

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ В ОТДАЛЕННОМ ПЕРИОДЕ ПОСЛЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКСТРА-ИНТРАКРАНИАЛЬНОГО МИКРОХИРУРГИЧЕСКОГО АНАСТОМОЗОС ПРИ СИМПТОМНОЙ ОККЛЮЗИИ ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ

Т.А. Кудряшова¹, В.А. Лукьянчиков¹⁻⁴, И.В. Сенько⁵, Н.А. Полунина^{2,3}, В.А. Далибалдян³, Г.К. Гусейнова³, Р.Ш. Муслимов³, В.В. Крылов²⁻⁴, А.А. Гринь^{2,3}

¹ФГБУ «Научно-клинический центр оториноларингологии Федерального медико-биологического агентства»; Россия, 123182 Москва, Волоколамское шоссе, 30, корп. 2;

²ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России; Россия, 117997 Москва, ул. Островитянова, 1;

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

⁴ФГБНУ «Научный центр неврологии»; Россия, 125367 Москва, Волоколамское шоссе, 80;

⁵ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» Федерального медико-биологического агентства; Россия, 117997 Москва, ул. Островитянова, 1, стр. 10

Контакты: Татьяна Александровна Кудряшова anervizma13@gmail.com

Цель исследования – оценить ближайшую и отдаленную эффективность экстра-интракраниального микрохирургического анастомоза (ЭИКМА) у пациентов с симптомной окклюзией внутренней сонной артерии (ВСА).

Материалы и методы. С 2016 по 2019 г. в отделении нейрохирургии НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского обследованы 54 пациента, которым было выполнено формирование ЭИКМА на стороне симптомной окклюзии ВСА в период с 2013 по 2015 г. Симптомная окклюзия ВСА чаще имела место у мужчин, чем у женщин (соотношение 7:1). Возраст пациентов варьировал от 48 до 73 лет (средний возраст составил 62 года). При выполнении операции формирования ЭИКМА при симптомной окклюзии ВСА интраоперационно применяли флоуметрию у 52 (96 %) пациентов, у 2 (4 %) больных данный метод диагностики невозможно было выполнить по техническим причинам. Основными методами исследования в отдаленном периоде после ревазуляризации головного мозга были оценка динамики неврологического статуса по шкале NIHSS (шкала инсульта Национальных институтов здоровья США); модифицированная шкала Рэнкина; индекс мобильности Ривермид; компьютерно-томографическая ангиография экстра-интракраниальных артерий; ультразвуковое исследование (УЗИ) микрохирургического анастомоза, при котором оценивали линейные и объемные скорости кровотока; однофотонная эмиссионная компьютерная томография. Оценивали вид и размер трепанации, а также учитывали длительность операции.

Пациенты были разделены на 3 группы: в 1-ю группу входили пациенты со сроком наблюдения 1–2 года после ревазуляризации головного мозга, во 2-ю группу – 3–4 года, в 3-ю группу – 5–6 лет. Все полученные результаты сравнивали с показателями в предоперационном, раннем послеоперационном и отдаленном периодах.

Результаты. В отдаленном послеоперационном периоде в сроки от 1 до 6 лет после ревазуляризации головного мозга обследовали 54 пациента. По данным компьютерно-томографической ангиографии и УЗИ микрохирургический анастомоз функционировал у 53 (98 %) больных. По результатам однофотонной эмиссионной компьютерной томографии головного мозга регионарный мозговой кровоток в отдаленном послеоперационном периоде варьировал от 28 до 40 мл/100 г/мин. Медиана регионарного мозгового кровотока в отдаленном послеоперационном периоде составила 38 мл/100 г/мин. Интраоперационную флоуметрию выполняли 52 (96 %) пациентам, медиана показателя составила 15,5 мл/мин. По результатам УЗИ линейная скорость кровотока по микрохирургическому анастомозу варьировала от 20 до 95 см/с, медиана 49 см/с. Показатели объемного кровотока варьировали от 30 до 85 мл/мин, медиана 75 мл/мин. Резекционная трепанация черепа была выполнена у 36 (67 %) пациентов, среднее значение размера трепанационного отверстия в диаметре составило 3 см³. В исследовании оценивали время проведения оперативного вмешательства: среднее значение составило 212 мин; не было получено достоверной корреляции между временем проведения операции и размером трепанации черепа.

Улучшение неврологического статуса в динамике было отмечено во всех группах наблюдения. По шкале NIHSS в 1-й группе (1–2 года) улучшение зафиксировано у 59 % пациентов, во 2-й группе (3–4 года) – у 48 %, в 3-й группе

(5–6 лет) – у 47 %. По модифицированной шкале Рэнкина в 1-й группе улучшение наблюдали у 36,4 % пациентов, во 2-й группе – у 48 %, в 3-й группе – у 42,9 %. На основании индекса мобильности Ривермид в 1-й группе улучшение отмечено у 63,3 % пациентов, во 2-й группе – у 56 %, в 3-й группе – у 57,1 %. Наилучшие показатели были отмечены в 1-й группе наблюдения (63,3 %).

Заключение. На основании данных инструментальных методов исследования и оценки неврологического статуса у пациентов отмечена положительная динамика как в послеоперационном периоде, так и в отдаленном периоде наблюдения в сроки от 1 до 6 лет после наложения ЭИКМА. В отдаленном послеоперационном периоде у пациентов не было зафиксировано повторных нарушений мозгового кровообращения по ишемическому типу и повторных транзиторных ишемических атак. Корректный отбор больных в предоперационном периоде и комплексное лечение, включающее медикаментозную терапию, в послеоперационном и отдаленном периодах позволяют предотвратить повторные нарушения мозгового кровообращения по ишемическому типу и таким образом улучшить качество жизни прооперированных пациентов.

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

Для цитирования: Кудряшова Т.А., Лукьянчиков В.А., Сенько И.В. и др. Результаты лечения больных в отдаленном периоде после формирования экстра-интракраниального микрохирургического анастомоза при симптомной окклюзии внутренней сонной артерии. Нейрохирургия 2024;26(1):41–53. DOI: <https://doi.org/10.17650/1683-3295-2024-26-1-41-53>

Long-term outcomes after formation of a low-flow STA-MCA bypass for treatment of symptomatic occlusion of the internal carotid artery

T.A. Kudryashova¹, V.A. Lukyanchikov^{1–4}, I.V. Senko⁵, N.A. Polunina^{2,3}, V.A. Dalibaldyan³, G.K. Guseynova³, R.Sh. Muslimov³, V.V. Krylov^{2–4}, A.A. Grin^{2,3}

¹Clinical Center for Otorhinolaryngology of the Federal Medical and Biological Agency of Russia; Bld. 2, 30 Volokolamskoye Shosse, Moscow 123182, Russia;

²N.I. Pirogov Russian National Research Medical University; 1 Ostrovityanova St., Moscow 117997, Russia;

³N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine, Moscow Healthcare Department; 3 Bolshaya Sukharevskaya Sq., Moscow 129090, Russia;

⁴Research Center of Neurology; 80, Volokolamskoye Shosse, Moscow 125367, Russia;

⁵Federal Center for Brain and Neurotechnologies, Federal Medical and Biological Agency of Russia; Bld. 10, 1 Ostrovityanova St., Moscow 117513, Russia

Contacts: Tatiana Alexandrovna Kudryashova anevrima13@gmail.com

Aim. To evaluate short- and long-term effectiveness of low-flow bypass between superficial temporal artery and M4 segment of middle cerebral artery (low-flow STA-MCA bypass) in patients with symptomatic occlusion of the internal carotid artery (ICA).

Materials and methods. Between 2016 and 2019 at the Department of Neurosurgery of the N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine, 54 patients who underwent low-flow STA-MCA bypass formation at the side of symptomatic ICA occlusion between 2013 and 2015 were examined. Symptomatic ICA occlusion was more common in men than in women (7:1 ratio). Patient age varied between 48 and 73 years (mean age was 62 years).

During low-flow STA-MCA bypass formation surgery for symptomatic ICA occlusion, intraoperative flowmetry was used in 52 (96 %) patients, in 2 (4 %) patients this diagnostic method was impossible to perform due to technical difficulties. The main examination methods in the long term after cerebral revascularization were evaluation of neurological status dynamics per the National Institute of Health Stroke Scale (NIHSS); modified Rankin scale; Rivermead mobility index; computed tomography angiography of the extra-intracranial arteries; ultrasound (US) examination of the STA-MCA bypass for evaluation of linear and volumetric blood flow velocities; single-photon emission computed tomography. The type and size of trephination were evaluated, and operative time was taken into account.

The patients were divided into 3 groups: group 1 included patients with follow-up period of 1–2 years after cerebral revascularization, group 2 – 3–4 years, group 3 – 5–6 years. All results were compared to preoperative, early, and long-term measurements.

Results. In the long-term postoperative period between 1 and 6 years after cerebral revascularization, 54 patients were examined. Computed tomography angiography and US showed functioning STA-MCA bypass in 53 (98 %) patients. According to single-photon emission computed tomography of the brain, regional cerebral blood flow in the long-term postoperative period varied between 28 and 40 mL/100 g/min, median regional cerebral blood flow in the long-term postoperative period was 38 mL/100 g/min. Intraoperative flowmetry was performed in 52 (96 %) patients, median was 15.5 mL/min. US showed that linear blood flow velocity in the STA-MCA bypass varied between 20 and 95 cm/s, median was 49 cm/s. Volumetric blood flow varied between 30 and 85 mL/min with median of 75 mL/min.

