https://doi.org/10.29001/2073-8552-2019-34-1-85-91 УДК 616.12-089-06: 616.831-008.6



ОЦЕНКА РЕГИОНАРНОГО МОЗГОВОГО КРОВОТОКА МЕТОДОМ ОДНОФОТОННО-ЭМИССИОННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В РАННЕМ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ СИМУЛЬТАННЫХ РЕВАСКУЛЯРИЗИРУЮЩИХ ОПЕРАЦИЙ ПРИ СОЧЕТАННОМ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКОМ ПОРАЖЕНИИ КАРОТИДНЫХ И КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ

А.А. Короткевич*, С.Е. Семенов, Ю.М. Портнов, Н.И. Милиневский

Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний, 650002, Российская Федерация, Кемерово, Сосновый бульвар, 6

Цель: оценить влияние симультанного хирургического вмешательства в условиях искусственного кровообращения (ИК) на регионарный мозговой кровоток (рМК) по данным однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОЭКТ). **Материал и методы.** В исследование были включены 14 пациентов с мультифокальным атеросклерозом в возрасте 64±6,5 лет с гемодинамически значимыми стенозами коронарных и каротидных артерий, которым выполнялось симультанное вмешательство в условиях ИК. Радионуклидное исследование головного мозга с ^{99m}Тс-НМРАО выполнялось дважды: до оперативного вмешательства и в послеоперационном периоде на 5–7-е сутки.

Результаты. В целом в группе в сравнении с дооперационными показателями выявлено статистически значимое увеличение рМК в области лентикулярного ядра справа — от $54,14\pm6,84$ мл/100 г/мин на дооперационном этапе до $61,43\pm13,35$ мл/100 г/мин после операции, p=0,037634, в левой височной доле — от $41,64\pm2,73$ мл/100 г/мин на дооперационном этапе до $44,57\pm4,91$ мл/100 г/мин после операции, p=0,019224. У 11 обследуемых (79%) в большинстве анализируемых зон отмечались отклонения рМК менее 5 мл/100 г/мин, у 3 пациентов изменения регионарного мозгового кровотока были более выражены: у 2 обследуемых (14%) отмечалось диффузное увеличение показателей, у 1 обследуемого (7%) — диффузное снижение показателей регионарного мозгового кровотока.

Заключение. Полученные на небольшой выборке данные дают возможность сделать предварительное заключение об отсутствии статистически значимого негативного влияния симультанного оперативного вмешательства у пациентов с сочетанным атеросклеротическим поражением каротидных и коронарных артерий на регионарный мозговой кровоток во всех основных бассейнах магистральных церебральных артерий большого мозга. Выявленное же увеличение показателей перфузии в отдельных анализируемых зонах, не превышающее 34%, может соответствовать реактивной доброкачественной постишемической гиперперфузии, входящей в понятие реперфузионного синдрома.

Ключевые слова:

однофотонная эмиссионная компьютерная томография, регионарный мозговой кровоток, симультанное

хирургическое вмешательство, искусственное кровообращение

Конфликт интересов:

авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Прозрачность финансовой деятельности:

никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах

Короткевич А.А., Семенов С.Е., Портнов Ю.М., Милиневский Н.И. Оценка регионарного мозгового кровотока методом однофотонно-эмиссионной компьютерной томографии в раннем послеоперационном периоде симультанных реваскуляризирующих операций при сочетанном атеросклеротическом поражении

каротидных и коронарных артерий. Сибирский медицинский журнал. 2019;34(1):85–91.

https://doi.org/10.29001/2073-8552-2019-34-1-85-91



EVALUATION OF REGIONAL CEREBRAL BLOOD FLOW BY SINGLE PHOTON EMISSION COMPUTED TOMOGRAPHY IN THE EARLY POSTOPERATIVE PERIOD OF SIMULTANEOUS REVASCULARIZA-TION OPERATIONS IN PATIENTS WITH COMBINED ATHEROSCLE-ROTIC LESIONS OF THE CAROTID AND CORONARY ARTERIES

Alexey A. Korotkevich*, Stanislav E. Semenov, Yuriy M. Portnov, Nikolay I. Milinevskiy

Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, 6, Sosnoviy blvd., Kemerovo, 650000, Russian Federation

Aim. To evaluate the effect of simultaneous surgical intervention on regional cerebral blood flow (CBF) based on single photon emission computed tomography (SPECT).

