health, minimal or not significant computed tomography (CT) or diffusion-weighted magnetic resonance imaging (DW-MRI) ischemia brain changes (not lower than 8 points on the scale of assessment of initial changes in the computed tomographic (CT) examination for stroke Alberta Stroke Program Early CT Score, ASPECTS), signs of significant brachiocephalic arteries atherosclerotic stenosis. In 83 carotid group cases perfusion-diffusion mismatch was distinguished before bypass creation. In 111 carotid cases and in priority of vertebra-basilar cases clinic-diffusion mismatch was the only indication for emergency extra-intracranial bypass creation. During the first 24 hours 65 % of carotid group bypass were performed, in other 35 % of cases bypasses were performed during 1 week after the stroke onset. There were 78 % of good results (<2 on the Rankin outcome scale, mRS) and 22 % of poor (mRS >2) in carotid stroke group. Mortality was 3 %. In vertebral group, coma was not contraindication for emergency extra-intracranial bypass creation. In most cases, 70 % of bypass were performed between superficial temporal artery and superior cerebellar artery. Mortality in vertebral stroke group was 5 %, mostly because of somatic pathology worsening. Good results were achieved in 76 % of cases.

Conclusion. In some cases of atherosclerotic carotid and vertebrobasilar ischemic stroke, results of recovery can be approved greatly with use of emergency low-flow extra-intracranial bypass, if intravenous thrombolysis and endovascular thromboextraction were failed.

Keywords: emergency extra-intracranial bypass, carotid ischemic stroke, vertebrobasilar ischemic stroke

For citation: Shcherbinin A.V. Low-flow extra-intracranial bypass in acute carotid and vertebrobasilar ischemic stroke (literature review). *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2023;25(2):114–29. (In Russ.). DOI: 10.17650/1683-3295-2023-25-2-114-129

ВВЕДЕНИЕ

Метод ревазуляризации головного мозга с помощью экстра-интракраниального микроанастомоза (ЭИКМА) описан R. M. Donaghy и M. G. Yasargil в 1968 г. [1]. Эффективность данного метода при хронической недостаточности кровоснабжения головного мозга изучена в нескольких рандомизированных мультицентровых исследованиях: COSS (Carotid Occlusion Surgery Study) и JET (Japanese EC–IC Bypass Trial) [2, 3]. Крупных рандомизированных исследований, посвященных применению ЭИКМА в острейшем и остром периодах ишемического инсульта, не проводилось, однако отдельных сообщений об успешном его использовании для ревазуляризации головного мозга на ранних сроках ишемического инсульта встречается достаточно много [4]. Под «острейшим» подразумевается период до 5 сут от начала инсульта, к острому относят инсульт в течение 28 дней от первых симптомов.

Цель работы – улучшение результатов лечения ишемических инсультов с помощью экстренных низкопо-

точных экстра-интракраниальных анастомозов в острейшем и остром периодах.

Проведен анализ доступных публикаций, посвященных этой методике, за 10 лет при инсультах в каротидном бассейне и за 20 лет при ишемических инсультах в вертебро-базиллярном бассейне. При анализе публикаций для возможного применения метода на практике обращалось внимание на следующие факторы:

- 1) Сроки наложения анастомоза: все случаи были разделены на группу ранних (выполняемых в 1-е сутки) и группу отсроченных (выполненных в течение 7 дней от регистрации инсульта) анастомозов.
- 2) Показания к выполнению анастомозов, использованные авторами (степень выраженности неврологического дефицита и его динамика в предоперационном периоде, результаты данных нейровизуализации и исследований перфузии головного мозга, выраженность атеросклеротического поражения крупных артериальных брахиоцефальных сосудов).

- 3) Метод выбора сосуда-реципиента и способ определения необходимого числа анастомозов у 1 пациента.
- 4) Изменение динамики неврологической симптоматики после операции.
- 5) Наличие ранних и поздних послеоперационных ишемических осложнений (увеличение зоны уже существующего инфаркта, появление новых зон инфарктов).
- 6) Обострение сопутствующей патологии в послеоперационном периоде и влияние этого на исход случая.
- 7) Оценка конечных исходов (удовлетворительный и неудовлетворительный).
- 8) Анализ летальности.

В результате проведенного анализа мы сформулировали обобщенные показания к применению низкопоточного ЭИКМА в раннем периоде ишемического инсульта.

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ЭКСТРА-ИНТРАКРАНИАЛЬНОГО МИКРОАНАСТОМОЗА В РАННЕМ ПЕРИОДЕ ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА В КАРОТИДНОМ БАССЕЙНЕ

В поисковой системе PubMed выбраны 12 работ с 2010 по 2020 г., посвященных этой теме. Более ранние работы не включались в исследование, так как в них авторы редко использовали современные методики нейровизуализации (диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томография – Diffusion-Weighted Magnetic Resonance Imaging, DW-MPT), оценки перфузии головного мозга, шкалу тяжести неврологического дефицита (The National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS) и модифицированную шкалу исходов Рэнкина (Modified Rankin Scale, mRS) 1957 г. Полученные в результате анализа результаты внесены в табл. 1.

Общая характеристика случаев

По результатам отобранных для исследования работ в 1-ю нед после инсульта выполнено 194 экстренных низкопоточных экстра-интракраниальных анастомоза. Средний возраст пациентов – 61,7 года (21 год – 96 лет). Соотношение между мужчинами и женщинами составило 3:1.

Применение тромболиза и внутрисосудистых методов лечения

Во всех проанализированных работах обсуждался или проводился системный тромболизис или внутрисосудистая тромбэкстракция в острейшем периоде инсульта. Эффективность данных видов лечения либо оказалась неудовлетворительной, либо от их использования пришлось отказаться из-за противопоказаний или анатомических особенностей строения магистральных сосудов, что привело к дальнейшему нараста-

нию неврологического дефицита. Все пациенты получали максимально полную стандартную медикаментозную терапию.

Сроки формирования анастомоза от момента последнего ухудшения

Оценивалось время выполнения анастомоза от момента принятия решения: наложены 127 (65 %) ранних анастомозов в 1-е сутки и 67 (35 %) отсроченных – в течение недели после ухудшения. В 4 случаях перед анастомозом выполнялась открытая тромбэкстракция из средней мозговой артерии.

Характеристика морфологических изменений и патологии крупных брахиоцефальных сосудов, послуживших причиной инсульта

В ходе обследования во всех случаях с помощью компьютерной томографической (КТ), магнитно-резонансной (МР) или церебральной ангиографии в качестве причины развития ишемического инсульта выявлены следующие варианты атеросклеротических поражений крупных брахиоцефальных артерий:

- окклюзия или стеноз более 90 % внутренней сонной артерии на всем протяжении – 81 (42 %) случаев,
- окклюзия или стеноз М1-сегмента средней мозговой артерии – 69 (35 %) случаев,
- окклюзия М2-сегментов средней мозговой артерии – 2 случая,
- синхронные окклюзии внутренней сонной и средней мозговой артерии – 5 случаев,
- в 37 случаях авторы не предоставили детализированную информацию об объеме атеросклеротического поражения, послужившего причиной инсульта и поводом для выполнения операции.

Особенности техники выполнения экстра-интракраниального низкопоточного микроанастомоза

В 123 случаях артерией-донором служила поверхностная височная артерия. В 1 случае из-за гипотрофии поверхностной височной артерии использовалась ветвь задней ушной артерии [11]. Сосудом-реципиентом в 123 случаях выбрана корковая ветвь (ветви) средней мозговой артерии с созданием микроанастомоза по типу «конец в бок». В 1 случае использовался М3-сегмент средней мозговой артерии с анастомозом «конец в конец» [13].

