ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОЙ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ

Т.А. Кудряшова¹, А.С. Токарев², В.А. Лукьянчиков², Н.А. Полунина^{1,2}, И.В. Сенько²,
В.А. Далибалдян^{1,2}, Г.К. Гусейнова², Н.Е. Кудряшова², Р.Ш. Муслимов²

¹ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова»
Минздрава России; 127473 Москва, ул. Делегатская, 20, стр. 1;

²ГБУЗ «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения
г. Москвы»; Россия, 129090 Москва, Большая Сухаревская пл., 3

Контакты: Татьяна Александровна Кудряшова anevrizma13@gmail.com

Цель исследования — оценить эффективность функционирования экстракраниально-интракраниального микроанастомоза (ЭИКМА) у пациентов с симптомной окклюзией внутренней сонной артерии (ВСА) в отдаленном периоде.

Материалы и методы. С 2013 по 2015 г. в отделении нейрохирургии Научно-исследовательского института скорой помощи им. Н.В. Склифосовского у 129 пациентов (в возрасте от 41 до 78 лет, средний возраст — 60 лет) выполнено наложение ЭИКМА на стороне симптомной окклюзии ВСА. Окклюзия правой ВСА выявлена у 54 пациентов, окклюзия левой ВСА — у 67, двусторонняя окклюзия — у 8. Симптомная окклюзия ВСА в 5 раз чаще наблюдалась у мужчин. Оценивали динамику неврологического статуса по модифицированной шкале Рэнкина (modified Rankin Scale), шкале Национальных институтов здоровья США (National Institutes of Health Stroke Scale), индексу мобильности Ривермид (Rivermead Mobility Index) через 1, 2 и 3 года. Проведены компьютерная (КТ) ангиография экстра- и интракраниальных артерий, ультразвуковое исследование (УЗИ) зоны анастомоза, однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ).

Результаты. В раннем послеоперационном периоде, по данным КТ-ангиографии и УЗИ, анастомоз функционировал у 125 (97 %) пациентов; улучшение регионарной перфузии головного мозга по данным ОФЭКТ отмечено у всех обследованных (n = 62). В отдаленном послеоперационном периоде обследовали 31 пациента. По данным КТ-ангиографии и УЗИ, анастомоз функционировал у 30 (97 %) больных, положительная динамика неврологического статуса и перфузии головного мозга отмечена у 30 (97 %) пациентов. В отдаленном послеоперационном периоде не наблюдались повторные нарушения мозгового кровообращения по ишемическому типу и повторные транзиторные ишемические атаки.

Заключение. Выявлена положительная динамика как в раннем, так и в отдаленном периоде (через 1–3 года) после наложения ЭИКМА. При выполнении данной операции необходимо учитывать наличие перенесенного нарушения мозгового кровообращения по ишемическому типу или транзиторной ишемической атаки, окклюзии ВСА по данным КТ-ангиографии, снижение цереброваскулярного резерва (<10 %) по данным ОФЭКТ головного мозга при пробе с ацетазоламидом. Для предотвращения осложнений не следует накладывать ЭИКМА у пациентов с выраженными неврологическими нарушениями и тяжелой сопутствующей патологией. Корректный отбор больных и медикаментозная терапия в послеоперационном периоде позволяют предотвратить повторные нарушения мозгового кровообращения по ишемическому типу.

Ключевые слова: окклюзия внутренней сонной артерии, реваскуляризация головного мозга, экстракраниально-интракраниальный микроанастомоз, отдаленный послеоперационный период

Для цитирования: Кудряшова Т.А., Токарев А.С., Лукьянчиков В.А. и др. Отдаленные результаты хирургической реваскуляризации головного мозга у пациентов с хронической церебральной недостаточностью. Нейрохирургия 2019;21(4):67–73.

DOI: 10.17650/1683-3295-2019-21-4-67-73

Long-term results of surgical brain revascularization in patients with chronic cerebral insufficiency

T.A. Kudryashova¹, A.S. Tokarev², V.A. Lukyanchikov², N.A. Polunina^{1,2}, I.V. Senko², V.A. Dalibaldyan^{1,2}, G.K. Guseynova²,
N.E. Kudryashova², R.Sh. Muslimov²

¹A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Ministry of Health of Russia;
Bld. 1, 20 Delegatskaya St., Moscow 127473, Russia;

²N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow Healthcare Department;
3 Bol'shaya Sukharevskaya Sq., Moscow 129090, Russia

The study objective is to evaluate long-term effectiveness of extracranial-intracranial (EC-IC) bypass in patients with symptomatic occlusion of the internal carotid artery (ICA).