Resection trephination was performed in 36 (67 %) patients, mean size of trephination hole was 3 cm³. In the study, operative time was measured: mean value was 212 min; no significant correlation between operative time and trephination size was observed.

Improved neurological status was observed in all study groups. Per the NIHSS, in group 1 (1–2 years) improvement was observed in 59 % of patients, in group 2 (3–4 years) in 48 %, in group 3 (5–6 years) in 47 %. Per the modified Rankin scale, in group 1 improvement was observed in 36.4 % of patients, in group 2 – in 48 %, in group 3 – in 42.9 %. Per the Rivermead mobility index, in group 1 improvement was observed in 63.3 % patients, in group 2 – in 56 %; in group 3 – in 57.1 %. The best outcomes were observed in group 1 (63.3 %).

Conclusion. Instrumental diagnostic methods and evaluation of neurological status showed positive dynamics both in the postoperative period and in long-term period between 1 and 6 years after low-flow STA-MCA bypass formation. In the long term, repeat abnormalities of cerebral blood flow of ischemic type and repeat transient ischemic attacks were not observed. Correct selection of patients in the preoperative period and comprehensive treatment including drug therapy in the postoperative and long-term periods allow to prevent repeat ischemic cerebrovascular disease and therefore improve patients' quality of life.

Keywords: occlusion of the internal carotid artery, cerebral revascularization, extra-intracranial bypass, low-flow STA-MCA bypass, long-term postoperative period

For citation: Kudryashova T.A., Lukyanchikov V.A., Senko I.V. et al. Long-term outcomes after formation of a low-flow STA-MCA bypass for treatment of symptomatic occlusion of the internal carotid artery. *Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery* 2024;26(1):41–53. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17650/1683-3295-2024-26-1-41-53>

ВВЕДЕНИЕ

По данным Всемирной организации здравоохранения, острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК) по ишемическому типу занимает 2-е место среди причин смертности. По данным 2017 г., частота ишемического инсульта составляет до 300 случаев на 100 тыс. населения в год [1, 2].

В настоящее время ОНМК по ишемическому типу является одним из самых тяжелых заболеваний и стоит на 1-м месте по инвалидизации не только у пожилых людей, но и у лиц трудоспособного возраста [1, 3]. Заболеваемость и смертность от ишемического инсульта во многих странах имеют тенденцию к росту [3]. ОНМК по ишемическому типу составляет 70–85 % всех случаев инсультов (соотношение частоты ишемических и геморрагических инсультов – 5:1) [1, 2]. К основным факторам риска ишемических нарушений мозгового кровообращения относят пожилой возраст, артериальную гипертензию, гиперхолестеринемию, атеросклероз церебральных и брахиоцефальных артерий, заболевания сердца, сахарный диабет, лишний вес и курение. В настоящее время при лечении больных с ОНМК по ишемическому типу используют консервативные и хирургические методы [4, 5].

Наиболее значимыми причинами возникновения ОНМК по ишемическому типу являются окклюзионно-стенотические поражения брахиоцефальных артерий, при этом встречаемость окклюзии внутренней сонной артерии (ВСА) составляет от 5 до 10 % всех поражений брахиоцефальных артерий [6, 7]. На сегодняшний день одним из хирургических методов профилактики повторных нарушений мозгового кровообращения у пациентов с симптомной окклюзией ВСА является операция формирования экстра-интракраниального микрохирургического анастомоза (ЭИКМА) [3, 5, 6].

При операции формирования ЭИКМА между поверхностной височной артерией и корковой ветвью средней мозговой артерии чаще всего накладывают анастомозы с низкой пропускной способностью. Данную операцию выполняют многие нейрохирургические центры по всему миру, однако до сих пор остается спорным вопрос о ее эффективности, особенно в отдаленном периоде наблюдения. Так, в ряде проведенных исследований, наиболее крупные из которых – EC-IC Bypass Trial (1985 г.) и Carotid Occlusion Surgery Study (2010 г.), не была доказана эффективность профилактики ишемического инсульта после проведенного хирургического лечения [7–9]. Несмотря на противоречивые результаты исследований, данная операция выполняется во всем мире, поскольку не было найдено более эффективной альтернативы.

Цель исследования – оценить ближайшую и отдаленную эффективность ЭИКМА у пациентов с симптомной окклюзией ВСА.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С 2016 по 2019 г. в отделение нейрохирургии НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского были госпитализированы и обследованы 54 (100 %) пациента, которым был сформирован ЭИКМА на стороне симптомной окклюзии ВСА в период с 2013 по 2015 г. (рис. 1). Симптомная окклюзия ВСА чаще имела место у мужчин, чем у женщин (соотношение 7:1). Возраст пациентов варьировал от 48 до 73 лет, средний возраст составил 62 года.

В ходе статистического анализа пациенты были разделены на 3 группы в зависимости от сроков наблюдения: 1-я группа – 1–2 года, 2-я группа – 3–4 года, 3-я группа – 5–6 лет (см. таблицу).

Инструментальные методы обследования в отдаленном послеоперационном периоде включали

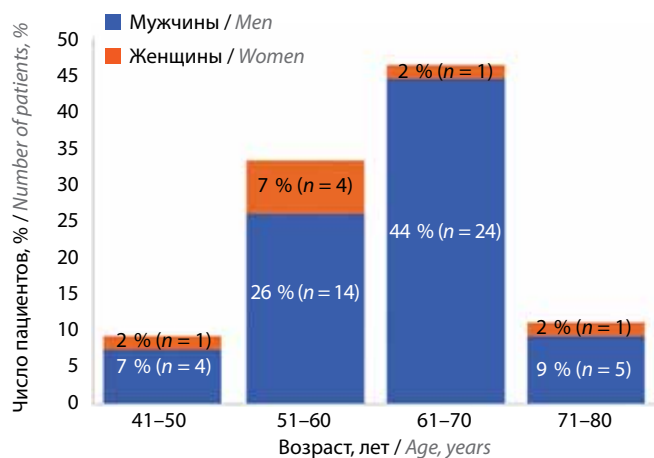


Рис. 1. Распределение пациентов, госпитализированных в отдаленном послеоперационном периоде, по полу и возрасту (n = 54)

Fig. 1. Distribution of the patients hospitalized in the long-term postoperative period per sex and age (n = 54)

компьютерно-томографическую (КТ) ангиографию экстра-интракраниальных артерий; однофотонную эмиссионную компьютерную томографию (ОФЭКТ) головного мозга; ультразвуковое исследование (УЗИ) микрохирургического анастомоза, при котором оценивали показатели линейного и объемного кровотоков; интраоперационную флоуметрию; учитывали вид и размер трепанации, а также длительность операции. Все результаты обследования сравнивали с ранее полученными данными.

Распределение пациентов, включенных в исследование, в зависимости от сроков наблюдения в отдаленном послеоперационном периоде

Distribution of the patients included in the study depending on the follow-up duration in the long-term postoperative period

Длительность наблюдения после операции, лет Duration of follow-up after surgery, years	n	%
1	14	26
2	8	15
3	11	20
4	14	26
5	2	4
6	5	9
Всего Total	54	100

В отдаленном послеоперационном периоде неврологический статус пациентов оценивали по модифицированной шкале Рэнкина, шкале инсульта Национальных институтов здоровья США (National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS), индексу мобильности Ривермид. Полученные результаты сравнивали с предоперационными, ранними и отдаленными послеоперационными показателями.

РЕЗУЛЬТАТЫ

После формирования микрохирургического анастомоза 52 (96 %) пациентам была выполнена флоуметрия. По нашим данным, при выполнении интраоперационной флоуметрии можно прогнозировать тромбоз анастомоза на этапе его формирования, а также оценить скорости кровотока по анастомозу. Показатели объемного кровотока (ОК) по шунту варьировали в диапазоне от 3 до 95 мл/мин (рис. 2). Медиана показателей флоуметрии составляла 15,5 мл/мин [3, 9].

В отдаленном послеоперационном периоде у 1 (2 %) пациента был диагностирован тромбоз микрохирургического анастомоза, интраоперационные показатели флоуметрии у этого пациента составляли 3 мл/мин. Исходя из этого, мы предполагаем, что низкие показатели интраоперационной флоуметрии (<5 мл/мин) могут свидетельствовать о высокой вероятности возникновения в будущем тромбоза микрохирургического анастомоза.

Проанализирована длительность оперативного вмешательства: минимальное время операции составило 135 мин, а максимальное — 390 мин, медиана — 212 мин (рис. 3). Стоит отметить, что наиболее продолжительные операции были выполнены в 2013 г. С освоением техники и наработкой мануальных навыков хирургов время операции значительно сократилось.