Отследить абсолютное число одинарных и двойных анастомозов, выполненных без учета регионарной гемодинамики, не удалось. Однако в 2 работах описан дифференцированный подход к выбору между одиночным или двойным анастомозом [5]. Для этого с помощью доплеровской флоуметрии или ангиографии с индоцианином зеленым находили сосуд-реципиент с низкой скоростью кровотока и выполняли с ним анастомоз одной из ветвей поверхностной височной

Таблица 1. Осложнения и исходы экстренных низкопоточных экстра-интракраниальных анастомозов при ишемическом инсульте в каротидном бассейне
Table 1. Complications and outcomes of urgent low-flow extra-intracranial bypasses in acute carotid strokes

Автор и год публикации Author and dates of publications	Число анастомозов, выполненных после инсульта Number of bypasses performed after stroke		Метод оценки обратимости ишемии мозга Methods of ischemia reversibility assessment		Число осложнений после операции Number of complications after surgery						Исходы по шкале Ранкина, абс. Rankin scale outcomes, abs.	
	в 1-й день in 1 st day	в 1-ю нед in 1 st week	Клинико-диффузионное несоответствие Clinic-diffusion mismatch	Перфузионно-диффузионное несоответствие Perfusion-diffusion mismatch	Расширение зоны ишемии Ischemia zone extension	Новые инфаркты после операции New strokes	Связанные с сопутствующей патологией Somatc deterioration	Геморрагические осложнения Hemorrhagic complication	Летальные исходы Deaths	<2 баллов (удовлетворительные) <2 points (satisfactory)	>2 баллов (неудовлетворительные) >2 points (unsatisfactory)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
T. Horiuchi и соавт. (2013) [5] T. Horiuchi et al. (2013) [5]	34	24	Да	–	23	2	2	–	1	43	15	
G. Hwang и соавт. (2011) [6] G. Hwang et al. (2011) [6]	9	–	–	Да	–	5	–	–	–	6	3	
E. Nussbaum и соавт. (2010) [7] E. Nussbaum et al. (2010) [7]	13	–	Да	–	–	–	–	–	–	13	–	
T. Sugiyama и соавт. (2015) [8] T. Sugiyama et al., (2015) [8]	–	14	–	Да	3	–	–	1	–	12	2	
A. Inoue и соавт. (2017) [9] A. Inoue et al. (2017) [9]	–	9	–	Да	1	–	–	–	–	9	0	
S. Lee и соавт. (2013) [10] S. Lee et al. (2013) [10]	–	20	–	Да	–	–	–	–	–	14	–	
J. Burkhardt и соавт. (2018) [11] J. Burkhardt et al. (2018) [11]	8	–	–	Да.	–	–	–	–	–	8	–	

Окончание табл. 1
End of table 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Н. Park и соавт. (2017) [12] H. Park et al. (2017) [12]	21	–	–	Да	–	1	–	1	–	16	5
С. Lee и соавт. (2017) [13] S. Lee et al. (2017) [13]	1	–	–	Да	–	–	–	–	–	1	–
Ж. Choi и соавт. (2016) [14] J. Choi et al. (2016) [14]	1	–	–	Да	–	–	–	–	–	1	–
Т. Kimura и соавт. (2020) [15] T. Kimura et al. (2020) [15]	35	–	Да	–	–	1	3	1	–	22	10
Р. Kanematsu и соавт. (2018) [16] R. Kanematsu et al. (2018) [16]	5	–	Да	–	–	–	–	–	–	3	2

артерии. Затем измеряли изменения скорости кровотока в корковых сосудах бассейна М2-сегмента другой ветви средней мозговой артерии и, если скорость кровотока там изменялась недостаточно, выполняли дополнительный анастомоз с корковыми сосудами этой зоны. Авторы старались не выбирать для анастомоза артерию, непосредственно участвующую в кровоснабжении зоны ишемии.

Оценка неврологического статуса пациента перед формированием анастомоза

Во всех работах критериями для выполнения анастомоза выбраны:

- 1) наличие неврологического дефицита не менее 4 баллов по NIHSS,
- 2) прогрессивное нарастание неврологического дефицита по NIHSS — более 4 и до 26 баллов,
- 3) уровень социальной адаптации до момента инсульта — не более 2 баллов по шкале mRS.

Складывается впечатление, что для большинства авторов было принципиальным наличие отрицательной динамики в неврологическом статусе на фоне проводимой стандартной терапии. В этом случае принималось решение о выполнении ревааскуляризации, или ЭИКМА, как следующей линии терапии.

Результаты нейровизуализации

Во всех работах основным методом оценки размеров инсульта являлась программа DW-MPT. В раннем периоде инсульта этот метод оказался более чувствительным в сравнении с КТ-исследованием головного мозга в 1-е сутки после инсульта. При этом размеры инсульта определялись по шкале оценки начальных изменений на КТ при инсульте (Alberta Stroke Program Early CT Score, ASPECTS) [17]. Во всех публикациях акцентировано внимание на том, что у выбранных для анастомозов пациентов зона таких изменений минимальна и составляет не менее 8 баллов по шкале ASPECTS. В некоторых работах авторы основываются на объеме очага ишемии не более 30 мл. Отсутствие признаков инсульта на нативном КТ-исследовании головного мозга — также один из критериев для выполнения анастомоза.

Важным условием для принятия решения о выполнении ЭИКМА в острейшем периоде инсульта оказалось нарастание зоны изменений по результатам DW-MPT при динамическом исследовании.

Оценка зоны потенциально обратимых изменений мозга

Для получения информации о зоне потенциально обратимых изменений головного мозга (*лат.* penumbra — «полутень») проводилось сопоставление и выявление несоответствия (mismatch) между объемом мозговой ткани с необратимыми ишемическими изменениями по данным DW-MPT и объемом мозговой ткани с пер-

фузионными расстройствами по данным перфузионной МРТ (или перфузионно-взвешенной визуализации — Perfusion-Weighted Visualization, PWI), где площадь такой (еще жизнеспособной, но ишемизированной) ткани мозга оценивалась по изменениям со снижением среднего времени доставки контраста более 6 с [18–20]. В большинстве работ диагностически важным было наличие разницы в данных объемах от 120 % и более. В 2 работах использовали методику КТ-перфузии. В этом случае обращали внимание на несоответствие площадей мозга со сниженным мозговым кровотоком (cerebral blood flow, CBF) и мозговым объемом крови (cerebral blood volume, CBV) и только сниженным CBV. Наличие таких несоответствий свидетельствует о зонах с обратимыми нарушениями кровообращения [21, 22].

Всего выполнены 83 (43 %) анастомоза с применением оценки перфузии головного мозга в дооперационный период. В 111 (57 %) случаях перфузионные методики перед выполнением ревааскуляризации с помощью экстра-интракраниального анастомоза не применялись. В этих случаях основным критерием для выполнения анастомоза являлось клинико-диффузионное несоответствие, при котором отмечались нарастание неврологической симптоматики и отсутствие значимых признаков ишемии головного мозга при выполнении нативной КТ головного мозга или МРТ в режиме DW-изображений.

Мы сравнили результаты выполнения низкочастотных экстра-интракраниальных анастомозов в раннем периоде атеросклеротического инсульта в группах пациентов с проведением перед операцией исследования перфузии головного мозга (группа 1) и без его проведения (группа 2), данные суммированы в табл. 2. При сравнении числа повторных инсультов или расширения зоны первичного инсульта оказалось, что в группе 1 таких всего 5 (7,2 %) случаев, а в группе 2 — 26 (24 %). Однако число благоприятных исходов в обеих группах сопоставимо и достигает 75–80 %. Таким образом, использование перфузионных методов исследования головного мозга для выявления перфузионно-диффузионного несоответствия может помочь в отборе более перспективных пациентов и снизить число ранних ишемических осложнений при выполнении экстренных ЭИКМА в острейшем периоде инсульта. Однако, как показали результаты работ некоторых авторов, использование только клинико-диффузионного несоответствия в острейшем периоде инсульта для принятия решения о выполнении экстренного ЭИКМА также привело к высокому проценту благоприятных исходов, хотя и было сопряжено с большим числом послеоперационных осложнений.