Materials and methods. From 2013 to 2015, 129 patients (aged 41 to 78, average age — 60 years) were applied EC-IC bypass on the side of ICA symptomatic occlusion at the Department of Neurosurgery of N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine. We revealed right ICA occlusion in 54 patients, left ICA occlusion — in 67, bilateral occlusion — in 8. Symptomatic ICA occlusion was 5 times more often in men. We assessed neurological status in 1, 2, and 3 years using modified Rankin Scale, National Institutes of Health Stroke Scale, and Rivermead Mobility Index. Computed tomography (CT) angiography of extracranial and intracranial arteries, ultrasound of the anastomosis zone, single-photon emission computed tomography (SPECT) were performed.

Results. In the early postoperative period, according to CT angiography and ultrasound, the anastomosis functioned in 125 (97 %) patients; improvement of regional cerebral perfusion according to SPECT was observed in all examined patients ($n = 62$). We examined 31 patients in the remote postoperative period. According to CT angiography and ultrasound, anastomosis functioned in 30 (97 %) patients, 30 (97 %) patients demonstrated positive dynamics of neurological status and brain perfusion. There were no repeated ischemic-type cerebral circulatory disorders and repeated transient ischemic attacks in the long-term postoperative period.

Conclusion. Positive dynamics after EC-IC bypass was revealed both in early and in distant periods (within 1–3 years). During the surgery, it is necessary to take into account cases of ischemic strokes or transient ischemic attack, ICA occlusion according to CT angiography, a decrease in cerebrovascular reserve (<10 %) according to brain SPECT when tested with acetazolamide. To prevent complications, EC-IC bypass should not be used in patients with severe neurological impairments and concomitant pathology. Properly selected patients and postoperative drug therapy helps prevent repeated ischemic cerebral circulatory disorders.

Key words: internal carotid artery occlusion, brain revascularization, extracranial-intracranial bypass, long-term postoperative period

For citation: Kudryashova T.A., Tokarev A.S., Lukyanchikov V.A. et al. Long-term results of surgical brain revascularization in patients with chronic cerebral insufficiency. *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2019;21(4):67–73. (In Russ.).

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее частая причина острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) по ишемическому типу — окклюзионно-стенотические поражения брахиоцефальных артерий [1–5]. С целью профилактики повторных ОНМК у пациентов с симптомной окклюзией внутренней сонной артерии (ВСА) накладывают экстракраниально-интракраниальный микроанастомоз (ЭИКМА) [6–9]. Данную операцию выполняют многие отечественные и зарубежные нейрохирургические центры, однако до сих пор остается спорным вопрос о ее эффективности. В ряде исследований не удалось доказать положительное влияние подобного хирургического лечения на состояние пациентов. В 1977–1985 гг. Henry Barnett и соавт. провели первое рандомизированное исследование (EC-IC Bypass Trial) [10–13], целью которого было определить, способны ли ЭИКМА снизить риск возникновения инсульта или летальность от инсульта. Хирургическое лечение перенесли 663 пациента, а для сравнения была сформирована группа из 714 пациентов, которым назначалась консервативная терапия. Летальность в течение 30 дней после наложения ЭИКМА составила 0,6 %, а ишемические осложнения возникли у 2,5 % пациентов. У оперированных больных инсульты развивались чаще и в более ранние сроки, чем у пациентов, которые проходили консервативное лечение. Исследователи заключили, что наложение ЭИКМА является неэффективным методом предотвращения церебральной ишемии у пациентов с атеросклеротическим поражением брахиоцефальных и интракраниальных артерий [12, 14, 15]. Развитие современных методов диагностики, таких как магнитно-резонанс-

ная и компьютерная томография (КТ) сосудов, позитронная и однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ), позволило выделить категорию пациентов с повышенным риском развития повторного ишемического инсульта [3, 6, 16].