Material and Methods. The study included 14 patients with hemodynamically significant stenoses of the coronary and carotid arteries that underwent coronary artery bypass grafting concomitant with carotid endarterectomy. Brain SPECT with 99mTc-HMPAO was performed twice: before surgery and in the postoperative period at days 5–7.

Results. Overall, the group showed a statistically significant increase in regional cerebral blood flow in comparison with preoperative indicators in the area of the right caudate nucleus from 54.14±6.84 mL/100 g/min in the preoperative stage to 61.43 ± 13.35 mL/100 g/min after surgery, p=0.037634, and in the left temporal lobe from 41.64 ± 2.73 mL/100 g/min in the preoperative stage to 44.57±4.91 mL/100 g/min after surgery, p=0.019224. There were deviations of CBF less than 5 mL/100 g/min in 11 cases (79%) in most of the analyzed regions; the changes in cerebral blood flow were more pronounced in 3 cases: there was a diffuse increase in cerebral blood flow in 2 cases (14%) and a diffuse reduction of cerebral blood flow in 1 case (7%).

Conclusion. Data obtained in a small sample of patients with combined atherosclerotic lesions of the carotid and coronary arteries preliminary suggest the absence of a statistically significant negative effect of simultaneous surgical intervention on the regional cerebral blood flow in all major basins of the cerebral arteries of the brain. Observed increase in the perfusion indices in the isolated analyzed zones, not exceeding 34%, may correspond to reactive benign postischemic hyperperfusion within the concept of reperfusion syndrome.

single photon emission computed tomography, regional cerebral blood flow, simultaneous surgery, **Keywords:**

cardiopulmonary bypass

Conflict of interest: the authors do not declare a conflict of interest

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned

> Korotkevich A.A., Semenov S.E., Portnov Yu.M., Milinevskiy N.I. Evaluation of Regional Cerebral Blood Flow by $Single\ Photon\ Emission\ Computed\ Tomography\ in\ the\ Early\ Postoperative\ Period\ of\ Simultaneous\ Revascularization$

Operations in Patients with Combined Atherosclerotic Lesions of the Carotid and Coronary Arteries. The Siberian

Medical Journal. 2019;34(1):85-91. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2019-34-1-85-91

Введение

For citation:

Несмотря на высокую эффективность и многолетнюю практику применения хирургического лечения у пациентов с сочетанным атеросклеротическим поражением коронарного русла и сонных артерий, проблема выбора оптимальной тактики попрежнему обладает высокой актуальностью и практической значимостью [1]. В первую очередь, особое внимание уделяется данной группе пациентов из-за высокого риска развития как инфаркта миокарда, так и ишемического инсульта [2]. На сегодняшний день успешно применяются различные подходы к хирургическому лечению этой категории пациентов с осуществлением каротидной эндартерэктомии (КЭ) и коронарного шунтирования (КШ) в виде симультанных и этапных операций, а также гибридные вмешательства со стентированием сонной артерии и проведением КШ, однако каждый тактический подход несет определенные риски развития ишемического повреждения в зависимости от выбора первичного бассейна реваскуляризации, продолжительности и травматичности оперативного вмешательства [3]. В ряде исследований отмечается, что, несмотря на развитие кардиоанестезиологии и хирургических методов лечения атеросклеротического поражения коронарных и сонных артерий, кардиальные и неврологические осложнения в послеоперационном периоде остаются одной из важнейших проблем [4]. Выполнение этапного вмешательства сопряжено с риском развития осложнений нереваскуляризированного сосудистого бассейна. Так, при выполнении первым этапом КЭ возрастает риск развития острого инфаркта миокарда, а при первичном вмешательстве на коронарном русле увеличивается риск развития неврологических осложнений. Симультанное вмешательство на каротидных и коронарных артериях удваивает риск развития осложнений [5].

По данным различных источников литературы, частота развития инсульта в послеоперационном периоде симультанного вмешательства составляет 1,7-10%, после этапных операций — 1,9-6,1% [6, 7], причем одни исследователи отмечают более высокий процент неврологических осложнений в группе с симультанными вмешательствами, другие — в группе с этапными операциями. В то же время в ряде исследований отмечается отсутствие статистических различий по частоте развития инсульта в данных группах [8].

К сожалению, современные рекомендации не содержат достаточной доказательной базы, позволяющей иметь единое мнение по вопросу выбора оптимальной стратегии хирургического лечения данных пациентов [9], в настоящее время в различных медицинских центрах она строится на основании рекомендаций общего характера и собственного опыта.