При формировании ЭИКМА выполняли резекционную и костно-пластическую трепанацию черепа (рис. 4, 5). У 36 (67 %) пациентов выполнена трепанация черепа <3 см в диаметре. Минимальный размер

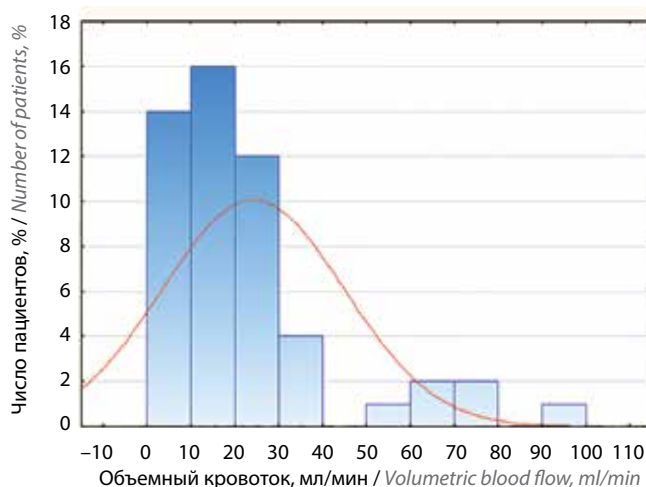


Рис. 2. Распределение пациентов в зависимости от показателей интраоперационной флоуметрии (объемного кровотока) при формировании ЭИКМА. Здесь и на рис. 3–5, 8–10: ЭИКМА — экстра-интракраниальный микрохирургический анастомоз

Fig. 2. Distribution of the patients depending on the characteristics of intraoperative flowmetry (volumetric blood flow) during low-flow STA-MCA bypass formation. Here and on Fig. 3–5, 8–10: low-flow STA-MCA bypass — low-flow bypass between superficial temporal artery and M4 segment of middle cerebral artery

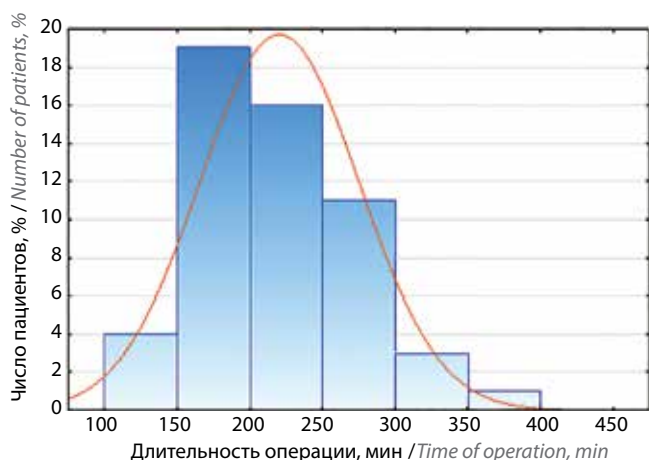


Рис. 3. Распределение пациентов в зависимости от длительности операции по формированию ЭИКМА

Fig. 3. Distribution of the patients depending on operative time of low-flow STA-MCA bypass formation

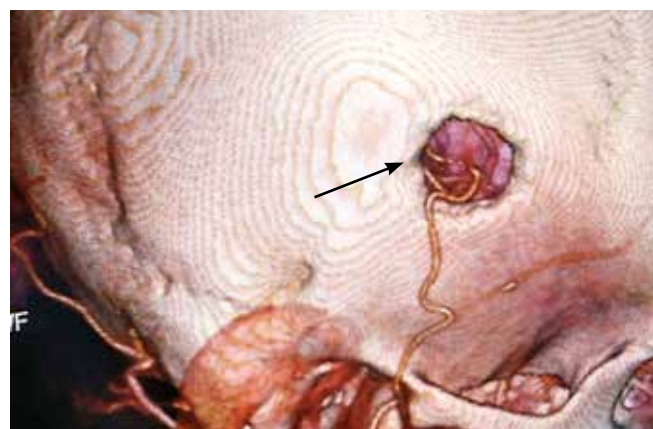


Рис. 4. Резекционная трепанация черепа. Мультиспиральная 3D-компьютерно-томографическая ангиограмма ЭИКМА экстра-интракраниального микроанастомоза справа: визуализируется функционирующий анастомоз между правой поверхностной височной артерией и сегментом М4 правой средней мозговой артерии (стрелка)

Fig. 4. Resection trephination of the skull. 3D spiral computed tomography angiography of low-flow STA-MCA bypass on the right: a functioning bypass between the right superficial temporal artery and M4 segment of the middle cerebral artery is visualized (arrow)

трепанации составлял 1,5 см, а максимальный — 5 см, медиана составила 3 см.

В результате исследования не было выявлено достоверной корреляции между временем проведения операции и размером трепанации.

Клиническую картину у пациентов сравнивали с оцениваемыми показателями в предоперационном, раннем послеоперационном и отдаленном периодах. Следует отметить, что ни у одного из прооперированных пациентов (во всех группах наблюдения) при функционирующем ЭИКМА не было зафиксировано повторных ишемических нарушений.

Выявлена статистически значимая динамика показателей по шкале NIHSS по сравнению с ранним



Рис. 5. Костно-пластическая трепанация черепа. Мультиспиральная 3D-компьютерно-томографическая ангиограмма ЭИКМА слева: визуализируется функционирующий анастомоз между левой поверхностной височной артерией и сегментом М4 левой средней мозговой артерии (стрелка)

Fig. 5. Osteoplastic trephination of the skull. 3D spiral computed tomography angiography of low-flow STA-MCA bypass on the left: a functioning bypass between the left superficial temporal artery and M4 segment of the middle cerebral artery is visualized (arrow)

послеоперационным периодом для всех групп наблюдения ($p < 0,001$). Наилучшие показатели неврологического статуса отмечены в 1-й группе наблюдения — у 59 % пациентов (рис. 6, а). Статистически значимая динамика показателей по сравнению с предоперационным и ранним послеоперационным периодами отмечена для модифицированной шкалы Рэнкина для всех периодов наблюдения. При этом наилучшие показатели имели место во 2-й группе — 48 % пациентов ($p < 0,002$) (рис. 6, б). Также наблюдалась статистически значимая динамика показателей индекса мобильности Ривермид по сравнению с предоперационным, ранним послеоперационным и отдаленным периодами во всех группах наблюдения ($p < 0,001$). Наилучшие показатели отмечены в 1-й группе наблюдения — 63,3 % пациентов (рис. 6, в).

В результате исследования выявлена статистически значимая корреляция между возрастом пациентов и динамикой неврологического статуса по модифицированной шкале Рэнкина в раннем послеоперационном периоде ($p = 0,003$, $R = 0,4$) (рис. 7). Соответственно, чем моложе был пациент, тем более благоприятным был клинический эффект.

Таким образом, согласно полученным нами данным, целесообразно отслеживать пациентов после выполнения реваскуляризации головного мозга в течение

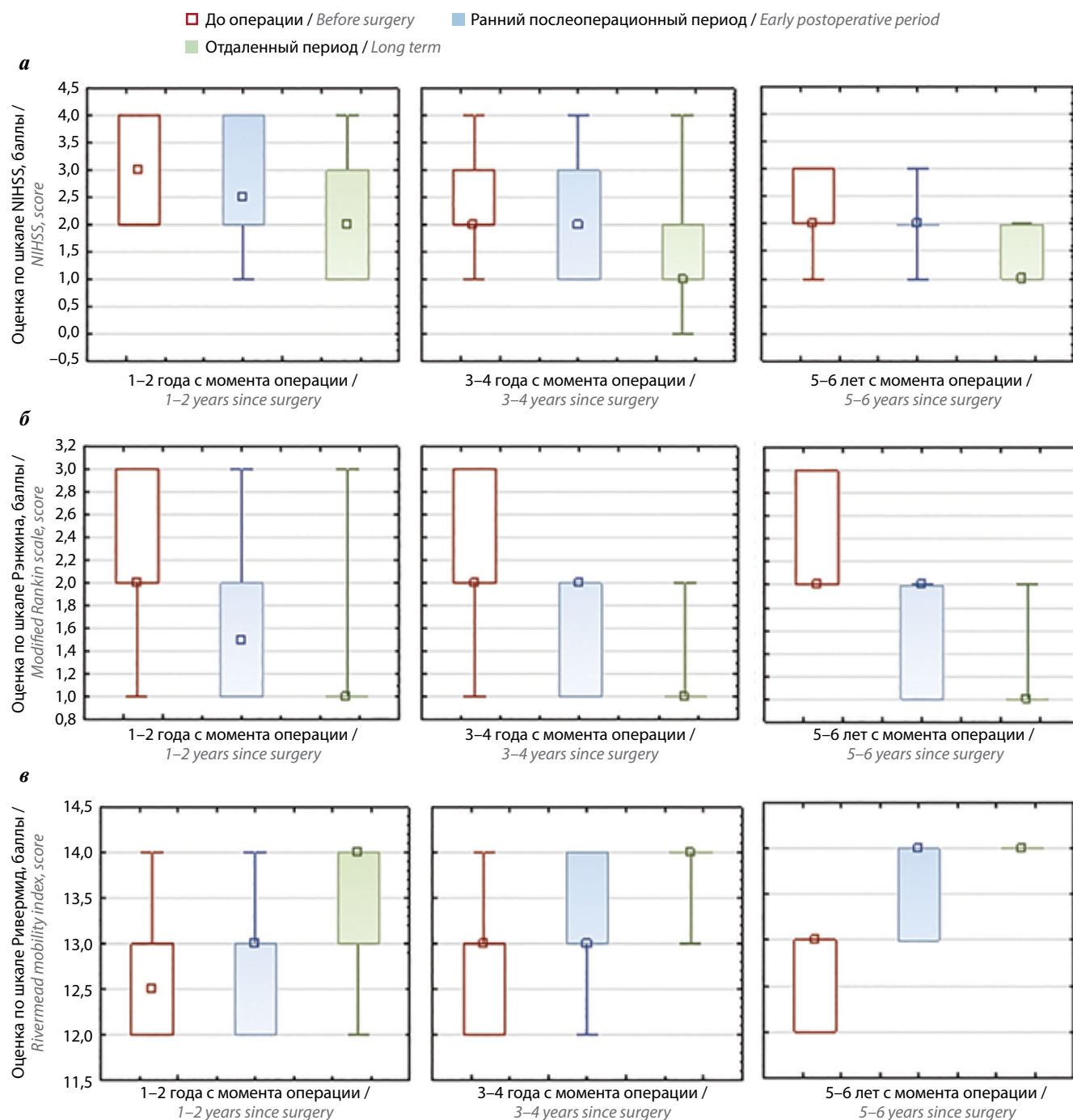


Рис. 6. Динамика неврологического статуса пациентов по группам наблюдения (1–2 года, 3–4 года, 5–6 лет с момента операции): а – по шкале инсульта Национальных институтов здоровья (NIHSS); б – по модифицированной шкале Рэнкина; в – согласно индексу мобильности Ривермид

Fig. 6. Dynamics of the patients' neurological status in different observation groups (1–2 years, 3–4 years, 5–6 years since surgery): а – National Institute of Health Stroke Scale (NIHSS); б – modified Rankin scale; в – Rivermead mobility index

2 лет, поскольку при функционирующем анастомозе в более отдаленные сроки отрицательной неврологической динамики, повторных транзиторных ишемических атак и ишемических инсультов у пациентов мы не наблюдали.