В 1998–2004 гг. проведено исследование JET (Japanese EC-IC Bypass Trial) [17, 18]. В него вошло 196 пациентов, у которых по данным ОФЭКТ было выявлено ослабление перфузии головного мозга после перенесенного ОНМК. У половины ($n = 98$) пациентов было проведено хирургическое лечение, у остальных — медикаментозное. Повторные ОНМК по ишемическому типу наблюдали у 7 % больных после ЭИКМА и у 21 % — после консервативного лечения, что свидетельствовало об эффективности хирургической профилактики ОНМК.

В 2010 г. в США завершилось исследование COSS (Carotid Occlusion Surgery Study), в ходе которого не обнаружены статистически значимые различия в частоте повторных ишемических инсультов между пациентами, перенесшими операцию по созданию ЭИКМА, и пациентами, у которых операция не проводилась: в течение 2 лет инсульт развился у 21 % оперированных и у 22,7 % неоперированных. Кроме того, отмечена высокая частота (15 %) послеоперационных осложнений. Ввиду этого исследование было решено завершить констатацией «отсутствия статистически значимых доказательств эффективности ревааскуляризации головного мозга у больных с окклюзией ВСА и выраженной церебральной недостаточностью» [12, 19–21].

Несмотря на противоречивость результатов исследований, данная операция выполняется во всем мире, так как остается одним из возможных методов профилактики повторного ОНМК. Стоит отметить

также, что цереброваскулярная недостаточность занимает 3-е место среди причин смерти населения, но при этом 1-е место — среди причин инвалидизации пациентов. Риск повторного ишемического инсульта составляет 29 % в течение года, 40 % — в течение 2 лет и 57 % — в течение 5 лет [22, 23].

Цель исследования — оценить эффективность функционирования ЭИКМА у пациентов с симптомной окклюзией ВСА в отдаленном периоде.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С 2013 по 2015 г. в отделении нейрохирургии Научно-исследовательского института скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ЭИКМА был наложен у 129 пациентов с симптомной окклюзией ВСА. Показаниями к операции были перенесенное ОНМК по ишемическому типу или транзиторная ишемическая атака, наличие окклюзии ВСА по данным КТ-ангиографии, сниженного цереброваскулярного резерва (<10 %) по данным ОФЭКТ при пробе с ацетазоламидом.

В предоперационном и послеоперационном периодах проводилось комплексное обследование всех пациентов с участием невролога, терапевта, нейроофтальмолога и эндокринолога. Все пациенты принимали лекарственные препараты и наблюдались у профильных специалистов.

В отдаленном послеоперационном периоде неврологический статус пациентов оценивали по модифицированной шкале Рэнкина (modified Rankin Scale), шкале Национальных институтов здоровья США (National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS), индексу мобильности Ривермид (Rivermead Mobility Index). Для обследования в сроки от 1 до 3 лет после операции использовали КТ-ангиографию экстра- и интракраниальных артерий, ОФЭКТ головного мозга, ультразвуковое исследование (УЗИ) зоны анастомоза, при котором оценивали линейную и объемную скорость кровотока по ЭИКМА. Все результаты сравнивали с теми, которые были получены в раннем послеоперационном периоде. ОФЭКТ с нагрузочной пробой с ацетазоламидом проводили у пациентов в предоперационном периоде для выявления снижения цереброваскулярного резерва.

В предоперационном периоде у всех 129 пациентов по данным КТ-ангиографии и УЗИ наблюдали гемодинамически незначимый стеноз ВСА на противоположной стороне. По данным КТ-ангиографии у 1 пациента была выявлена аневризма передней соединительной артерии и у 1 больного была диагностирована болезнь moyamoya. У пациентов, перенесших ОНМК по ишемическому типу или транзиторную ишемическую атаку, оперативное вмешательство выполняли в срок от 13 ч до 5 мес от начала заболевания.

РЕЗУЛЬТАТЫ

После выполнения операции ни у одного пациента не зарегистрировано снижения уровня сознания

и нарастания очагового неврологического дефицита. В раннем послеоперационном периоде по данным КТ-ангиографии и УЗИ экстра- и интракраниальных артерий подтверждено функционирование анастомоза у 125 (97 %) пациентов. ОФЭКТ головного мозга после операции выполнена у 62 (48 %) пациентов, улучшение перфузии произошло у всех обследованных, прирост регионарного мозгового кровотока составил 8–88 % на стороне ишемического очага. Отмечено также уменьшение выраженности синдрома обкрадывания противоположного полушария.