Проблемой обоснования той или иной тактики остается ограничение распространенных инструментальных методов оценки мозгового кровотока и базирование выводов на клинических исходах лечения. Появление нового информативного метода оценки мозгового кровотока может оказаться краеугольным камнем прогностической эффективности и обоснования конкретного лечебного подхода у этой группы больных. Однофотонно-эмиссионная компьютерная томография (ОЭКТ) обеспечивает неинвазивную оценку перфузии и метаболического статуса головного мозга, эта информация зачастую дополняет данные наиболее распространенных методов лучевой диагностики, таких как компьютерная томография (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ), однако в некоторых случаях она сама по себе имеет клиническое значение [10]. В ряде исследований отмечается высокая чувствительность метода ОЭКТ в оценке перфузии головного мозга при раздельно выполняемых реваскуляризирующих вмешательствах на каротидном и коронарном бассейнах [11]. В доступных источниках литературы также встречаются работы, связанные с применением ОЭКТ в оценке рМК при симультанных вмешательствах на каротидном и коронарном руслах, однако большинство подобных исследований посвящено изучению в предоперационном периоде возможности применения функциональной оценки перфузионного резерва головного мозга и миокарда как одного из параметров в выборе оптимальной хирургической тактики [9], а работы, связанные с оценкой динамики показателей перфузии головного мозга в до- и послеоперационном периодах, единичны и основаны на небольшом материале [12].

Целью данного исследования является оценка влияния симультанного хирургического вмешательства у пациентов с сочетанным атеросклеротическим поражением каротидных и коронарных артерий на рМК по данным ОЭКТ.

Материал и методы

В исследование были включены 14 пациентов: 2 женщины (14%) и 12 мужчин (86%), средний возраст — 64±6,5 года. У всех пациентов, по данным ультразвукового исследования (УЗИ) и КТ, были выявлены значимые стенозы внутренних сонных артерий, в среднем степень сужения просвета на стороне оперативного вмешательства составила 86,5±7,85%. По данным селективной коронароангиографии, было выявлено атеросклеротическое поражение двух и более ветвей коронарных артерий, максимальная степень сужения просвета — до 90–100%. Всем пациентам было выполнено симультанное оперативное вмешательство: КЭ, аортокоронарное и маммарокоронарное шунтирование коронарных артерий в условиях искусственного кровообращения (ИК). Время пережатия сонных артерий в среднем составило 24,5±3,66 мин, время ИК — 81,2±21,22 мин, время пережатия аорты — 50,2±15,35 мин.

Радионуклидное исследование головного мозга с использованием радиофармпрепарата (РФП) ^{99m}Tc-HMPAO («Церетек», «ДжиИ Хэлскеа Лимитед») выполнялось дважды: до оперативного вмешательства и в послеоперационном периоде на 5—7-е сутки.

ОЭКТ головного мозга проводили на комбинированной двухдетекторной системе ОЭКТ/КТ Discovery NM/СТ 670 (GE Medical Systems, Israel) с использованием низкоэнергетических коллиматоров высокого разрешения (LEHR), угол поворота детекторов — 3, количество проекций — 120, время на проекцию — 30 с, матрица — 128×128. Исследование осуществлялось через 15 мин после внутривенной инъекции РФП, в качестве радиоактивной метки использовался изотоп технеция 99m, вводимая активность — 740 МБк.

Обработку и анализ полученных данных производили на рабочей станции Xeleris с использованием приложения Brain Spect. Для реконструкции томосцинтиграфических изображений применялся итеративный метод OSEM/MLEM.

Оценку регионального распределения индикатора в головном мозге проводили с использованием полуколичественной методики, в качестве эталонной области был выбран мозжечок, зонами интереса являлись томографические срезы в аксиальной проекции височных долей, уровня базальных ядер, корковых зон лобных, теменных и затылочных долей. Распределение индикатора в срезе оценивали по бассейнам магистральных артерий и с использованием 16-сегментарной модели.

Для преобразования относительных значений накопления индикатора в процентах в показатели рМК в мл/100 г/мин применялась формула N. Lassen и соавт. [13].

Статистический анализ полученных данных осуществлялся с помощью программы STATISTICA 10.0 (StatSoft, Inc.) с использованием описательной и непараметрической статистики. Результаты представлены в виде среднего арифметического и стандартного отклонения. Для оценки различия между двумя зависимыми выборками до и после оперативного вмешательства использовался критерий Уилкоксона. Уровень значимости p принимался равным 0,05.