В раннем послеоперационном периоде (на 3–4-е сутки после реваскуляризации головного мозга) КТ-ан-

гиография была выполнена 54 (100 %) пациентам: анастомоз функционировал у всех больных (100 %). В отдаленном послеоперационном периоде в сроки от 1 до 6 лет по данным КТ-ангиографии анастомоз функционировал у 53 (98 %) больных (рис. 8), у 1 (2 %) пациента был диагностирован тромбоз ЭИКМА (рис. 9).

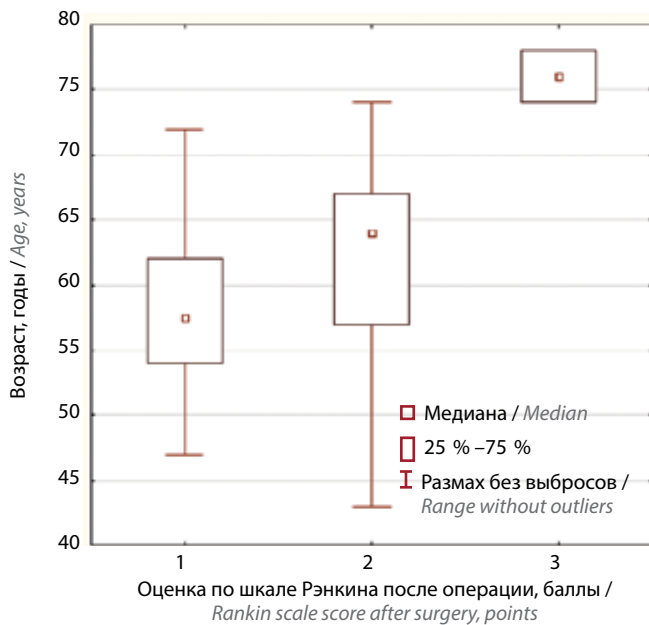


Рис. 7. Корреляция между возрастом пациентов и динамикой неврологического статуса по модифицированной шкале Рэнкина в раннем послеоперационном периоде

Fig. 7. Correlation between patient's age and dynamics of neurological status per the modified Rankin scale in the early postoperative period

Ультразвуковое исследование выполнили 54 (100 %) пациентам в раннем послеоперационном периоде: анастомоз функционировал у всех обследованных пациентов. В отдаленном периоде микрохирургический анастомоз функционировал у 53 (98 %) больных (рис. 10).

В раннем послеоперационном периоде (на 3–4-е сутки после выполнения ЭИКМА) линейная скорость кровотока варьировала от 25 до 96 см/с (медиана 59 см/с), в отдаленном послеоперационном периоде — от 20 до 95 см/с (медиана 49 см/с) (рис. 11, а).

Показатели ОК в раннем послеоперационном периоде (на 3–4-е сутки) по данным УЗИ-диагностики анастомоза составляли от 25 до 75 мл/мин (медиана 60 мл/мин), в отдаленном послеоперационном периоде — от 30 до 85 мл/мин (медиана 75 мл/мин) (рис. 11, б).

Таким образом, согласно полученным нами данным, в отдаленном послеоперационном периоде линейная скорость кровотока по микрохирургическому анастомозу снижается, но при этом показатели ОК возрастают. С нашей точки зрения, это можно объяснить тем, что при хорошем функционировании анастомоза разрабатывается и таким образом увеличивается в диаметре.

Кроме того, нами были выявлены статистически значимые положительные корреляции между оценкой по модифицированной шкале Рэнкина, индексом мобильности Ривермид и показателями ОК по данным УЗИ в раннем послеоперационном периоде (рис. 12). Отмечено, что чем лучше был ОК в раннем послеоперационном периоде, тем благоприятнее был неврологический исход у пациентов. Также статистически

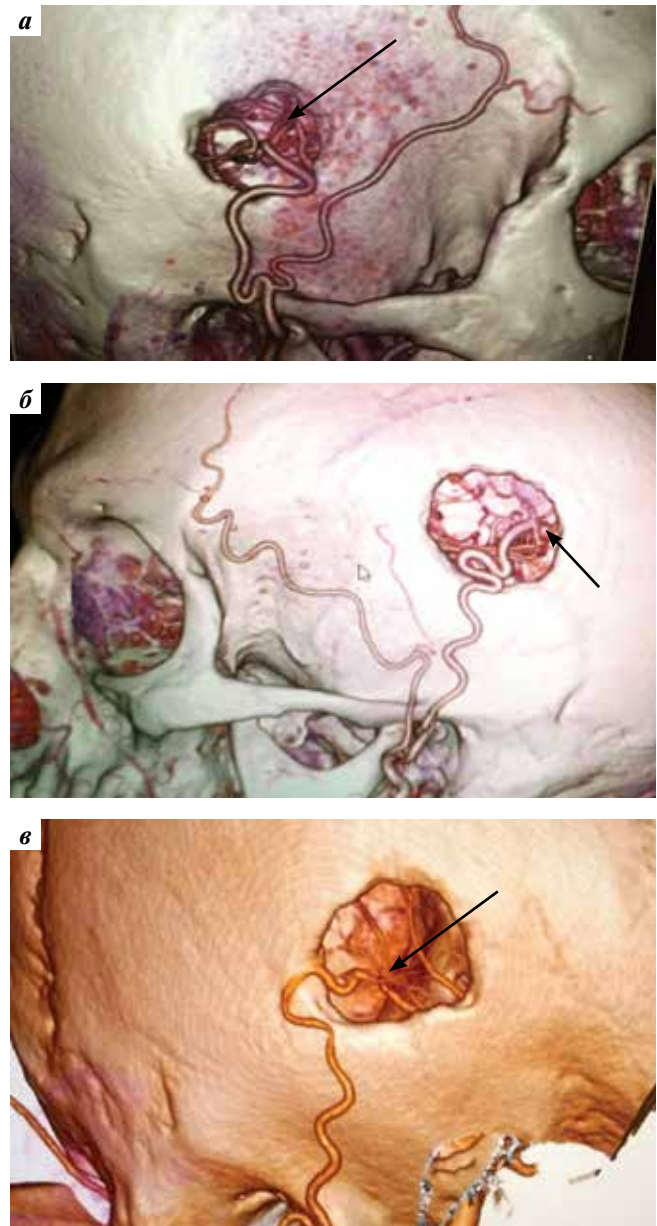


Рис. 8. Мультиспиральные 3D компьютерно-томографические ангиограммы: а — ЭИКМА справа у пациента С. через 2 года после операции: визуализируется функционирующий анастомоз между правой поверхностной височной артерией и сегментом М4 правой средней мозговой артерии (стрелка); б — ЭИКМА слева у пациента Б. через 4 года после операции: визуализируется функционирующий анастомоз между левой поверхностной височной артерией и сегментом М4 левой средней мозговой артерии (стрелка); в — ЭИКМА справа у пациента Н. через 6 лет после операции: визуализируется функционирующий анастомоз между правой поверхностной височной артерией и сегментом М4 правой средней мозговой артерии (стрелка)

Fig. 8. 3D spiral computed tomography angiography: а — low-flow STA-MCA bypass on the right in patient S. 2 years after surgery: a functioning bypass between the right superficial temporal artery and M4 segment of the middle cerebral artery is visualized (arrow); б — low-flow STA-MCA bypass on the left in patient B. 4 years after surgery: a functioning bypass between the left superficial temporal artery and M4 segment of the middle cerebral artery is visualized (arrow); в — low-flow STA-MCA bypass on the right in patient N. 6 years after surgery: a functioning bypass between the right superficial temporal artery and M4 segment of the middle cerebral artery is visualized (arrow)