В отдаленном послеоперационном периоде (через 1–3 года после операции) обследовали 31 пациента. Нормальное функционирование анастомоза наблюдалось у 30 (97 %) пациентов (рис. 1), прекращение функционирования анастомоза — у 1 (рис. 2).

ОФЭКТ головного мозга была выполнена у 30 пациентов; отмечен прирост перфузии с минимальной объемной скоростью мозгового кровотока от 27 до 39 мл/мин на 100 г (54–78 %) (рис. 3).

По данным УЗИ зоны анастомоза, в отдаленном послеоперационном периоде линейная скорость кровотока по анастомозу варьировала от 20 до 108 см/с (рис. 4), а объемная — от 10 до 90 мл/мин (рис. 5).

В отдаленном послеоперационном периоде (через 1–3 года после хирургической реваскуляризации головного мозга) отмечена положительная динамика

Рис. 1. Мультиспиральная компьютерная ангиография в косой проекции зоны функционирующего экстракраниально-интракраниального микроанастомоза (указан стрелкой) между левой поверхностной височной артерией и сегментом М4 левой средней мозговой артерии (2013 г.)

Fig. 1. Multispiral computed angiography in an oblique projection of extracranial-intracranial bypass (indicated by an arrow) between the left superficial temporal artery and the M4 segment of the left middle cerebral artery (2013)

Рис. 2. Мультиспиральная компьютерная ангиография в косой проекции зоны экстракраниально-интракраниального микроанастомоза слева (2014 г.). Закрытие просвета левой поверхностной височной артерии (указано стрелками)

Fig. 2. Multispiral computed angiography in the oblique projection of the zone of extracranial-intracranial bypass on the left (2014). Closing lumen of the left superficial temporal artery (indicated by arrows)

Рис. 3. Распределение пациентов по скорости мозгового кровотока по данным однофотонной эмиссионной компьютерной томографии головного мозга в отдаленном периоде после наложения экстракраниально-интракраниального микроанастомоза

Fig. 3. Long-term patient distribution per the cerebral volumetric blood flow rate according to single-photon emission brain computed tomography after extracranial-intracranial bypass surgery

неврологического статуса в сравнении с предоперационными показателями по модифицированной шкале Рэнкина (рис. 6), по индексу мобильности Ривермид и по шкале NIHSS.

Рис. 4. Распределение пациентов по линейной скорости кровотока по экстракраниально-интракраниальному микроанастомозу в отдаленном периоде (данные ультразвукового исследования)

Fig. 4. Long-term patient distribution per the level of the linear blood flow velocity of the extracranial-intracranial bypass (ultrasound data)

Рис. 5. Распределение пациентов по объемной скорости кровотока по экстракраниально-интракраниальному микроанастомозу в отдаленном периоде (по данным ультразвукового исследования)

Fig. 5. Long-term patient distribution per the level of the volumetric blood flow rate of the extracranial-intracranial bypass (ultrasound data)

ОБСУЖДЕНИЕ

По данным научной литературы, операции по реваскуляризации головного мозга с целью профилактики повторного ОНМК по ишемическому типу продолжают выполняться у пациентов с нарушением мозгового кровообращения. Так, J.M. Gibbs и соавт. проанализировали результаты реваскуляризации головного мозга у 239 больных с хронической церебральной ишемией. При этом частота послеоперационных ишемических осложнений не превысила 3,5 %, а летальные исходы отсутствовали. Ежегодная частота повторных ОНМК после наложения ЭИКМА

Рис. 6. Распределение пациентов по оценке неврологического статуса по модифицированной шкале Рэнкина: а — в предоперационном периоде; б — в отдаленном периоде после наложения экстракраниально-интракраниального микроанастомоза

Fig. 6. Patient distribution per the neurological status assessed using modified Rankin Scale: а — preoperative period; б — long-term after extracranial-intracranial bypass surgery

не превышала 2,5 % при 5-летнем наблюдении. В отдаленном послеоперационном периоде было обследовано 100 пациентов в течение 3 лет, повторные ОНМК наблюдались у 2 % [24]. Опубликованы и работы, которые не подтвердили эффективность функционирования ЭИКМА. Например, F. Plum на основании анализа результатов наложения ЭИКМА у 64 больных (в экстренном порядке) сделал вывод о низкой эффективности данного метода хирургического лечения: состояние 27 пациентов улучшилось после операции, у 26 — осталось без изменений, 11 больных умерли [18]. У оперированных нами пациентов летальных исходов не было.