Результаты

Изменения показателей регионального мозгового кровотока в сравнении с дооперационными показателями зарегистрированы у всех пациентов.

У 11 обследуемых (79%) в большинстве анализируемых зон отмечались отклонения менее 5 мл/100 г/мин, которые в среднем по сегментам составили 0,15±3,33 мл/100 г/мин, то же время у данных пациентов в отдельных сегментах выявлены более выраженные изменения рМК: увеличение показателей отмечалось в сегментах правой височной доли в 1 случае (9%), в области хвостатого ядра справа — в 3 случаях (27%), в области хвостатого ядра слева — в 3 случаях (27%), в области правого таламуса — в 1 случае (9%), в области правого таламуса — в 1 случае (9%), в правой лобной доле — в 1 случае (9%); снижение показателей рМК отмечалось в правой височной доле в 1 случае (9%), в области хвостатого ядра слева — в 1 случае (9%), в правом таламусе — в 1 случае (9%), в левой затылочной доле — в 3 случаях (27%), в правой теменной доле — в 2 случаях (18%).

Был отмечен 1 случай (7%) с выраженным снижением показателей рМК (в большинстве сегментов) на $-9,75\pm3,61$ мл/ 100 г/мин (рис. 1), 2 случая (14%) — с выраженным увеличением показателей рМК (в большинстве сегментов) на $8,65\pm8,22$ и $18,18\pm6,9$ мл/100 г/мин (рис. 2).

При статистической обработке данных, полученных при использовании 16-сегментарной модели, в сравнении с предоперационными показателями, независимо от стороны вмешательства, выявлено статистически значимое увеличение показателей регионарного мозгового кровотока в двух зонах: в области лентикулярного ядра справа — от 54,14±6,84 на дооперационном этапе до 61,43±13,35 мл/100 г/мин после

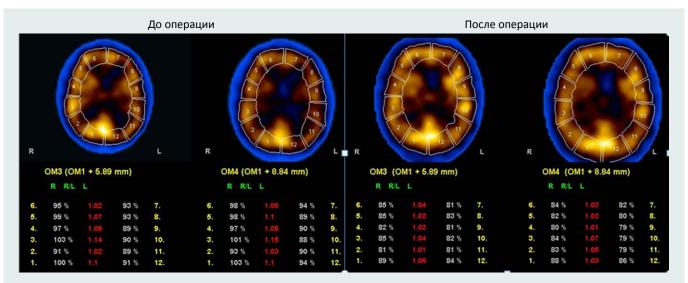


Рис. 1. Снижение показателей рМК после симультанного вмешательства на каротидных и коронарных артериях в условиях ИК

Fig. 1. A decrease in cerebral blood flow after simultaneous intervention on the carotid and coronary arteries

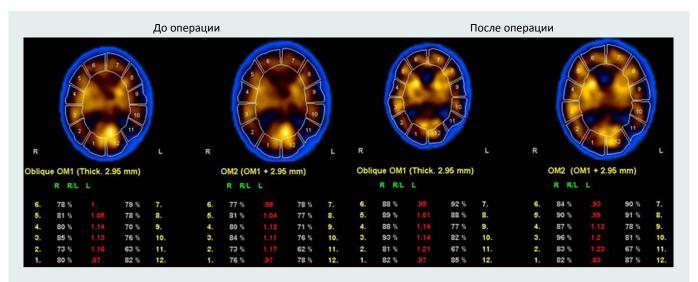


Рис. 2. Увеличение показателей рМК после симультанного вмешательства на каротидных и коронарных артериях в условиях ИК

Fig. 2. An increase in cerebral blood flow after simultaneous intervention on the carotid and coronary arteries

операции, p=0,037634, в левой височной доле — от 41,64±2,73 на дооперационном этапе до 44,57±4,91 мл/100 г/мин после операции, p=0,019224. В других анализируемых зонах статистически значимых изменений показателей рМК в целом в группе не выявлено (таблица).