Динамика неврологического статуса в раннем послеоперационном периоде

Результаты оценивались в баллах по NIHSS в течение 1-й нед после операции. Оказалось, что улучшение

Таблица 2. Сравнительные результаты применения низкопоточных экстра-интракраниальных анастомозов в острейшем и остром периодах ишемического инсульта в каротидном бассейне у пациентов с выполнением перфузионного компьютерного или магнитно-резонансного томографического (КТ или МРТ) исследования кровоснабжения головного мозга и без него в предоперационном периоде

Table 2. Comparison of results of urgent low-flow extra-intracranial (ec-ic) bypasses application in acute carotid stroke in patients with and without perfusion computer or magnetic (KT or MRT) resonance imaging examination of blood supply to the brain before operation

Параметр сравнения Comparison parameter	Группа 1 (анастомоз выполнен на основании КТ-или МРТ-подтвержденного перфузионно-диффузионного несоответствия) Group 1. Ec-ic bypass was performed after approved CT-or MRI-perfusion-diffusion mismatch	Группа 2 (анастомоз выполнен по результатам клинико-диффузионного несоответствия) Group 2. Ec-ic bypass was performed on the basis of clinic-diffusion mismatch
Авторы и год публикации Authors and dates of publications	G. Hwang и соавт. (2011) [6], T. Sugiyama и соавт. (2015) [8], A. Inoue и соавт. (2017) [9], S. Lee и соавт. (2013) [10], J. Burkhardt и соавт. (2018) [11], H. Park и соавт. (2017) [12], C. Lee и соавт. (2017) [13], J. Choi и соавт. (2016) [14] G. Hwang et al. (2011) [6], T. Sugiyama et al. (2015) [8], A. Inoue et al. (2017) [9], S. Lee et al. (2013) [10], J. Burkhardt et al. (2018) [11], H. Park et al. (2017) [12], C. Lee et al. (2017) [13], J. Choi et al. (2016) [14]	T. Horiuchi и соавт. (2013) [5], E. Nussbaum и соавт. (2010) [7], T. Kimura и соавт. (2020) [15], R. Kanematsu и соавт. (2018) [16] T. Horiuchi et al. (2013) [5], E. Nussbaum et al. (2010) [7], T. Kimura et al. (2020) [15], R. Kanematsu et al. (2018) [16]
Число случаев Cases amount	83	111
Число анастомозов, выполненных после инсульта, абс. (%): Number of bypasses performed after stroke, abs. (%):		
– в 1-е сутки – in 1 st day	39 (47)	86 (78)
– в 1-ю нед – in 1 st week	44 (53)	25 (22)
Случаи расширения зоны уже состоявшегося инсульта после операции Amount of stroke territory enlarging after bypass	4	23
Число новых инсультов в послеоперационном периоде Amount of new stroke zones after bypass	1	4
Случаи окклюзии анастомозов после операции Amount of bypass occlusion	1	0
Случаи кровоизлияния в зону операции Amount of hemorrhagic complications	1	2
Исходы по шкале Рэнкина, абс. (%): Rankin scale outcomes, abs. (%):		
– благоприятные (<2 баллов), – favorable outcomes (<2 points),	66 (80)	83 (75)
– неблагоприятные (>2 баллов) – unfavorable (>2 points)	17 (20)	28 (25)
Случаи летальных исходов Cases of death	0	2

неврологического статуса достигнуто в 152 (78 %) случаях, без динамики по сравнению с дооперационным периодом остался 31 (16 %) случай, ухудшение неврологического статуса зарегистрировано в 11 (5 %) случаях.

Послеоперационные осложнения

Новые инфаркты в послеоперационном периоде зарегистрированы в 9 (4,5 %) случаях, расширение

зоны уже имеющих инфарктов – в 28 (14 %) случаях. Обычно они выявлялись при сопоставлении контрольных DW-изображений с дооперационными.

Геморрагические осложнения зарегистрированы в виде небольшого кровоизлияния в зону ишемии в 1 случае [12] и субдуральных гематом в 2 случаях. Ни одно из данных геморрагических осложнений не привело к летальному исходу.

Обострение сопутствующей патологии отмечено в 5 случаях: 2 острых инфаркта миокарда, один из которых привел к смерти пациента, и 3 аспирационные пневмонии.

Ранняя окклюзия анастомоза наблюдалась в 1 случае [12].

Исходы наблюдений

Результаты операций оценивались по mRS [23]. Оказалось, что благоприятных исходов с 0–2 баллами по mRS было 78 % (151 случай), неблагоприятных с результатом более 2 баллов по mRS – 22 % (43 случая). Такой относительно высокий процент благоприятных исходов при относительно низком показателе (5 %) отрицательной динамики неврологической симптоматики после операции свидетельствует о том, что положительная динамика в неврологическом статусе, достигаемая после операции, оказывается недостаточной для значимого улучшения статуса социальной адаптации больного из-за изначально слишком тяжелого неврологического дефицита у большинства рассматриваемых в нашей работе пациентов.

Выводы

1. Метод экстренного экстра-интракраниального анастомоза в острейшем и остром периодах ишемического инсульта не является широко распространенным, учитывая относительно небольшое число найденных публикаций и незначительное число (в среднем 12) наблюдений в сериях. Это связано с тем, что низкопоточные анастомозы наиболее эффективны в случае инсультов на фоне атеросклеротического поражения брахиоцефальных артерий, составляющих 10–20 % от числа всех инсультов [24]. Об этом свидетельствуют данные нейровизуализации в найденных работах, выявившие во всех случаях грубые атеросклеротические повреждения брахиоцефальных сосудов. Анастомозы остаются третьей линией терапии ишемического атеросклеротического инсульта.
2. Эффективность методики высокая. Об этом говорит подавляющее число (78 %) благоприятных результатов в сравнении с неблагоприятными (22 %).
3. Метод относительно безопасен: практически полное отсутствие грубых кровоизлияний в зону ишемических расстройств (1 случай из 194), что значительно меньше, чем средняя частота геморрагических осложнений при тромболитической и эндоваскулярной терапии острого инсульта, достигающая в некоторых сообщениях 33,3 % [25]. Это связано с более безопасным использованием сосудов с низкой скоростью кровотока для ревазуляризации зон с хорошо развитой системой коллатералей в случаях атеросклеротического поражения крупных артерий.
4. Основным клиническим критерием для выполнения экстренного экстра-интракраниального ана-

стомоза в ранней стадии ишемического инсульта является динамическое ухудшение неврологической симптоматики на фоне минимальных изменений при нейровизуализации. Это несоответствие грубого нарастания неврологического дефицита и минимальных изменений (клинико-диффузионное несоответствие) при КТ или МРТ свидетельствует о том, что зона потенциально обратимых изменений мозга (penumbra) еще значительно превосходит зону необратимых изменений и эффективность ревазуляризации высокая.

Обсуждение результатов анализа применения низкопоточных экстра-интракраниальных микроанастомозов в острейшем и остром периодах ишемического инсульта в каротидном бассейне

По данным G.W. Petty и соавт. (2000), 29 % инсультов каротидного бассейна имеют кардиоэмболическую природу [26], в этой группе отмечена самая высокая эффективность ранней ревазуляризации с помощью системной или внутриартериальной тромболитической терапии, а также эндоваскулярной тромбэкстракции. Однако при оценке эффективности тромболитической терапии и внутрисосудистых вмешательств при лечении всех видов ишемических инсультов в крупных мультицентровых исследованиях в 34,3 % случаев (исследование REVASCAT [27]) и в 41,3 % (исследование MR CLEAN [28]) применение этих методов оказывалось безуспешным.

В 10–20 % случаев причиной развития ишемического инсульта оказывается атеросклеротическое поражение брахиоцефальных артерий [29]. Эффективность внутрисосудистых вмешательств и системного тромболитического при этих типах инсультов была значительно ниже. В наблюдениях J. Choi и соавт. (2014) [30] и R. Gocmen и соавт. (2018) [31] успешная реканализация с помощью внутривенного тромболитического и внутрисосудистых манипуляций в остром периоде инсульта при атеросклеротической окклюзии внутренней сонной артерии составила всего 36,4 %, а стентирование и ангиопластика при атеросклеротических типах инсультов имеют высокую вероятность рецидива [24].