В своем исследовании J.C. Varon и соавт. с помощью ОФЭКТ выявили снижение экстракции кислорода тканями головного мозга после наложения ЭИКМА уже в раннем послеоперационном периоде, а также регресс неврологического дефицита [20]. Мы также отметили в раннем послеоперационном периоде прирост перфузии (до 88 % по данным ОФЭКТ головного мозга) и положительную динамику неврологического статуса. I.A. Awad и R.F. Spetzler при ОФЭКТ подтвердили нормализацию регионарного мозгового кровотока, увеличение цереброваскулярного резерва и уменьшение выраженности синдрома обкрадывания противоположного полушария после реваскуляризации головного мозга [11]. В ряде клинических наблюдений получены доказательства эффективности реваскуляризации головного мозга в отдаленном периоде: регресс очагового неврологического дефицита наблюдался у 85 % пациентов. По результатам нашего исследования, в отдаленном послеоперационном периоде (через 1–3 года после вмешательства), по данным ОФЭКТ

головного мозга, улучшалась перфузия и исчезал синдром обкрадывания противоположного полушария (или уменьшалась его выраженность). Средняя объемная скорость мозгового кровотока составила 36 мл/мин на 100 г. Отмечено и улучшение неврологического статуса: в среднем на 1,8 балла уменьшилась оценка по шкале NIHSS, на 1,7 балла — по модифицированной шкале Рэнкина и на 1 балл увеличился индекс мобильности Ривермид. Важно отметить, что повторных ОНМК по ишемическому типу и транзиторных ишемических атак у пациентов в отдаленном периоде мы не наблюдали.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реваскуляризирующие оперативные вмешательства, направленные на предотвращение повторного ОНМК по ишемическому типу и транзиторной ишемической атаки, — один из важных методов сосудистой нейрохирургии. Корректный отбор пациентов и своевременное оказание нейрохирургической помощи с использованием современных методов нейровизуализации позволят добиться положительных функциональных исходов и снизить риск осложнений как в раннем, так и в отдаленном послеоперационном периоде.