Статистический анализ показателей регионарного мозгового кровотока при распределении сегментов в группы согласно бассейнам мозговых артерий, в сравнении с предоперационными показателями, определил статистически значимое увеличение показателей в бассейне правой средней мозговой артерии на $2,08\pm7,71$ мл/100 г/мин (p=0,015352), в бассейнах остальных мозговых артерий статистически значимых изменений не выявлено. В бассейне правой задней мозговой артерии показатели рМК увеличились в среднем на $0,54\pm8,66$ мл/100 г/мин (p=0,716423); в бассейне левой задней мозговой артерии — на $0,6\pm6,8$ мл/100 г/мин (p=0,903627). В бассейне левой средней мозговой артерии также отмечалось статистически незначимое увеличение показателей на $1,43\pm$

6,86 мл/100 г/мин (p=0,150184). Изменения рМК в бассейне правой передней мозговой артерии составили 0,64±5,62 мл/ 100 г/мин (p=0,944285); в бассейне левой передней мозговой артерии — 0,04±5,08 мл/100 г/мин (p=0,826091).

Обсуждение

На сегодняшний день во многих исследованиях отмечается высокая информативность метода ОЭКТ в диагностике расстройств мозгового кровообращения [14], что делает целесообразным применение данного метода для контроля эффективности хирургического лечения атеросклеротического поражения сосудов [15]. Анализ литературы показывает, что данный метод успешно применяется при оценке реваскуляризирующих операций, однако результаты неоднозначны. Часть исследователей отмечают ухудшение перфузии головного мозга и появление соответствующей неврологической симптоматики в послеоперационном периоде [14, 16], в других работах

Таблица. Показатели регионарного мозгового кровотока до и после оперативного вмешательства

Table. Regional cerebral blood flow before and after surgery

Отделы головного мозга	Показатели рМК до операции, мл/100 г/мин		Показатели рМК после операции, мл/100 г/мин			
	Справа	Слева	Справа	р	Слева	р
Височная доля	41,7±3,3	41,6±2,7	44,1±4,9	0,115852	44,6±4,9	0,019224
Хвостатое ядро	54,1±6,8	55,9±6,3	61,4±13,4	0,037634	61,1±14	0,093493
Таламус	54,9±8,3	54,9±7,1	57,5±12	0,366986	56,6±9,2	0,286004
Затылочная доля	48±7,2	46,2±6,5	46,6±7,2	0,124176	45,4±6,9	0,148780
	42,6±6,2	39,9±5,5	43,7±7,5	0,949945	39,5±5,7	0,451260
Теменная доля	47,3±6,9	43,1±5,8	47,4±8,4	0,861304	43±6,9	0,726768
	45,7±7,5	41,4±5,5	45,9±8,2	0,779829	42±6,7	0,949945
Лобная доля	45,4±5,4	43,1±4,5	46,9±7,5	0,315175	43,4±5,3	0,944285
	43,9±4,2	42,8±3,5	44,5±6,2	0,944285	42,9±5,2	0,826091

определяется улучшение регионарного мозгового кровотока, в некоторых случаях отмечается синдром реперфузии [12, 17]. Стандартная методика оценки показателей рМК головного мозга проводится в сравнении с симметричной областью другого полушария, об изменениях судят при наличии разницы в показателях в 10-15%. Однако в литературе встречаются упоминания об изменениях рМК после реваскуляризирующих вмешательств на каротидных артериях не только на стороне вмешательства, но и в другом полушарии большого мозга [18], что может привести к ошибкам в интерпретации данных по стандартной схеме. Оценка динамики показателей перфузии у обследуемых осуществлялась нами путем сравнения пред- и послеоперационных показателей в аналогичных зонах. В данной работе мы не выявили значимого снижения регионарного мозгового кровотока в раннем послеоперационном периоде в группе в целом в сравнении с дооперационными показателями, что может означать отсутствие статистически значимого негативного влияния симультанного оперативного вмешательства при сочетанном атеросклеротическом поражении каротидных и коронарных артерий на регионарный мозговой кровоток. Кроме того, отмечено статистически значимое повышение показателей рМК в отдельных сегментах бассейнов средних мозговых артерий, в частности, в области лентикулярного ядра справа, в левой височной доле слева, что может соответствовать реактивной гиперперфузии как элементу реперфузионного синдрома [19].

Заключение

Полученные на небольшой выборке данные дают возможность сделать предварительное заключение об отсутствии статистически значимого негативного влияния симультанного оперативного вмешательства у пациентов с сочетанным атеросклеротическим поражением каротидных и коронарных артерий на регионарный мозговой кровоток во всех основных бассейнах магистральных церебральных артерий большого мозга. Выявленное же увеличение показателей перфузии в отдельных анализируемых зонах, не превышающее 34%, может соответствовать реактивной доброкачественной постишемической гиперперфузии, входящей в понятие реперфузионного синдрома.