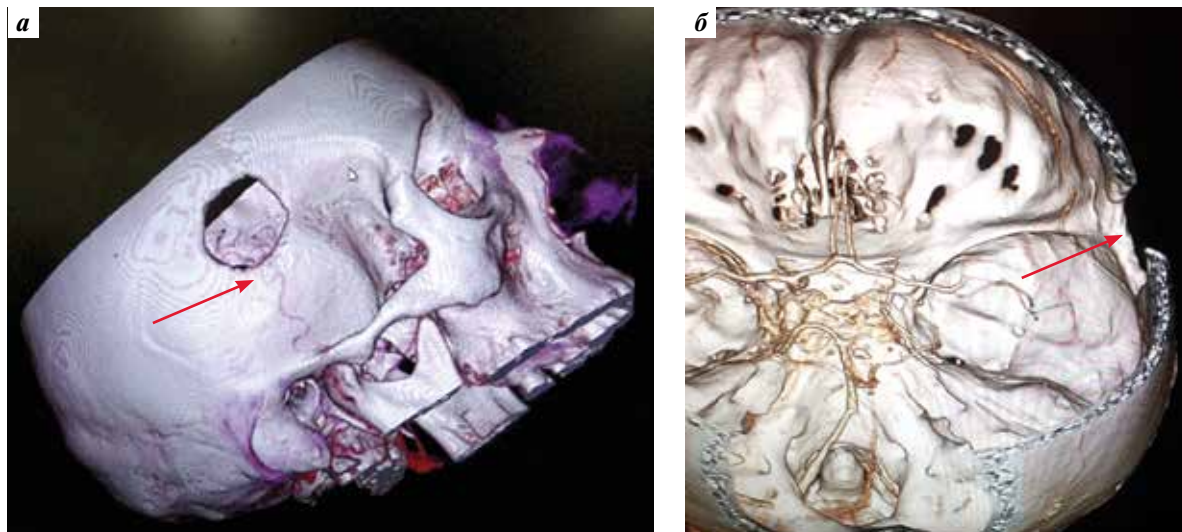


Рис. 9. Мультиспиральные 3D компьютерно-томографические ангиограммы пациента Т.: а — функционирующий ЭИКМА в раннем послеоперационном периоде; б — нефункционирующий ЭИКМА справа через 4 года после выполнения операции: визуализируется тромбоз левой поверхностной височной артерии (стрелка)

Рис. 9. 3D spiral computed tomography angiography of patient T.: a — functioning low-flow STA-MCA bypass in the early postoperative period; б — nonfunctioning low-flow STA-MCA bypass on the right 4 years after surgery: thrombosis of the left superficial temporal artery is visualized (arrow)

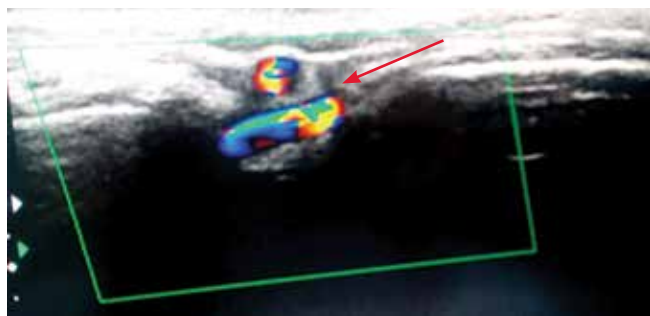


Рис. 10. Ультразвуковое исследование в отдаленном послеоперационном периоде: функционирующий ЭИКМА (стрелка)

Fig. 10. Ultrasound in the long-term postoperative period: functioning low-flow STA-MCA bypass (arrow)

значимые корреляции выявлены между индексом мобильности Ривермид, оценкой по модифицированной шкале Рэнкина и показателями ОК в отдаленном послеоперационном периоде (рис. 13).

Большая скорость объемного кровотока по микрохирургическому анастомозу сочеталась с лучшими показателями клинической картины у оперированных больных.

Всем пациентам ($n = 54$, 100 %) при первичной госпитализации выполняли ОФЭКТ головного мозга с нагрузочными пробами (ацетацетамидом) для оценки цереброваскулярного резерва в предоперационном периоде. У всех больных отмечена недостаточность цереброваскулярного резерва головного мозга (прирост перфузии составлял $<10\%$). Выявлено статистически значимое снижение параметра регионарного мозгового кровотока (рМК) по данным ОФЭКТ головного мозга в отдаленном периоде по сравнению

с послеоперационными показателями во всех группах наблюдения ($p < 0,001$) (рис. 14).

Наиболее низкие показатели рМК наблюдали у пациентов 2-й группы (3–4 года). Мы предполагаем, что снижение рМК в отдаленном послеоперационном периоде по данным ОФЭКТ головного мозга происходит за счет развития коллатерального кровообращения и равномерного распределения кровотока в головном мозге после выполнения операции формирования ЭИКМА. Несмотря на то что в отдаленном послеоперационном периоде мы наблюдали снижение рМК (до 35 мл/100 г/мин) по сравнению с показателями раннего послеоперационного периода (до 38 мл/100 г/мин), он все равно был выше предоперационного кровотока (до 23 мл/100 г/мин) (рис. 15).

Отсутствие повторных нарушений кровообращения во всех группах наблюдения предполагает наличие достаточного рМК.

По результатам исследования были выявлены статистически значимые корреляции между показателями рМК по данным ОФЭКТ головного мозга, ОК по данным УЗИ и индексом мобильности Ривермид в раннем послеоперационном периоде (рис. 16). Таким образом, мы предполагаем, что больший ОК в раннем послеоперационном периоде сопровождается более высокими показателями рМК и лучшими клиническими исходами.

В отдаленном послеоперационном периоде мы также наблюдали достоверную статистическую связь между показателями рМК, ОК по данным УЗИ, оценкой по шкале Рэнкина и индексом мобильности Ривермид (рис. 17).

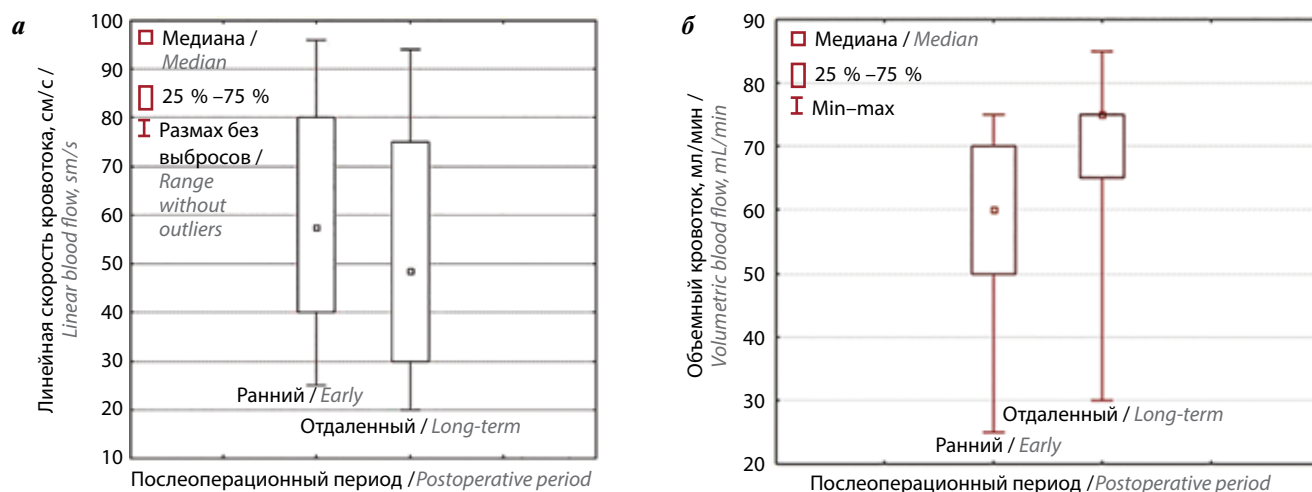


Рис. 11. Показатели линейной скорости кровотока (а) и объемного кровотока (б) по данным ультразвукового исследования после формирования ЭИКМА в раннем и отдаленном послеоперационных периодах

Fig. 11. Linear blood flow (a) and volumetric blood flow (b) per ultrasound measurement after low-flow STA-MCA bypass formation in the early and long-term postoperative periods

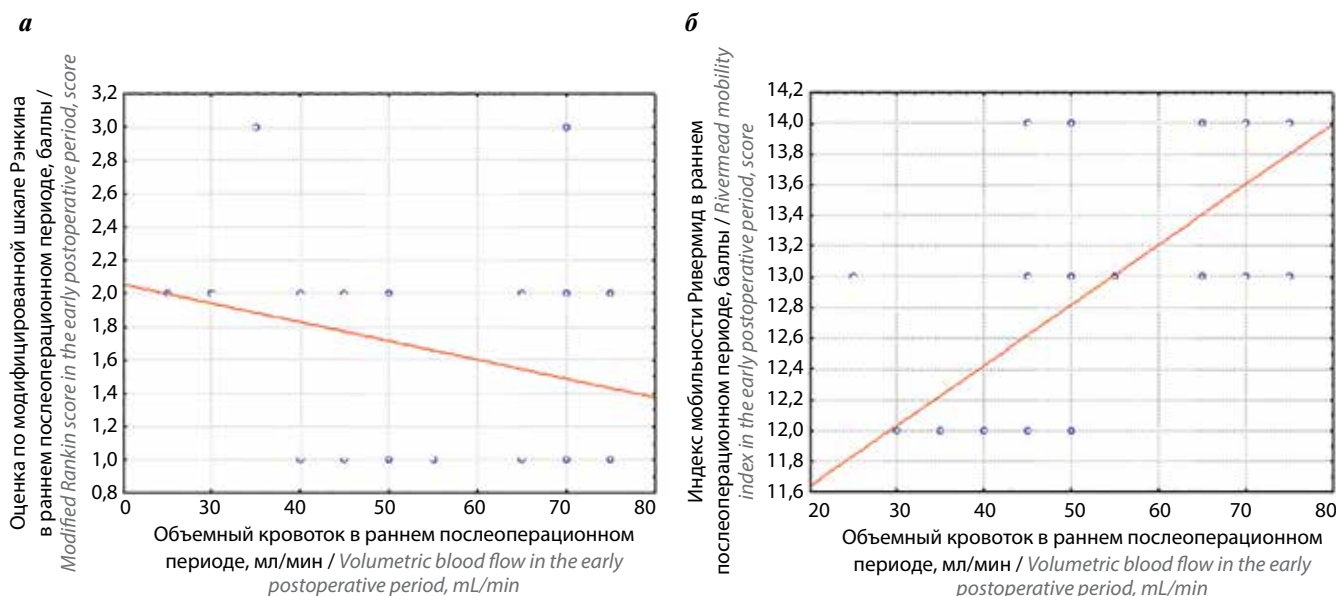


Рис. 12. Выявленные корреляции между оценкой неврологического статуса и показателями объемного кровотока по данным ультразвукового исследования в раннем послеоперационном периоде: а – между оценкой по модифицированной шкале Рэнкина и показателями объемного кровотока ($R_s = 0,27$; $p < 0,04$); б – между индексом мобильности Ривермид и показателями объемного кровотока ($R_s = 0,66$; $p < 0,001$)