Предпосылками для эффективного использования низкопоточных 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 это время обычно формируется система коллатерального кровообращения. С учетом имеющихся дополнительных коллатеральных сетей использование экстракраниальных сосудов с низкой или средней скоростью кровотока (20–60 мл/мин) для доставки в зону ишемии дополнительного объема крови в острейшем и остром периодах инсульта может быть достаточным для восстановления

еще жизнеспособной, но ишемизированной мозговой ткани (penumbra), уменьшения неврологического дефицита и улучшения исхода заболевания [12].

Отдельного внимания заслуживает работа R. Kanematsu и соавт. (2018) [16], в которой авторы описали 5 случаев успешного выполнения ЭИКМА в острейшем периоде ишемического атеросклеротического инсульта у пациентов на фоне проводимого системного тромболитика. Критерием для операции было ухудшение неврологической симптоматики у пациентов — анастомозы выполнили, не дожидаясь 24 ч от момента введения препарата (минимальное время начала операции составило не менее 6 ч от введения препарата). Авторы не зафиксировали геморрагических осложнений, а результаты оказались крайне позитивные. У всех пациентов удалось достичь улучшения клинической картины в сравнении с дооперационной.

Сравнение исходов ишемических инсультов в группах пациентов с выполненными экстренными микроанастомозами и без них

В работе Н. Park и соавт. [12] сравнивались исходы после выполнения экстренного ЭИКМА при остром ишемическом инсульте в группе из 21 пациента в сравнении с 19 пациентами нехирургической группы. В обеих группах проводилось измерение перфузионно-диффузионного несоответствия с помощью МРТ — параметры включения были одинаковыми для обеих групп. Установлено, что у 76 % пациентов хирургической группы результаты были отличными в сравнении с 10 % пациентов из нехирургической группы.

В более ранней работе (Y. Yoshimoto и S. Kwak, 1995) [32] проводилось сравнение ближайших и отдаленных результатов лечения у пациентов с острым нарушением мозгового кровообращения, которым выполнили экстренные ЭИКМА (35 человек), и у 35 пациентов терапевтической группы. Разница в результатах была не столь выраженной, и улучшение после операции отмечено в 43 % случаев в группе оперированных пациентов в сравнении с 29 % в терапевтической группе. Вероятно, это связано с более широкими критериями отбора пациентов для исследования.

Сравнение результатов применения микроанастомозов в раннем и отсроченном периоде ишемического инсульта

В своей работе С. Rice и соавт. (2019) [33] сравнивали результаты 29 низкопоточных экстра-интракраниальных анастомозов, выполненных в течение недели после инсульта, и 52 анастомозов, проведенных в течение года. Авторы сообщают, что у 9 (31 %) из 29 пациентов с анастомозом, выполненным в первые 7 дней, выявлены дополнительные очаги ишемических инсультов в раннем послеоперационном периоде, а в группе пациентов с отсроченными операциями такие очаги обнаружены только в 6 (11,4 %) случаях

из 52. К сожалению, авторы не приводят данные анализа клинической картины и результатов перфузии мозга пациентов, в следствие чего эта публикация не попала в наш анализ.

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ПРИМЕНЕНИЮ НИЗКОПОТОЧНОГО ЭКСТРА-ИНТРАКРАНИАЛЬНОГО МИКРОАНАСТОМОЗА В ОСТРЕЙШЕМ И ОСТРОМ ПЕРИОДАХ ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА В ВЕРТЕБРО-БАЗИЛЯРНОМ БАССЕЙНЕ

В поисковой системе PubMed выбраны 6 работ с 1990 по 2020 г., посвященных этой теме. Полученные в результате анализа результаты внесены в табл. 3. Видно, что в работах 90-х годов преобладали серии из большого числа наблюдений, так как эндоваскулярные методы тогда еще не были широко распространены. В работах 2000—2019 гг. описаны преимущественно небольшие серии наблюдений: анастомоз в них обычно используется как метод третьей линии терапии при резистентном прогрессирующем инсульте в вертебро-базилярном бассейне.

Общая характеристика случаев

По результатам отобранных для исследования работ, в 1-ю нед после инсульта в вертебро-базилярном бассейне выполнено 127 экстренных низкопоточных экстра-интракраниальных анастомозов. Средний возраст пациентов составил 65 лет (30—81 год). Соотношение между мужчинами и женщинами — 3:1. Результаты близки данным, полученным при анализе случаев применения ЭИКМА в острейшем периоде инсульта в каротидном бассейне.

Применение тромболитика и внутрисосудистых методов лечения

Во всех проанализированных работах экстра-интракраниальный анастомоз не являлся первичным методом, а использовался лишь в случае неэффективности или технической невозможности выполнения тромболитика и внутрисосудистых методов лечения.

Сроки от поступления в клинику до принятия решения о необходимости выполнения реваскуляризации с помощью экстра-интракраниальных анастомозов

Был выполнен 41 (32 %) анастомоз в течение 1-х суток после диагностики инсульта и 86 (68 %) отсроченных (в 1-ю нед).

Выявленная патология крупных сосудов вертебро-базилярного бассейна

Во всех публикациях в качестве основного метода нейровизуализации сосудов вертебро-базилярного

Таблица 3. Осложнения и исходы экстренных низкопоточных экстра-интракраниальных анастомозов при ишемических инсультах в вертебро-базиллярном бассейне
Table 3. Complications and outcomes of urgent low-flow extra-intracranial bypasses in acute basilar artery territory strokes

Автор и год публикации Authors and dates of publications	Число анастомозов, выполненных после инсульта Number of bypasses performed after stroke		Метод оценки обратимости ишемии мозга Methods of ischemia reversibility assessment		Число осложнений после операции Number of complications after surgery						Исходы по шкале Ранкина, абс. Rankin scale outcomes, abs.	
	в 1-й день in 1 st day	в 1-ю нед in 1 st week	Клинико-диффузионное несоответствие Clinic-diffusion mismatch	Перфузионно-диффузионное несоответствие Perfusion-diffusion mismatch	Расширение зоны ишемии Ischemia zone extension	Новые инфаркты New strokes	Ухудшение или осложнения Deteriorations	Геморрагические осложнения Hemorrhagic complication	Летальные исходы Deaths	<2 баллов (удовлетворительные) <2 points (satisfactory)	>2 баллов (неудовлетворительные) >2 points (unsatisfactory)	
R. Rennert и соавт. (2019) [34] R. Rennert et al. (2019) [34]	3	–	–	Да	–	1	–	–	–	3	–	
К. Ogasawara и соавт. (2005) [35] K. Ogasawara et al. (2005) [35]	1	–	–	Да	–	–	–	–	–	1	–	
Т. Inoue и соавт. (2012) [36] T. Inoue et al. (2012) [36]	7	–	Да	–	–	1	–	–	1	4	3	
М. Katsuno и соавт. (2018) [37] M. Katsuno et al. (2018) [37]	1	–	Да	–	–	–	–	–	–	1	–	
А. Ogawa и соавт. (1991) [38] A. Ogawa et al. (1991) [38]	2	28	Да	–	1	–	12	3	2	26	4	
Д. Ausman и соавт. (1990) [39] J. Ausman et al. (1990) [39]	27	58	Да	–	–	–	11	–	7	59	26	

бассейна применялась церебральная ангиография. Пациенты по локализации атеросклеротического поражения сосудов распределились следующим образом:

- 2-сторонняя окклюзия позвоночных артерий – 59 случаев,
- 2-сторонние (более 70 %) стенозы позвоночных артерий – 20 случаев,
- 1-сторонние окклюзии позвоночной артерии и стеноз контралатеральной позвоночной артерии – 15 случаев,
- стеноз или острая окклюзия основной артерии – 33 случая.

Как видно, наиболее частой причиной для выполнения анастомоза была 2-сторонняя окклюзия позвоночных артерий, ограничивающая применение эндоваскулярных методов лечения. Практически во всех работах есть указания на снижение контрастирования или окклюзии одного из участков основной артерии, что служит дополнительным показанием к выполнению экстренной реваскуляризации.