На основании предварительных результатов комплексного обследования пациентов в сроки от 1 до 3 лет после наложения ЭИКМА мы считаем данный вид нейрохирургической операции эффективным методом профилактики повторного ОНМК по ишемическому типу. Для более полной оценки эффективности функционирования ЭИКМА в отдаленном периоде планируется дальнейший сбор и анализ данных.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Протоколы заседаний Московского научного общества нейрохирургов за 2001 г. Нейрохирургия 2002;(1): 68–72. [Minutes of meetings of the Moscow Scientific Society of Neurosurgeons for 2001. Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery 2002;(1):68–72. (In Russ.)].
2. Гусев Е.И., Скорцова В.И., Стаховская Л.В. Эпидемиология инсульта в России. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова 2003;103(8, прил.):4–9. [Gusev E.I., Skvortsova V.I., Stakhovskaya L.V. Epidemiology of stroke in Russia. Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova = S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry 2003; 103(8 Suppl):4–9. (In Russ.)].
3. Ким А.В., Антонов Г.И., Лазарев В.А. и др. Хирургическое лечение больных с ишемическим инсультом в бассейне средней мозговой артерии в остром периоде. Нейрохирургия 2014;(1):126–31. [Kim A.V., Antonov G.I., Lazarev V.A. et al. The surgical treatment of patients with ischemic stroke within the territory of middle cerebral artery in acute period. Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery 2014;(1):126–31. (In Russ.)].
4. Спиридонов А.А., Лаврентьев А.В., Морозов К.М., Пирцхалаишвили З.К. Микрохирургическая реваскуляризация каротидного бассейна. М.: Изд-во НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2000. 265 с. [Spiridonov A.A., Lavrentiev A.V., Morozov K.M., Pirtskhalaishvili Z.K. Microsurgical revascularization of the carotid region. Moscow: Publishing house of the A.N. Bakulev National Medical Research Center of Cardiovascular Surgery, 2000. 265 p. (In Russ.)].
5. Усачев Д.Ю., Сербиненко Ф.А., Леманев В.Л., Митрошин Г.Е. Хирургическое лечение больных с окклюзирующими и стенозирующими поражениями брахиоцефальных артерий. Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко 2003;2:2–6. [Usachev D.Yu., Serbinenko F.A., Lemenev V.L., Mitroshin G.E. Surgical treatment of patients with occlusion and stenosis of brachiocephalic arteries. Zhurnal "Voprosy neurokhirurgii" im. N.N. Burdenko = N.N. Burdenko's Journal of Neurosurgery 2003;2:2–6. (In Russ.)].
6. Крылов В.В., Лукьянчиков В.А., Токарев А.С. и др. Хирургическая профилактика ишемических инсультов с использованием экстра-интракраниального микроанастомоза (ЭИКМА) в каротидном бассейне. Ангиология и сосудистая хирургия 2016;22(4):116–22. [Krylov V.V., Lukiyanichikov V.A., Tokarev A.S. et al. Surgical prevention of ischaemic strokes by means of an extracranial microanastomosis (EICMA) in the carotid basin. Angiologiya i sosudistaya khirurgiya = Angiology and Vascular Surgery 2016;22(4):116–22. (In Russ.)].
7. Операции реваскуляризации головного мозга в сосудистой нейрохирургии. Под ред. В.В. Крылова, В.Л. Леманева. М.: Бином, 2014. 271 с. [Brain revascularization operations in vascular neurosurgery. Ed. by V.V. Krylov, V.L. Lemenev. Moscow: Binom, 2014. 271 p. (In Russ.)].
8. Amin-Hanjani S., Du X., Mlinarevich N. et al. The cut flow index: an intraoperative predictor of the success of extracranial-intracranial bypass for occlusive cerebrovascular disease. Neurosurgery 2005;56(1 Suppl):75–85. DOI: 10.1227/01.neu.0000143032.35416.41.
9. Abdulrauf S.I. Cerebral revascularization: techniques in extracranial-to-intracranial bypass surgery. Philadelphia: PA Saunders, 2011. Pp. 155–160.
10. Alaraj A., Ashley W.W. Jr, Charbel F.T., Amin-Hanjani S. The superficial temporal artery trunk as a donor vessel in cerebral revascularization: benefits and pitfalls. Neurosurg Focus 2008;24(2):E7. DOI: 10.3171/FOC/2008/24/2/E7.
11. Awad I.A., Spetzler R.F. Extracranial-intracranial bypass surgery: a critical analysis in light of the International Cooperative Study. Neurosurgery 1986;19(4):655–64. DOI: 10.1227/00006123-198610000-00028.
12. Day A.L., Rhoton A.L. Jr, Little J.R. The extracranial-intracranial bypass study. Surg Neurol 1986;26(3):222–6. DOI: 10.1016/0090-3019(86)90153-9.
13. EC/IC Bypass Study Group. Failure of extracranial-intracranial arterial bypass to reduce the risk of ischemic stroke. Results of an international randomized trial. N Engl J Med 1985;313(19):1191–200. DOI: 10.1056/NEJM198511073131904.
14. Fisher M. Occlusion of the internal carotid artery. AMA Arch Neurol Psychiatry 1951;65(3):346–77. DOI: 10.1001/archneurpsyc.1951.02320030083009.
15. Goldring S., Zervas N., Langfitt T. The Extracranial-Intracranial Bypass Study. A report of the committee appointed by the American Association of Neurological Surgeons to examine the study. N Engl J Med 1987;316(13):817–20. DOI: 10.1056/NEJM198703263161319.
16. Лукьянчиков В.А., Каландари А.А., Далибалиян В.А. и др. Возможность выполнения экстра-интракраниального микроанастомоза с использованием системы безрамной нейронавигации. Нейрохирургия 2014;(2):66–72. [Lukianichikov V.A., Kalandari A.A., Dalibaldian V.A. et al. The performance of extracranial-intracranial bypass using the frameless neuronavigation system. Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery 2014;(2):66–72. (In Russ.)].
17. JET Study Group. [Japanese EC-IC Trial (JET Study). Study design and interim analysis (in Japanese)]. Surg Cereb Stroke (Jpn) 2002;30(2):97–100. DOI: 10.2335/scs.30.97.
18. Plum F. Extracranial-intracranial arterial bypass and cerebral vascular disease. N Engl J Med 1985;313(19):1221–3. DOI: 10.1056/NEJM198511073131909.
19. Bauer A.M., Bain M.D., Rasmussen P.A. Chronic cerebral ischemia: where "evidence-based medicine" fails patients. World Neurosurg 2015;84(3):714–8. DOI: 10.1016/j.wneu.2015.04.049.
20. Baron J.C., Boussier M.G., Rey A. et al. Reversal of focal "misery-perfusion syndrome" by extra-intracranial arterial bypass in hemodynamic cerebral ischemia. A case study with 150 positron emission tomography. Stroke 1981;12(4):454–9. DOI: 10.1161/01.str.12.4.454.
21. Dalainas I., Avgerinos E.D., Daskalopoulos M.E. et al. The critical role of the external carotid artery in cerebral perfusion of patients with total occlusion of the internal carotid artery. Int Angiol 2012;31(1):16–21.
22. 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;114(9):38–42. [Grigorieva E.V., Lukiyanichikov V.A., Tokarev A.S., Krylov V.V. CT perfusion in patients after EICMA in the postoperative period. Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova = S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry 2014;114(9):38–42. (In Russ.)].
23. Добжанский Н.В. Двусторонний экстра-интракраниальный микроартериальный анастомоз при атеросклеротических окклюзирующих поражениях артерий каротидной системы. Нейрохирургия 2001;(3):37–42. [Dobzhansky N.V. Bilateral extra-intracranial microarterial anastomosis in atherosclerotic occlusive lesions of the carotid system arteries. Neurosurgery 2001;(3):37–42. (In Russ.)].
24. Gibbs J.M., Wise R.J., Thomas D.J. et al. Cerebral haemodynamic changes after extracranial-intracranial bypass surgery. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1987;50(2):140–50. DOI: 10.1136/jnnp.50.2.140.