Fig. 12. Detected correlations between neurological status evaluation and volumetric blood flow per ultrasound measurement in the early postoperative period: а – between the modified Rankin scale score and volumetric blood flow ($R_s = 0.27$; $p < 0.04$); б – between Rivermead mobility index and volumetric blood flow ($R_s = 0.66$; $p < 0.001$)

Проанализировав полученные результаты, в отдаленном послеоперационном периоде мы обнаружили прямую зависимость между показателями ОК, рМК и клиническими исходами оперированных пациентов.

ОБСУЖДЕНИЕ

Нами проанализированы результаты операции по формированию ЭИКМА у 54 пациентов с симптомной окклюзией ВСА в течение 6 лет после ее выполнения. Ранее проведенные международные исследования, посвященные реваскуляризации головного мозга

(в том числе первое рандомизированное исследование EC-IC Bypass Trial, выполненное доктором Henry Barnett [3, 5, 10–13]), не продемонстрировали положительных результатов хирургического лечения ишемического инсульта с помощью реваскуляризации головного мозга. Целью указанного исследования было определение эффективности операции формирования ЭИКМА как метода, снижающего риск возникновения ОНМК или уменьшающего летальность от перенесенного инсульта. В группе оперированных больных повторные инсульты развивались чаще и в более

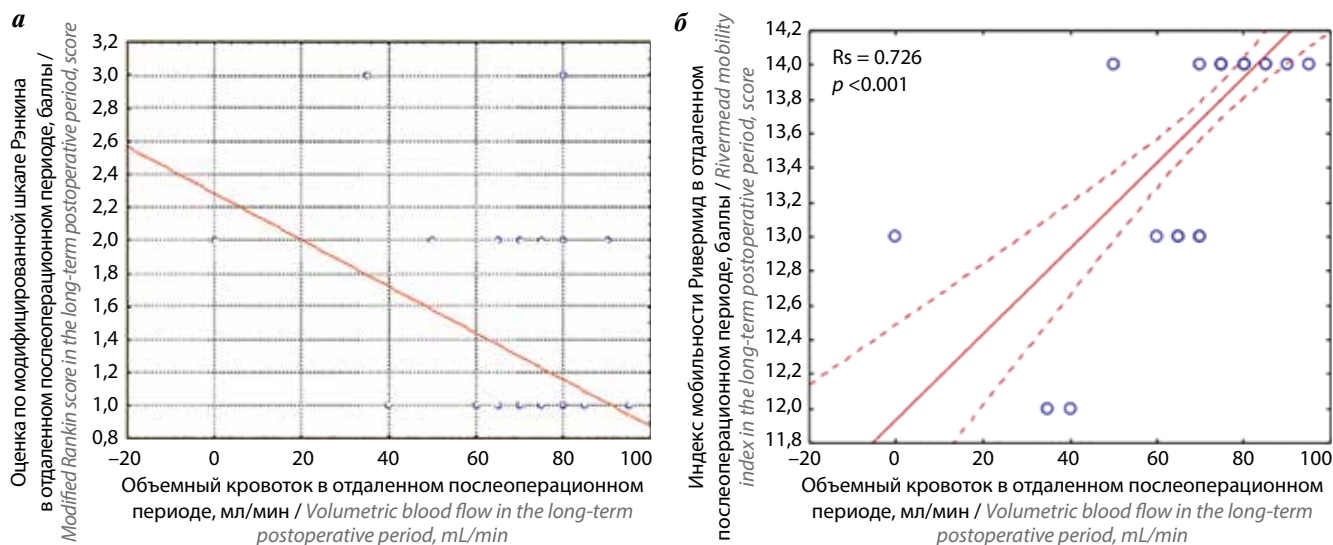


Рис. 13. Выявленные корреляции между оценкой неврологического статуса и показателями объемного кровотока по данным ультразвукового исследования в отдаленном послеоперационном периоде: а – между оценкой по модифицированной шкале Рэнкина и показателями объемного кровотока ($R_s = 0,59$, $p < 0,003$); б – между индексом мобильности Ривермид и показателями объемного кровотока ($R_s = 0,726$; $p < 0,001$)

Fig. 13. Detected correlations between neurological status evaluation and volumetric blood flow per ultrasound measurement in the long-term postoperative period: а – between the modified Rankin scale score and volumetric blood flow ($R_s = 0.59$, $p < 0.003$); б – between Rivermead mobility index and volumetric blood flow ($R_s = 0.726$; $p < 0.001$)

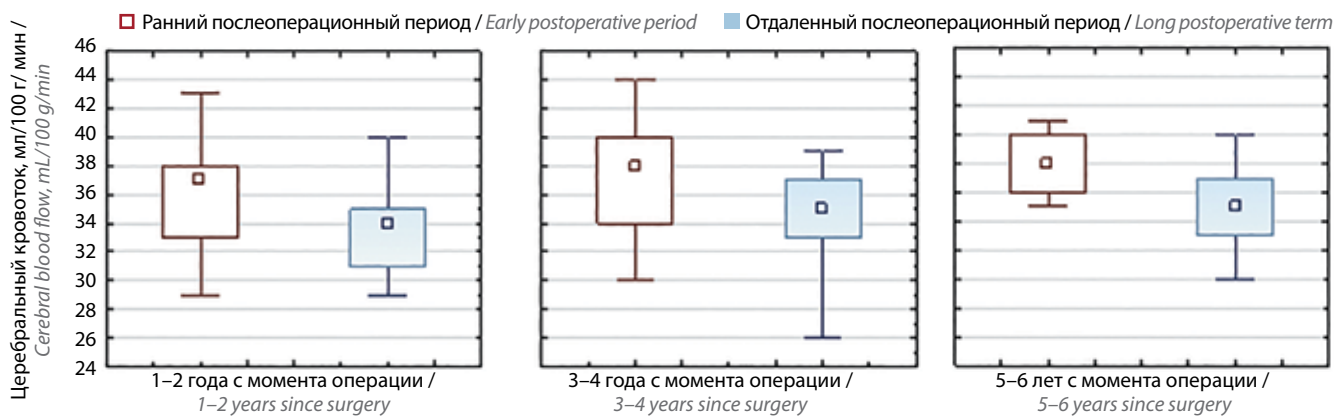


Рис. 14. Распределение показателей регионарного мозгового кровотока по данным ОФЭКТ головного мозга в раннем послеоперационном и отдаленном периодах по группам наблюдения. Здесь и на рис. 15–17: ОФЭКТ – однофотонная эмиссионная компьютерная томография

Fig. 14. Distribution of regional cerebral blood flow per SPECT in the early and long-term postoperative period in different observation groups. Here and in Fig. 15–17: SPECT – single-photon emission computed tomography

ранние сроки, чем в группе пациентов, получавших только консервативное лечение. Исследователи сделали вывод, что ЭИКМА является неэффективным методом профилактики церебральной ишемии у пациентов с симптомной окклюзией ВСА [10–15]. Однако важно отметить, что в проведенном исследовании для хирургического лечения были отобраны пациенты в более тяжелом состоянии (по неврологическому статусу). Не всем пациентам проводили инструментальную диагностику сосудов головного мозга для подтверждения окклюзии ВСА, кроме того, не оценивали перфузию мозгового мозга в предоперационном периоде и после выполнения реваскуляризации головного мозга.