Особенности выполнения низкопоточного экстра-интракраниального микроанастомоза с сосудами вертебробазилярного бассейна

В большинстве (90, или 70 %) проанализированных случаев сосудом-реципиентом для наложения микроанастомоза выбиралась верхняя мозжечковая артерия, а сосудом-донором – поверхностная височная артерия.

В 20 (16 %) случаях выполнялся анастомоз между затылочной артерией и передней нижней мозговой артерией, в 16 – между затылочной артерией и задней нижней мозжечковой артерией. Описан случай успешной эндоатероэктомии из V4 сегмента позвоночной артерии.

При послеоперационном контроле анастомозы были проходимы во всех случаях.

Оценка неврологического статуса пациента перед выполнением анастомоза

Во всех работах основными критериями для выполнения экстра-интракраниального анастомоза были:

- 1) неврологический дефицит – не менее 4 баллов по шкале NIHSS,
- 2) прогрессивное нарастание неврологического дефицита – от 4 до 26 баллов по шкале NIHSS,
- 3) уровень социальной адаптации до момента инсульта – не более 2 баллов по шкале mRS.

Данные нейровизуализации перед выполнением анастомоза

Во всех наблюдениях основными критериями при отборе пациентов для выполнения экстренного анастомоза при наличии клиники ухудшения симптоматики, характерной для вертебро-базилярного бассейна,

были отсутствие или небольшие очаги инфаркта в стволе головного мозга (по данным DW-MPT). Признаки ишемии мозжечка не учитывались. В наблюдении М. Katsuno и соавт. (2018) [37] анастомоз накладывали на фоне уже сформированного очага ишемии в мозжечке, который был расценен как противопоказание к тромболитической терапии. Пациенту проводилась стандартная медикаментозная терапия, на фоне которой появились стволовые симптомы и угнетение сознания, неврологический дефицит возрос до 38 баллов по NIHSS. По данным контрольной DW-MPT обнаружены вновь образованные признаки ишемии в стволе головного мозга. Это послужило показанием к успешному выполнению экстра-интракраниального анастомоза поверхностной височной артерии с верхней мозжечковой артерией.

Метод выявления перфузионно-диффузионного несоответствия с помощью МРТ описан в работах К. Ogasawara и соавт. (2005) [35] и R. Rennert и соавт. (2019) [34]. В 1 случае, по данным МРТ, при перфузионно-диффузионном несоответствии в затылочной доле и клинических признаках нарастания неврологической симптоматики анастомоз был выполнен на фоне имеющегося инфаркта в полушарии мозжечка – осложнений не возникло. В другой работе данные МР-перфузии с успехом использовались в 3 наблюдениях. В остальных 124 случаях авторы основывались на клинко-диффузионном несоответствии (выраженная клиническая картина и минимальные изменения на DW-MPT) для принятия решения о выполнении экстренных экстра-интракраниальных анастомозов с артериями вертебро-базилярного бассейна.

Исходы наблюдений

В выбранных работах зарегистрированы 97 (76 %) благоприятных исходов (mRS < 2) и 30 (24 %) неблагоприятных.

Осложнения после операции

1. Ранние ишемические осложнения:
 - повторные инсульты сразу после операции – 1 случай,
 - увеличение зоны инфаркта в мозжечке – 1 случай,
 - мозаичный инсульт – 1 случай.
2. Ишемические осложнения в отдаленном периоде:
 - инсульт после острой окклюзии внутренней сонной артерии через 2 года,
 - 1 новый инфаркт в мосту через 4 мес после операции.
3. Хирургические осложнения. Эти осложнения обусловлены тем, что доступ к артериям-реципиентам вертебро-базилярного бассейна технически более травматичен и более сложен, чем при реваскуляризации каротидного бассейна. Такими осложнениями были:
 - поражение черепных нервов (9 случаев),

- отоликворея (3 случая) как частое проявление избыточной резекции височной кости,
- субарахноидальные кровоизлияния в зоне, прилежащей к анастомозу (3 случая обнаружения крови на послеоперационных КТ в охватывающей цистерне после наложения анастомоза с верхней мозжечковой артерией).

Ни одно из хирургических осложнений не привело к летальному исходу.

4. Осложнения, связанные с обострением сопутствующей патологии:
 - острый инфаркт миокарда (2 случая);
 - диабетическая кома (2 случая).

Именно эти осложнения и стали причиной 4 летальных исходов.

Выводы:

1. Методика применения низкопоточного экстра-интракраниального анастомоза в острейшем и остром периодах инсульта в вертебро-базилярном бассейне эффективна (об этом свидетельствуют 76 % благоприятных исходов) и имеет низкую частоту геморрагических осложнений.
2. Основные причины неблагоприятных исходов – хирургические осложнения, связанные с технической сложностью операции.
3. Церебральная ангиография – это основной метод обследования при сосудистой патологии вертебро-базилярного бассейна. Двустороннее атеросклеротическое поражение позвоночных артерий – важный критерий для принятия решения в пользу экстренного экстра-интракраниального анастомоза.
4. Ранее выявленные ишемические инсульты в полушариях мозжечка не являются противопоказанием для выполнения анастомоза при обнаружении

новых DW-MPT-признаков ишемии ствола головного мозга.

5. Выявление при МРТ диффузионно-перфузионных несоответствий при ишемическом поражении вертебро-базилярного бассейна актуально преимущественно для затылочной доли. При поражении стволовых структур большинство авторов использует клиничко-диффузионные несоответствие как показание к экстренной реваскуляризации.
6. В качестве артерии-реципиента для реваскуляризации следует отдавать предпочтение верхней мозжечковой артерии, а в качестве артерии-донора – поверхностной височной артерии. По данным J. Ausman и соавт. (1990) [40] операция по выполнению анастомоза поверхностной височной и верхней мозжечковой артерий переносится легче и сопряжена с меньшим числом осложнений, чем при создании анастомоза между затылочной и задне-нижней мозжечковой артериями. В наших сериях преобладал именно такой вид анастомоза.

Практические рекомендации для отбора пациентов и выполнения низкопоточного ЭИКМА в острейший и острый период ишемического инсульта в каротидном и вертебро-базилярном бассейнах сформулированы в табл. 4.

Обсуждение результатов анализа применения низкопоточных экстра-интракраниальных микроанастомозов в острейшем и остром периодах ишемического инсульта в вертебро-базилярном бассейне

Согласно опубликованным работам, частота встречаемости инсультов вертебро-базилярного бассейна достигает 20–40 % от всех инсультов [39]. По данным Н. Jones и соавт. (1980) [41], смертность пациентов при

Таблица 4. Критерии отбора пациентов для выполнения низкопоточного экстра-интракраниального анастомоза в острейшем и остром периодах инсульта в каротидном и вертебро-базилярном бассейнах

Table 4. Indications for low flow extra-intracranial bypasses in acute stage of carotid and basilar artery stroke

Критерий отбора Selection criteria	Ишемический инсульт в каротидном бассейне Carotid ischemic stroke	Ишемический инсульт в вертебро-базилярном бассейне Vertebrobasilar ischemic stroke
1	2	3
Исходный индекс социальной адаптации по mRS; возраст Initial index of social adaptation by mRS; age	mRS > 2; до 80 лет mRS > 2; lower 80 years	mRS > 2; до 80 лет mRS > 2; lower 80 years
Уровень неврологического дефицита перед операцией по NIHSS и его нарастание Neurological deficit and its dynamic (NIHSS)	От 4 баллов и более с нарастанием на фоне консервативной терапии, тромболитика или тромбэкстракции NIHSS 4 and more with its increase during standard medical treatment, thrombolysis or thrombextraction	Не менее 4 баллов с прогрессией на фоне терапии. Кома не является противопоказанием для выполнения операции NIHSS 4 and more with its increase during standard medical treatment. Coma is not a contraindication to surgery