Благодарность. Авторы выражают благодарность д.м.н. А.А. Гриню за научную консультацию, исправления в процессе написания рукописи и административную поддержку исследования, а также д.м.н. А.В. Природову за научную консультацию.

Acknowledgment. The authors express their gratitude to A.A. Grin, MD, DMSc, for scientific advice, corrections in the process of article writing, administrative support for the study, and to A.V. Prirodov, MD, DMSc, for scientific advice.

Вклад авторов

А.С. Токарев: проведение операций, разработка дизайна исследования, анализ полученных данных;

В.А. Лукьянчиков: проведение операций, разработка дизайна исследования, получение данных для анализа, анализ полученных данных;

Н.А. Полунина, В.А. Далибалдян: проведение операций, получение данных для анализа;

И.В. Сенько: проведение операций, разработка дизайна исследования, получение данных для анализа;

Г.К. Гусейнова, Н.Е. Кудряшова, Р.Ш. Муслимов: получение данных для анализа.

Authors' contributions

A.S. Tokarev: surgery treatment, developing the research design, analysis of the obtained data;

V.A. Lukyanchikov: surgery treatment, developing the research design, obtaining data for analysis, analysis of the obtained data;

N.A. Polunina, V.A. Dalibaldyan: surgery treatment, obtaining data for analysis;

I.V. Senko: surgery treatment, developing the research design, obtaining data for analysis;

G.K. Guseynova, N.E. Kudryashova, R.Sh. Muslimov: obtaining data for analysis.

ORCID авторов/ORCID of authors

А.С. Токарев/A.S. Tokarev: <https://orcid.org/0000-0002-8415-5602>

В.А. Лукьянчиков/V.A. Lukyanchikov: <https://orcid.org/0000-0003-4518-9874>

Н.А. Полунина/N.A. Polunina: <https://orcid.org/0000-0001-5680-4663>

И.В. Сенько/I.V. Senko: <https://orcid.org/0000-0002-5743-8279>

В.А. Далибалдян/V.A. Dalibaldyan: <https://orcid.org/0000-0002-5993-3310>

Г.К. Гусейнова/G.K. Guseynova: <https://orcid.org/0000-0001-8475-3410>

Н.Е. Кудряшова/N.E. Kudryashova: <https://orcid.org/0000-0001-9185-2804>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

Информированное согласие. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Informed consent. All patients gave written informed consent to participate in the study.