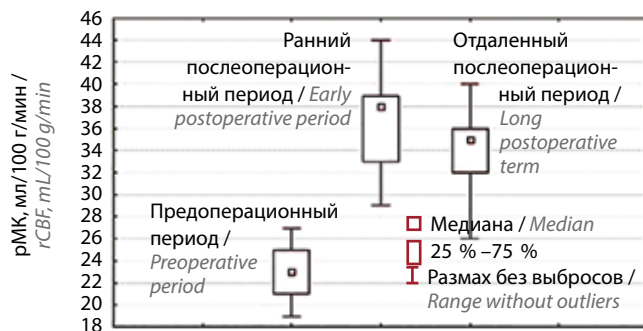


Рис. 15. Динамика показателей регионарного мозгового кровотока (рМК) по данным ОФЭКТ головного мозга в предоперационном, раннем послеоперационном и отдаленном периодах

Fig. 15. Dynamics of regional cerebral blood flow (rCBF) per SPECT of the brain in the preoperative, early postoperative, and long-term periods

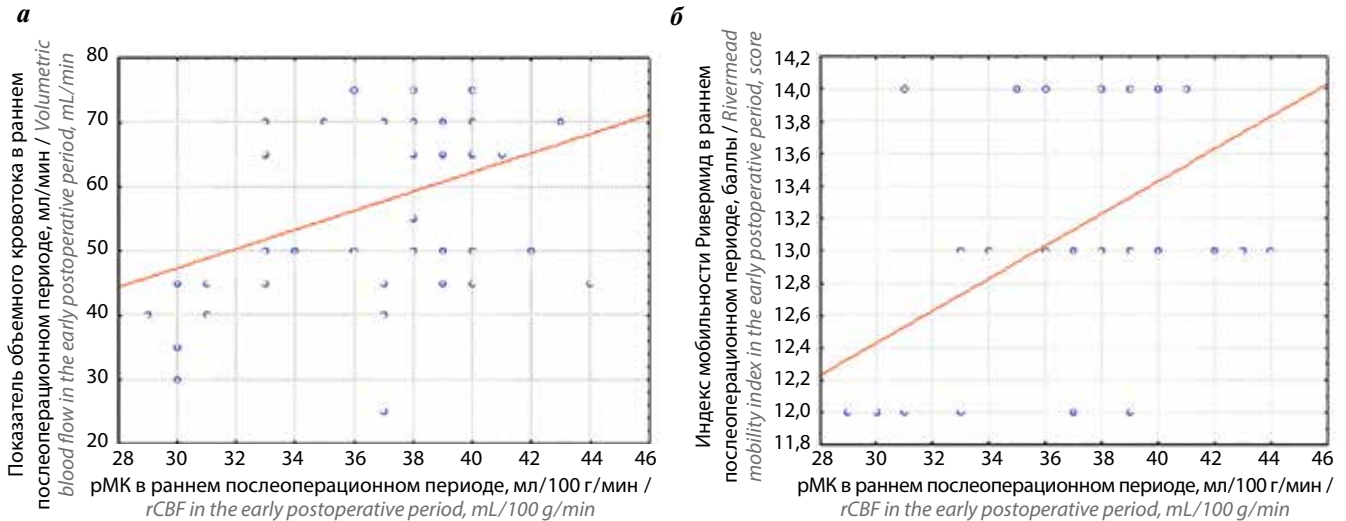


Рис. 16. Выявленные корреляции между анализируемыми показателями в раннем послеоперационном периоде: а – между показателями регионального мозгового кровотока (рМК) по данным ОФЭКТ головного мозга и объемного кровотока по данным ультразвукового исследования ($R_s = 0,31$; $p < 0,02$); б – между показателями рМК по данным ОФЭКТ головного мозга и индексом мобильности Ривермид ($R_s = 0,42$; $p < 0,001$)

Fig. 16. Detected correlations between the analyzed characteristics in the early postoperative period: а – between regional cerebral blood flow (rCBF) per SPECT of the brain and volumetric blood flow per ultrasound ($R_s = 0.31$; $p < 0.02$); б – between rCBF per SPECT of the brain and Rivermead mobility index ($R_s = 0.42$; $p < 0.001$)

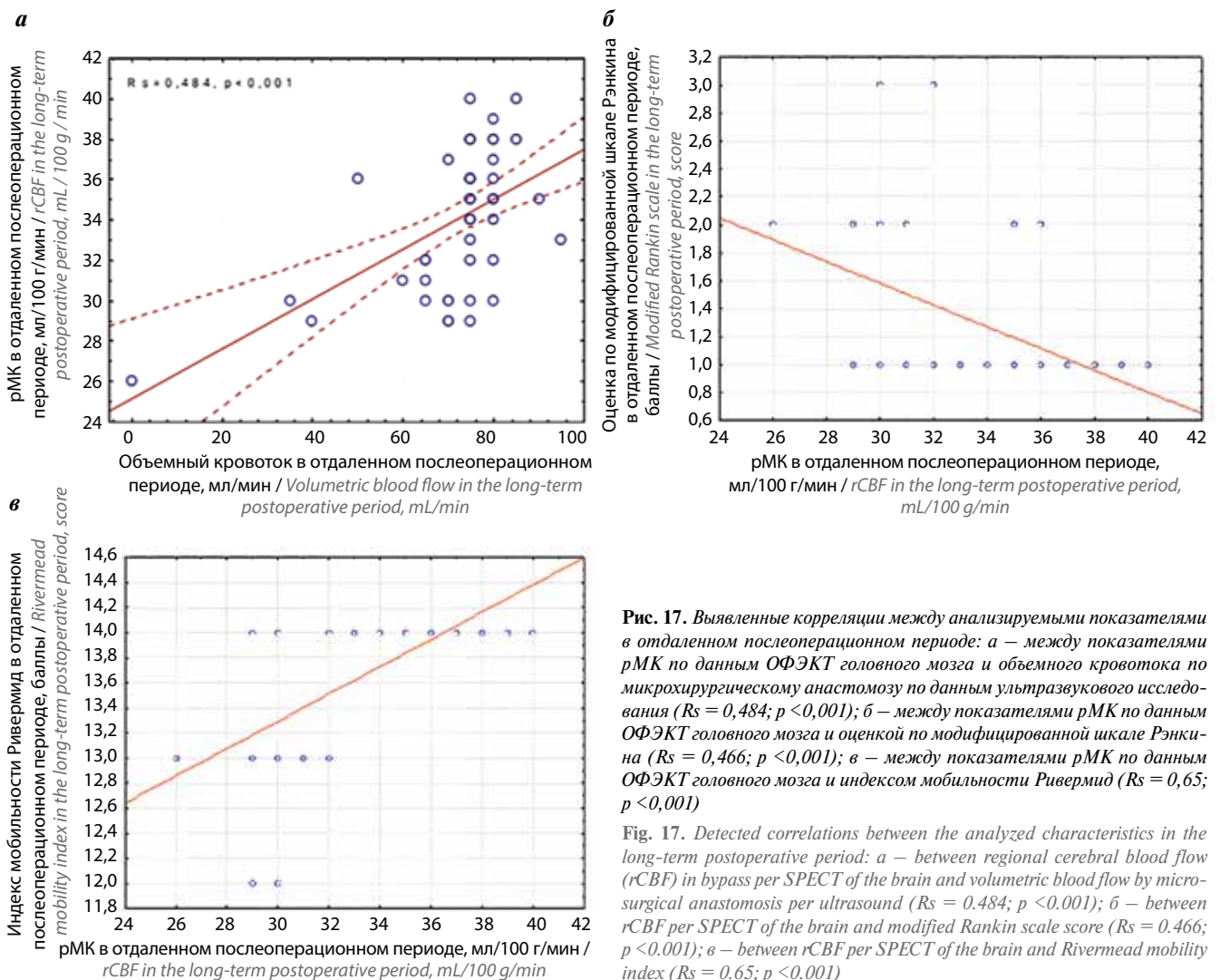


Рис. 17. Выявленные корреляции между анализируемыми показателями в отдаленном послеоперационном периоде: а – между показателями рМК по данным ОФЭКТ головного мозга и объемного кровотока по микрохирургическому анастомозу по данным ультразвукового исследования ($R_s = 0,484$; $p < 0,001$); б – между показателями рМК по данным ОФЭКТ головного мозга и оценкой по модифицированной шкале Рэнкина ($R_s = 0,466$; $p < 0,001$); в – между показателями рМК по данным ОФЭКТ головного мозга и индексом мобильности Ривермид ($R_s = 0,65$; $p < 0,001$)

Fig. 17. Detected correlations between the analyzed characteristics in the long-term postoperative period: а – between regional cerebral blood flow (rCBF) in bypass per SPECT of the brain and volumetric blood flow by microsurgical anastomosis per ultrasound ($R_s = 0.484$; $p < 0.001$); б – between rCBF per SPECT of the brain and modified Rankin scale score ($R_s = 0.466$; $p < 0.001$); в – between rCBF per SPECT of the brain and Rivermead mobility index ($R_s = 0.65$; $p < 0.001$)

Развитие современных методов диагностики, таких как компьютерная томография, магнитно-резонансная (МР) томография, МР-ангиография, КТ-ангиография, КТ- и МР-перфузия головного мозга, позитронно-эмиссионная томография и ОФЭКТ, позволило выделить группу пациентов с повышенным риском развития повторного ишемического инсульта. В нашей работе всем пациентам перед выполнением ревазуляризации головного мозга проводили КТ-ангиографию сосудов головного мозга и оценивали перфузию с помощью ОФЭКТ головного мозга в предоперационном, раннем и отдаленном послеоперационных периодах наблюдения после формирования ЭИКМА.

В выполненной нами работе по данным КТ-ангиографии в отдаленном послеоперационном периоде установлено функционирование анастомоза у 53 (98 %) пациентов. При изучении функциональных характеристик ЭИКМА в динамике отмечено, что линейная скорость кровотока функционирующего анастомоза со временем снижается (в среднем с 59 до 48,5 см/с), а показатель ОК, напротив, увеличивается (в среднем с 60 до 75 мл/мин). Выполнение ЭИКМА сопровождается улучшением рМК (в среднем с 23 до 35 мл/100 г/мин), который напрямую зависит от ОК по шунту. Улучшение перфузии головного мозга в послеоперационном периоде сопровождается лучшими клиническими результатами.