1	2	3
Данные нейровизуализации и доплерографии Neuroimaging and ultrasound results	<p>1. Отсутствие или минимальные признаки наличия зон ишемии при безконтрастной КТ головного мозга или подтвержденные признаки ишемического инсульта по результатам DWI-PWI: не менее 8 баллов по шкале ASPECT или объемом поражения не более 30 мл. No or minimal signs of ischemia at native CT scans, or DWI-PWI confirmed ischemia zone not lower 8 ASPECTS score, or not more than 30 ml volume.</p> <p>2. При возможности выполнения перфузионных методов обследования – признаки DWI-PWI-несоответствия до 120 % при МТТ более 6 с When perfusion estimation is possible, signs of DWI-PWI mismatch not more than 120 % with MTT >6 s</p>	<p>1. При КТ отсутствуют ишемические изменения в стволе головного мозга. Ишемические поражение полушарий мозжечка не являются противопоказанием для операции. No ischemic changes in the brain stem at native CT. Cerebellar ischemic changes are not contraindications for bypass surgery.</p> <p>2. DW-MPT – минимальные или нарастающие в динамике изменения в створочных структурах или затылочной доле. Minimal or increasing in size ischemic changes in brain stem or occipital lobes at DWI-MRI scans.</p> <p>3. Оценка скоростей кровотока по позвоночным и основной артерии с помощью доплера. В случае снижения скорости кровотока по основной артерии более 20 % – решение в пользу анастомоза Diminishing of basilar artery Doppler measured blood flow more than 20 % is the indication for possible bypass surgery</p>
Подтверждение атеросклеротического подтипа инсульта Confirmation of atherosclerotic type of stroke	<p>Подтверждение по данным КТ-, МРТ- или церебральной ангиографии атеросклеротического стенозирования или окклюзии внутренней сонной артерий на стороне инсульта CT-angiography, MRI-angiography or digital contrast cerebral angiography confirmed internal carotid artery atherosclerotic occlusion on the stroke side</p>	<p>Наличие признаков 2-стороннего атеросклеротического поражения позвоночной артерии при церебральной ангиографии: стеноз более 50 % позвоночных артерий, окклюзии, а также замедление кровотока по основной артерии, признаки окклюзии основной артерии Signs of double-side occlusion or atherosclerotic stenosis of more than 50 % vertebral arteries, with slowing blood flow or total occlusion of basilar artery at digital contrast cerebral angiography</p>
Сроки выполнения анастомоза Time to bypass	<p>В течении 12 ч от принятия решения. В случае проведения системного тромболизиса время выполнения операции должно быть не менее 6 ч от момента введения препарата During 12 hours after making decision. No earlier than 6 hours from the system thrombolysis start</p>	<p>Анастомоз должен быть выполнен не позднее суток после появления симптомов Bypass must be performed no longer than 24 hours after the sings onset</p>
Технические особенности выполнения анастомоза Technical nuances of the bypass	<p>1. Основной артерией-донором считать поверхностную височную артерию. External temporal artery is the main donor artery.</p> <p>2. В качестве артерии-реципиента следует отдавать предпочтение М4-ветвям лобной или теменной долей, выбирая артерию с минимальной скоростью кровотока по доплеру или ICG-ангиографии (от 20 мл/мин и меньше) и выполнять анастомоз по типу «конец в бок» при отсутствии дистальных препятствий для кровотока по данным дигитальной ангиографии The main appropriate artery are the frontal or temporal M4 branches. The artery with the lowest Doppler flow must be chosen (20 ml/min and low). End to side bypasses usually performed, if no distal blood flow obstacle has found</p>	<p>При возможности отдавать предпочтение анастомозу между поверхностной височной артерией и верхней мозжечковой артерией. В случае приустевого стеноза – возможно использование экстрадуральных методов реваскуляризации позвоночной артерии Usually external temporal artery to superior cerebellar artery bypass is preferred. Extradural methods of revascularization may be used in case of stenosis of vertebral artery orifice</p>

Сокращения: NIHSS (The National Institutes of Health Stroke Scale) – шкала тяжести инсульта Национальных институтов здоровья США, mRS (Modified Rankin scale) – модифицированная шкала исходов Рэнкина, МТТ (Mean Transit Time) – среднее время прохождения крови, DW-MPT (Diffusion-Weighted Magnetic Resonance Imaging) – диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томография, КТ – компьютерная томография, DWI-PWI (Diffusion-Weighted Imaging / Perfusion-Weighted Imaging) – перфузионно-взвешенная визуализация/диффузионно-взвешенная визуализация, ASPECT (Alberta Stroke Program Early CT Score) – шкала оценки начальных изменений на КТ-исследовании при инсульте, ICG (Indocyanine green) – индоцианин зеленый.

Abbreviations: NIHSS – stroke Severity Scale of the US National Institutes of Health, mRS – modified Rankin Outcome Scale, MTT – average Blood Transit Time, DW-MRI – diffusion-weighted magnetic Resonance Imaging, CT – Computed Tomography, DWI-PWI – Diffusion-Weighted Imaging / Perfusion-Weighted Imaging, ASPECT (Alberta Stroke Program Early CT Score) – the scale of assessment of initial changes on CT examination in stroke, ICG – Indocyanine green.

ишемических инсультах в вертебро-базилярном бассейне достигала 27 %, что в 2,5 раза превышало смертность в случае инсульта в каротидном бассейне.

По данным L. Caplan и соавт. (2005) [42] основная причина ишемических инсультов в вертебро-базилярном бассейне — атеросклероз позвоночных артерий или основной артерии в отличие от преобладания кардиоэмболической природы инсультов в бассейне сонной артерии.

По данным L. Marquardt и соавт. (2008) [43], клиническая переносимость атеросклеротического поражения позвоночных артерий значительно хуже, чем переносимость поражения сонных артерий. Так, при сравнении течения заболевания у пациентов со стенозами более 50 % сонных или позвоночных артерий выявлено, что частота возникновения повторных транзиторных ишемических атак в группе позвоночных артерий достигала 22 % в сравнении с 3 % в группе сонных артерий, а риск 90-дневного развития инсульта составил 22 %, вероятность инсульта и транзиторных ишемических атак — 46 %. Эти данные свидетельствуют о высоком риске осложнений при 2-стороннем атеросклеротическом поражении позвоночных артерий.

Эффективность внутрисосудистой тромбэкстракции и системного тромболитизиса при тромбозе основной артерии не является абсолютной. По результатам исследования BASICS (Basilar Artery International Cooperation Study), в котором при участии 592 пациентов проводилось сравнение эффективности лечения инсульта в вертебро-базилярном бассейне с помощью системного тромболитизиса, только дезагрегантами или внутрисосудистыми операциями, у 69 % пациентов был плохой исход. Частота успешной реканализации основной артерии при внутривенном тромболитизисе достигала только 67 %, при внутрисосудистых манипуляциях — 72 %. Среди пациентов, получавших только дезагрегантную терапию, умерли или имели грубые неврологические выпадения 93 % [44].

Оценка осложнений при системном тромболитизисе и внутрисосудистых тромбэкстракциях из основной артерии оценивалась в работе V. Gory и соавт. (2016) [45]. Из 312 случаев им удалось достичь реканализации в 81 %, при этом кровоизлияния зарегистрированы в 4 % случаев, отличные результаты — в 42 % и инвалидизация — в 32 %. В другом ретроспективном исследовании, посвященном оценке эффективности различных внутрисосудистых инструментов для лечения окклюзий основной артерии, общий уровень реканализации достиг 50 % (17 из 34 пациентов), хорошие результаты получены у 11 (32 %) пациентов [46].

Таким образом, при высоком риске инвалидизации и ограниченной эффективности внутрисосудистых методов лечения в остром периоде ишемических инсультов в вертебро-базилярном бассейне могут оказаться актуальными микрохирургические методы реваскуляризации ствола головного мозга в случае неудачи выполнения внутрисосудистых вмешательств.

R. Rennert и соавт. (2019) [34] в исследовании на небольшой группе пациентов показали большую эффективность реваскуляризации с помощью низкотоочных анастомозов в сравнении с консервативной тактикой. Наличие 2-стороннего грубого атеросклеротического поражения позвоночных артерий сопряжено с крайне высоким риском неблагоприятных исходов и требует скорейшей хирургической коррекции. По данным W. Shanowille и соавт. (2009) [44], стандартная медикаментозная терапия приводит к неблагоприятным результатам в 93 % случаев.

В выбранных для анализа публикациях угнетение сознания до сопора или комы не рассматривалось авторами как противопоказание к данной операции. Для выбора хирургической тактики важным было наличие клинико-диффузионных несоответствий, свидетельствующих об обширной зоне обратимых изменений головного мозга. К сожалению, в своих работах авторы не использовали более подробную градацию поражений стволовых структур по данным DW-MPT, как, например, в rs-ASPECTS [47] или Brain Stem DWI score [48]. Без сомнения, использование данных шкал могло бы значительно упорядочить прогнозирование эффективности реваскуляризации и исходов при имеющихся ишемических изменениях ствола головного мозга.

Очень быстрое необратимое развитие инсульта в вертебро-базилярном бассейне заставляет некоторых авторов предлагать более раннюю хирургическую тактику, основывающуюся на ранних симптомах и признаках 2-стороннего поражения позвоночных артерий. В случае выполнения операции уже на фоне развернутых клинических проявлений в 45 % случаев результаты лечения были неудовлетворительными [36]. В связи с этим вызывает интерес работа R. Starke и соавт. (2009) [49], в которой авторы использовали автоматический метод измерения скоростей кровотока по интракраниальным артериям с помощью программы количественной оценки микробиологического риска (Quantitative microbiological risk assessment, QMRA). Это позволило при выявлении критического снижения скорости кровотока в основной артерии и артериях мозжечка выполнять операции, не дожидаясь появления клинической симптоматики. Этой же методикой пользовались S. Amin-Nanjani и соавт. (2005) [50]: у более чем половины пациентов в группе ($n = 47$) со стенозом позвоночных артерий с помощью программы QMRA измерялись показатели кровотока в основной и задней мозговой артериях. К сожалению, случаев применения данной методики в остром периоде инсульта вертебро-базилярного бассейна не описано.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на широкое применение системного тромболитизиса и экстренных внутрисосудистых вмешательств при остром ишемическом инсульте, остается

достаточно большой контингент пациентов, у которых данные методики оказываются неэффективными. При выборе между внутрисосудистым и микрохирургическим методом лечения первенство должно быть отдано внутрисосудистому, однако факт его применения не является противопоказанием к выполнению микроанастомоза при неэффективности

внутрисосудистого метода или прогрессировании клинической картины.

Анализ опубликованных результатов применения низкопоточных ЭИКМА в острейшем периоде инсульта в каротидном и вертебро-базиллярном бассейнах доказал их эффективность и безопасность, что делает их применение в качестве терапии третьей линии обоснованным.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Donaghy R.M., Yasargil G. Microaneurysmal surgery and its techniques. *Prog Brain Res* 1968;30:263–7. DOI: 10.1016/s0079-6123(08)61469-7
2. Grubb R., Powers W., Derdeyn C. et al. The carotid occlusion surgery study. *Neurosurg Focus* 2003;15:14–17. DOI: 10.3171/foc.2003.14.3.10
3. Ogasawara K., Ogawa A. JET study (Japanese EC-IC Bypass Trial). *Nippon Rinsho* 2006;64 Suppl. 7:524–7. PMID: 17461199
4. Крылов В.В., Лукьянчиков В.А. Хирургическая реваскуляризация головного мозга при остром инсульте. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски 2014;114(12–2):46–52. DOI: 10.17116/jnevro201411412246-52
5. Krilov V., Lukyanchikov V. Surgical revascularization of the brain in acute stroke. *Zhurnal nevrologii i psixiatrii im. S.S. Korsakova. Speczy'puski = S.S. Korsakov Journal of neurology and psychiatry. Special issues* 2014;114(12–2):46–52. (In Russ.) DOI: 10.17116/jnevro201411412246-52
6. Horiuchi T., Nitta J., Ishizaka S. et al. Emergency EC-IC bypass for symptomatic atherosclerotic ischemic stroke. *Neurosurg Rev* 2013;36:559–65. DOI: 10.1007/s10143-013-0487-5
7. Hwang G., Oh C., Bang J. et al. Superficial temporal artery to middle cerebral artery bypass in acute ischemic stroke and stroke in progress. *Neurosurgery* 2011;68(3):723–9. DOI: 10.1227/NEU.0b013e318207a9de
8. Nussbaum E., Janjua T., Defillo A. et al. Emergency extracranial-intracranial bypass surgery for acute ischemic stroke. *J Neurosurg* 2010;112(3):666–73. DOI: 10.3171/2009.5.JNS081556
9. Sugiyama T., Kazumata K., Asaoka K. et al. Reappraisal of microsurgical revascularization for anterior circulation ischemia in patients with progressive stroke. *World Neurosurg* 2015;84(6):1579–88. DOI: 10.1016/j.wneu.2015.07.053
10. Inoue A., Kohno K., Iwata S. et al. Efficacy of early superficial temporal artery-middle cerebral artery double anastomoses for atherosclerotic occlusion in patients with progressing stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2017;26(4):741–748. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2016.10.009
11. Lee S., Huh P., Kim D. et al. Early superficial temporal artery to middle cerebral artery bypass in acute ischemic stroke. *Clin Neurol Neurosurg* 2013;115(8):1238–44. DOI: 10.1016/j.clineuro.2012.11.022
12. Burkhardt J., Winkhofer S., Fierstra J. et al. Emergency extracranial-intracranial bypass to revascularize salvageable brain tissue in acute ischemic stroke patients. *World Neurosurg* 2018;109:476–85. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.10.005
13. 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;13(5):552–9. DOI: 10.1093/ons/oxp041
14. 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;22(1):14–7. DOI: 10.1097/NRL.0000000000000086
15. Choi J., Park H. Emergent double-barrel bypass shortly after intravenous administration of recombinant tissue plasminogen activator for acute ischemic stroke. *J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg* 2016;18(3):258–63. DOI: 10.7461/jcen.2016.18.3.258
16. Kimura T., Ichikawa Y., Inoue T. Safety and clinical outcomes of urgent superficial temporal artery-middle cerebral artery bypass—a single-institution retrospective analysis. *Acta Neurochir (Wien)* 2020;162(6):1325–31. DOI: 10.1007/s00701-020-04267-z
17. Kanematsu R., Kimura T., Ichikawa Y. et al. Safety of urgent STA-MCA anastomosis after intravenous rt-PA treatment: a report of five cases and literature review. *Acta Neurochir* 2018;160:1721–7. DOI: 10.1007/s00701-018-3576-y
18. Pexman J., Barber P., Hill M. et al. Use of the Alberta Stroke Program Early CT Score (ASPECTS) for assessing ct scans in patients with acute stroke. *Am J Neuroradiol* 2001;22:1534–42. PMID: 11559501
19. Schlaug G., Benfield A., Baird A. et al. The ischemic penumbra: operationally defined by diffusion and perfusion MRI. *Neurology* 1999;53(7):1528–37. DOI: 10.1212/wnl.53.7.1528
20. Motta M., Ramadan A., Hillis A. et al. Diffusion-perfusion mismatch: an opportunity for improvement in cortical function. *Front Neurol* 2015;1(5):280–2. DOI: 10.3389/fneur.2014.00280
21. Григорьева Е.В., Лукьянчиков В.А., Токарев А.С., Крылов В.В. КТ-перфузия у пациентов после наложения экстра-интракраниального микрохирургического анастомоза в отдаленном послеоперационном периоде. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова 2014;9:38–42.
22. Grigorieva E., Lukyanchikov V., Tokarev A., Krylov V.V. CT-perfusion in long distant postsurgical period after extra-intracranial microanastomosis. *Zhurnal nevrologii i psixiatrii im. S.S. Korsakova. Speczy'puski = Journal of neurology and psychiatry* 2014;9:38–42. (In Russ.).
23. Nabavi D., Cenic A., Craen R. et al. CT Assessment of cerebral perfusion: experimental validation and initial clinical experience. *Radiology* 1999;213(1):141–9. DOI: 10.1148/radiology.213.1.r99oc03141
24. Krishnan P., Murphy A., Aviv R. CT-based techniques for brain perfusion. *Top Magn Reson Imaging* 2017;26(3):113–9. DOI: 10.1097/RMR.000000000000129
25. Rankin J. Cerebral Vascular Accidents in Patients over the Age of 60. II. Prognosis. *Scot Med J* 1957;2(5):200–15. DOI: 10.1177/003693305700200504
26. Arsava E., Helenius J., Avery R. et al. Assessment of the predictive validity of etiologic stroke classification. *JAMA Neurol* 2017;74(4):419–28. DOI: 10.1001/jamaneurol.2016.5815
27. Natarajan S., Snyder K., Siddiqui A. et al. Safety and effectiveness of endovascular therapy after 8 hours of acute ischemic stroke onset and wake-up strokes. *Stroke* 2009;40(10):3269–74. DOI: 10.1161/STROKEAHA.109.555102
28. Petty G.W., Brown R.D., Whisnant J.P. et al. Ischemic stroke subtypes: a population-based study of functional outcome, survival, and recurrence. *Stroke* 2000;31(5):1062–8. DOI: 10.1161/01.str.31.5.1062
29. Dávalos A., Cobo E., Molina C. et al. Safety and efficacy of thrombectomy in acute ischaemic stroke (REVASCAT): 1-year follow-up of a randomised open-label trial. *Lancet Neurol* 2017;16(5):369–76. DOI: 10.1016/S1474-4422(17)30047-9