В японском исследовании JET (Japanese EC-IC Bypass Trial) [3, 5, 16], основой которого стало изучение перфузии головного мозга с помощью ОФЭКТ, также показан положительный результат после выполнения ревазуляризации головного мозга у пациентов с симптомной окклюзией ВСА. Повторные нарушения мозгового кровообращения по ишемическому типу наблюдали только у 5 % больных с выполненным ЭИКМА и у 14 % — в контрольной группе (консервативного лечения).

По результатам американского исследования COSS (Carotid Occlusion Surgery Study, 2002–2010 гг.) не было подтверждено стойкого положительного эффекта после формирования ЭИКМА при сравнении с группой больных, которым проводили консервативное лечение [3, 5, 16, 17]. Количество повторных ишемических инсультов в течение 2 лет составило 21 % в группе оперированных пациентов и 22,7 % — в группе неоперированных. Однако исследователями было отмечено хорошее восстановление перфузии на стороне выполненного анастомоза у всех оперированных больных.

При формировании ЭИКМА также возможно выполнение шунта из мини-доступа без потери времени и качества операции. С целью прогнозирования работы анастомоза интраоперационно целесообразно использование флоуметрии.

В нашем исследовании повторных нарушений мозгового кровообращения в послеоперационном и отдаленном периодах у пациентов при функционирующем анастомозе не зафиксировано. В отдаленном периоде после выполнения ревазуляризации головного мозга улучшение неврологического статуса отмечено по шкале NIHSS в 1-й группе (1–2 года) — у 59 % больных, по индексу мобильности Ривермид в 1-й группе (1–2 года) — у 63,3 % пациентов, по модифицированной шкале Рэнкина во 2-й группе (3–4 года) — у 48 % больных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С учетом результатов нашего исследования мы предполагаем, что ЭИКМА является эффективным методом профилактики ОНМК по ишемическому типу и операцией, улучшающей неврологический статус больных с симптомной окклюзией ВСА. Таким образом, мы можем рекомендовать проведение данной операции для улучшения качества жизни пациентов в отдаленном периоде заболевания.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Гусев Е.И., Скворцова В.И., Стаховская Л.В. Эпидемиология инсульта в России. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова 2003;8:4–9.
Gusev E.I., Skvortsova V.I., Stakhovskaya L.V. Epidemiology of stroke in Russia. Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova = Korsakov's Journal of Neurology and Psychiatry 2003;8:4–9. (In Russ.).
2. Операции ревазуляризации головного мозга в сосудистой нейрохирургии. Под ред. В.В. Крылова, В.Л. Леменева. М.: БИНОМ, 2014. 272 с.
Brain revascularization operations in vascular neurosurgery. Ed. by V.V. Krylov, V.L. Lemenev. Moscow: BINOM, 2014. 272 p. (In Russ.).
3. Крылов В.В., Лукьянчиков В.А., Токарев С.А. и др. Хирургическая профилактика ишемических инсультов с использованием экстраинтракраниального микроанастомоза (ЭИКМА) в каротидном бассейне. Ангиология и сосудистая хирургия 2016;22(4):116–21.
Krylov V.V., Lukyanchikov V.A., Tokarev S.A. et al. Surgical prevention of ischemic strokes by means of an extracranial microanastomosis (EICMA) in the carotid basin. Angiologiya i sosudistaya khirurgiya = Angiology and Vascular Surgery 2016;22(4):116–21. (In Russ.).
4. Лукьянчиков В.А. Хирургическая ревазуляризация головного мозга в остром периоде церебральной ишемии. Дис. ... докт. мед. наук. М., 2018.
Lukyanchikov V.A. Surgical revascularization of the brain in the acute period of cerebral ischemia. Dis. ... of doctor of medical sciences. Moscow, 2018. (In Russ.).
5. Лукшин В.А. Хирургическое лечение хронической церебральной ишемии, вызванной окклюзиями артерий каротидного бассейна. Дис. ... докт. мед. наук. М., 2017.
Lukshin V.A. Surgical treatment of chronic cerebral ischemia caused by occlusion of the arteries of the carotid basin. Dis. ... of doctor of medical sciences. Moscow, 2017. (In Russ.).

6. Гайдар Б.В. Методы исследования реактивности сосудов головного мозга в послеоперационном периоде. В кн.: Вопросы патологии мозгового кровообращения в нейрохирургической клинике. Сб. науч. тр. Л.: ЛНХИ, 1987. С. 14–18.
Gaidar B.V. Methods of studying the reactivity of cerebral vessels in the postoperative period. In: Issues of pathology of cerebral circulation in the neurosurgical clinic. Coll. of sci. papers. Leningrad: LNHI, 1987. Pp. 14–18. (In Russ.).
7. Рощковская Л.В. Динамика неврологических расстройств у больных с ишемическими инсультами головного мозга после реваскуляризирующих операций. Дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2004.
Roshkovskaya L.V. Dynamics of neurological disorders in patients with ischemic brain strokes after revascularization operations. Dis. ... of candidate of medical sciences. St. Petersburg, 2004. (In Russ.).
8. Варакин Ю.А. Эпидемиологические аспекты профилактики острых нарушений мозгового кровообращения. Дис. ... докт. мед. наук. М., 1994.
Varakin Yu.A. Epidemiological aspects of the prevention of acute cerebral circulatory disorders. Dis. ... of doctor of medical sciences. Moscow, 1994. (In Russ.).
9. Вачев А.Н., Дмитриев О.В., Терешина О.В., Степанов М.Ю. Хирургическое лечение пациентов с окклюзией внутренней сонной артерии. Ангиология и сосудистая хирургия 2006;12(3):105–10.
Vachev A.N., Dmitriev O.V., Tereshina O.V., Stepanov M.Yu. Surgical treatment of patients with occlusion of the internal carotid artery. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya* = *Angiology and Vascular Surgery* 2006;12(3):105–10. (In Russ.).
10. Ausman J.I., Diaz F.G., de los Reyes R.A. et al. Posterior circulation revascularization. Superficial temporal artery to superior cerebellar artery anastomosis. *J Neurosurg* 1982;56(6):766–76. DOI: 10.3171/jns.1982.56.6.0766
11. 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
12. McDowell F., Flamm E.S. EC/IC Bypass Study. *Stroke* 1986;17(1):1–2. DOI: 10.1161/01.str.17.1.1
13. Ausman J.I., Diaz F.G. Critique of the extracranial-intracranial bypass study. *Surg Neurol* 1986;26(3):218–21. DOI: 10.1016/0090-3019(86)90152-7
14. Awad I.A., Spetzler R.F. Extracranial-intracranial bypass surgery: a critical analysis in light of the International Cooperative Study. *Neurosurgery* 1986;83(4):655–64. DOI: 10.1227/00006123-198610000-00028
15. 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
16. JET Study Group. Japanese EC-IC Bypass Trial (JET Study): The Second Interim Analysis. *Surg Cerebral Stroke* 2002;30(6):434–7. DOI: 10.2335/scs.30.434
17. Kuroda S., Kawabori M., Hirata K. et al. Clinical significance of STA-MCA double anastomosis for hemodynamic compromise in post-JET/COSS era. *Acta Neurochir (Wien)* 2014;156(1):77–83. DOI: 10.1007/s00701-013-1961-0

Вклад авторов

Т.А. Кудряшова: разработка дизайна исследования, ассистирование на операциях, наблюдение за пациентами, сбор данных для анализа, анализ полученных данных, обзор литературы по теме статьи, написание текста статьи;
В.А. Лукьянчиков, И.В. Сенько, Н.А. Полунина, В.А. Далибалдыан: проведение хирургических операций, научное консультирование;
Г.К. Гусейнова, Р.Ш. Муслимов: выполнение диагностических процедур;
В.В. Крылов, А.А. Гринь: разработка дизайна исследования, научное консультирование.

Author's contribution

T.A. Kudryashova: research design development, surgical assistance, patient monitoring, collecting data for analysis, analysis of the data obtained, review publications on the topic of the article, article writing;
V.A. Lukyanchikov, I.V. Senko, N.A. Polunina, V.A. Dalibaldyan: conducting surgical operations, scientific consulting;
G.K. Guseynova, R.S. Muslimov: performing diagnostic procedures;
V.V. Krylov, A.A. Grin: research design development, scientific consulting.

ORCID авторов / ORCID of authors

Т.А. Кудряшова / T.A. Kudryashova: <https://orcid.org/0000-0001-9185-2804>
В.А. Лукьянчиков / V.A. Lukyanchikov: <https://orcid.org/0000-0003-4518-9874>
И.В. Сенько / I.V. Senko: <https://orcid.org/0000-0002-5743-8279>
Н.А. Полунина / N.A. Polunina: <https://orcid.org/0000-0001-5680-4663>
В.А. Далибалдыан / V.A. Dalibaldyan: <https://orcid.org/0000-0002-5993-3310>
Г.К. Гусейнова / G.K. Guseynova: <https://orcid.org/0000-0001-8475-3410>
В.В. Крылов / V.V. Krylov: <https://orcid.org/0000-0001-5256-0905>
А.А. Гринь / A.A. Grin: <https://orcid.org/0000-0003-3515-8329>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Финансирование. Исследование выполнено без спонсорской поддержки.

Funding. The work was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Compliance with patient rights and principles of bioethics. All patients signed an informed consent to participate in the study.

Статья поступила: 24.07.2022. **Принята к публикации:** 24.10.2023.

Article submitted: 24.07.2022. **Accepted for publication:** 24.10.2023.