28. Jansen I., Mulder M., Goldhoorn R. et al. Endovascular treatment for acute ischaemic stroke in routine clinical practice: prospective, observational cohort study (MR CLEAN Registry). *BMJ* 2018;360:k949. DOI: 10.1136/bmj.k949
29. Chen P., Gao S., Wang Y. et al. Classifying ischemic stroke, from TOAST to CISS. *CNS Neurosci Ther* 2012;18(6):452–6. DOI: 10.1111/j.1755-5949.2011.00292.x
30. Choi J., Lee J., Lee T. et al. 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;55(6):313–20. DOI: 10.3340/jkns.2014.55.6.313
31. Gocmen R., Arsava E., Oguz K. et al. Atherosclerotic intracranial internal carotid artery calcification and intravenous thrombolytic therapy for acute ischemic stroke. *Atherosclerosis* 2018;270:89–94. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2018.01.035
32. Yoshimoto Y., Kwak S. Superficial temporal artery – middle cerebral artery anastomosis for acute cerebral ischemia: the effect of small augmentation of blood flow. *Acta Neurochir (Wien)* 1995;137(3–4):128–37. DOI: 10.1007/BF02187184
33. Rice C., Cho S., Taqui A. et al. Early versus delayed extracranial-intracranial bypass surgery in symptomatic atherosclerotic occlusion. *Neurosurgery* 2019;1;85(5):656–63. DOI: 10.1093/neuros/nyy411
34. Rennert R., Steinberg J., Strickland B. et al. Extracranial-to-intracranial bypass for refractory vertebrobasilar insufficiency. *Neurosurgery* 2019;126:552–9. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.03.184
35. Ogasawara K., Sasaki M., Tomitsuka N. et al. Early revascularization in a patient with perfusion computed tomography/diffusion-weighted magnetic resonance imaging mismatch secondary to acute vertebral artery occlusion. Case report. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 2005;45(6):306–10. DOI: 10.2176/nmc.45.306
36. Inoue T., Tamura A., Tsutsumi K. et al. Acute to subacute surgical revascularization for progressing stroke in atherosclerotic vertebrobasilar occlusion. *Acta Neurochir (Wien)* 2012;54(8):1455–61. DOI: 10.1007/s00701-012-1398-x
37. Katsuno M., Kiyotaka E., Kazutsune T. et al. Emergency superficial temporal artery–superior cerebellar artery bypass for the refractory vertebrobasilar insufficiency with partial mastoidectomy. *World Neurosurg* 2018;118:75–80. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.07.032
38. Ogawa A., Yoshimoto T., Sakurai Y. Clinical analysis of STA–SCA bypass for vertebrobasilar occlusive disease. *Tohoku J Exp Med* 1991;64(3):183–90. DOI: 10.1620/tjem.164.183
39. Ausman J., Liebeskind D., Gonzalez N. et al. A review of the diagnosis and management of vertebral basilar (posterior) circulation disease. *Surg Neurol Int* 2018;24:9–106. DOI: 10.4103/sni.sni_373_17
40. Ausman J., Diaz F., Vacca D. et al. Superficial temporal and occipital artery bypass pedicles to superior, anterior inferior, and posterior inferior cerebellar arteries for vertebrobasilar insufficiency. *J Neurosurg* 1990;72(4):554–8. DOI: 10.3171/jns.1990.72.4.0554
41. Jones H., Millikan C., Sandok B. Temporal profile (clinical course) of acute vertebrobasilar system cerebral infarction. *Stroke* 1980;11:173–7. DOI: 10.1161/01.str.11.2.173
42. Caplan L., Wityk R., Pazdera L. et al. New England medical center posterior circulation stroke registry II. Vascular lesions. *J Clin Neurol* 2005;1(1):31–49. DOI: 10.3988/jcn.2005.1.1.31
43. Marquardt L., Kuker W., Chandratheva A. et al. Incidence and prognosis of > or =50 % symptomatic vertebral or basilar artery stenosis: Prospective population-based study. *Brain* 2008;132:982–8. DOI: 10.1093/brain/awp026
44. Schonewille W., Wijman C., Michel P. et al. Treatment and outcomes of acute basilar artery occlusion in the Basilar Artery International Cooperation Study (BASICS): A prospective registry study. *Lancet Neurol* 2009;8:724–30. DOI: 10.1016/S1474-4422(09)70173-5
45. Gory B., Eldesouky I., Sivan-Hoffmann R. et al. Outcomes of stent retriever thrombectomy in basilar artery occlusion: An observational study and systematic review. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2016;87:520–5. DOI: 10.1136/jnnp-2014-310250
46. Fahed R., Di M., Rosso C. et al. A leap forward in the endovascular management of acute basilar artery occlusion since the appearance of stent retrievers: A single-center comparative study. *J Neurosurg* 2017;126(5):1578–84. DOI: 10.3171/2016.2.JNS151983
47. Khatibi K., Nour M., Tateshima S. et al. Posterior circulation thrombectomy-pc-ASPECT score applied to preintervention magnetic resonance imaging can accurately predict functional outcome. *World Neurosurg* 2019;129:566–71. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.05.217
48. Cho T., Nighoghossian N., Tahon F. et al. Brain stem diffusion-weighted imaging lesion score: a potential marker of outcome in acute basilar artery occlusion. *AJNR Am J Neuroradiol* 2009;30(1):194–8. DOI: 10.3174/ajnr.A1278
49. Starke R., Chwajol M., Lefton D. et al. Occipital artery-to-posterior inferior cerebellar artery bypass for treatment of bilateral vertebral artery occlusion: the role of quantitative magnetic resonance angiography noninvasive optimal vessel analysis: technical case report. *Neurosurgery* 2009;64(4):779–81. DOI: 10.1227/01.NEU.0000339351.65061.D6
50. Amin-Hanjani S., Du X., Zhao M. et al. Use of quantitative magnetic resonance angiography to stratify stroke risk in symptomatic vertebrobasilar disease. *Stroke* 2005;36:1140–5. DOI: 10.1161/01.STR.0000166195.63276.7c

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The author declares that there is no conflict of interest.

ORCID автора/ ORCID of author

А.В. Щербинин / A.V. Shcherbinin: <https://orcid.org/0000-0003-1870-1270>

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

Статья поступила: 30.11.2022. **Принята к публикации:** 26.01.2023.
Article submitted: 30.11.2022. **Accepted for publication:** 26.01.2023.