Литература

- 1. Тарасов Р.С., Иванов С.В., Казанцев А.Н., Бурков Н.Н., Ануфриев А.И., Зинец М.Г. и др. Госпитальные результаты различных стратегий хирургического лечения пациентов с сочетанным поражением коронарного русла и внутренних сонных артерий. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2016;5(4):15–24.
- Torma N., Sihotsky V., Кополовец И.И., Frankovicova M., Sabol F., Kubicova M. и др. Результаты симультанных операций у пациентов с атеросклеротическим поражением сонных и коронарных артерий. *Новости* хирургии. 2015;23(2):171–175. DOI: 10.18484/2305-0047.2015.2.171.
- Чернявский А.М., Едемский А.Г., Чернявский М.А., Виноградова Т.Е. Гибридные технологии при хирургическом лечении сочетанного атеросклеротического поражения коронарных и сонных артерий. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2013;17(1):45–53. DOI: 10.21688/1681-3472-2013-1-45-53.
- 4. Шевченко Ю.Л., Попов Л.В., Батрашев В.А., Байков В.Ю. Результаты хирургического лечения пациентов с сочетанным атеросклеротическим поражением коронарных и брахиоцефальных артерий. Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. 2014;9(1):14–17.
- Naylor A.R., Mackey W.C. Carotid Artery Surgery: A Problem Based Approach. London: WB Saunders Ltd.; 2000:408.
- Байков В.Ю. Сочетанное атеросклеротическое поражение коронарных и брахиоцефальных артерий — выбор хирургической так-

- тики. Вестник национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. 2013;4(8):108–111.
- 7. Бокерия Л.А., Сигаев И.Ю., Дарвиш Н.А., Озолиньш А.А., Есенеев М.Ф., Моллаев Э.Б. и др. Тактика лечения больных с сочетанным атеросклеротическим поражением брахиоцефальных и коронарных артерий. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2016;116(2):22–28. DOI: 10.17116/jnevro20161162122-28.
- Sharma V., Deo S.V., Park S.J., Joyce L.D. Meta-analysis of staged versus combined carotid endarterectomy and coronary artery bypass grafting. *Ann. Thorac. Surg.* 2014;97(1):102–109. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2013.07.091.
- 9. Кузнецов М.С., Козлов Б.Н., Насрашвили Г.Г., Панфилов Д.С., Плотников М.П., Андриянова А.В. и др. Анализ результатов хирургического лечения сочетанного атеросклеротического поражения сонных и коронарных артерий. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2016;5(3):35–42. DOI: 10.17802/2306-1278-2016-3-35-42.
- Catafau A.M. Brain SPECT in clinical practice. Part I: Perfusion. J. Nucl. Med. 2001;42(2):259–271.
- 11. Degirmenci B., Durak H., Hazan E., Karabay O., Derebek E., Yilmaz M., et al. The effect of coronary artery bypass surgery on brain perfusion. *J. Nucl. Med.* 1998;39(4):587–591.



- 12. Tanaka K., Naruse Y., Makuuchi H. Coronary artery bypass grafting in patients with carotid artery disease; indication and early clinical outcome of coronary artery bypass grafting concomitant with carotid endarterectomy. *Kyobu Geka*. 2009;62(1):50–55.
- Lassen N.A., Andersen A.R., Friberg L., Paulson O.B. The retention of [99mTc]-d,I-HM-PAO in the human brain after intracarotid bolus injection: a kinetic analisis. *J. Cereb. Blood Flow Metab.* 1988;8:13–22. DOI: 10.1038/jcbfm.1988.28.
- 14. Ефимова Н.Ю., Чернов В.И., Ефимова И.Ю., Ахмедов Ш.Д., Лишманов Ю.Б. Изменение мозгового кровотока и когнитивной функции у больных, перенесших операцию коронарного шунтирования в условиях искусственного кровообращения. *Кардиология*. 2015;55(6):40–46. DOI: 10.18565/cardio.2015.6.40-46.
- Акифьева О.Д., Сокуренко Г.Ю., Кандыба Д.В., Иванова А.А. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография в оценке эффективности хирургического лечения у больных с окклюзией внутренней сонной артерии. Новости хирургии. 2010;18(1):37–40.

References

- Tarasov R.S., Ivanov S.V., Kazantsev A.N., Burkov N.N., Anoufriev A.I., Zinets M.G., et al. Hospital results of the different strategies of surgical treatment of patients with concomitant coronary disease and internal carotid arteries stenoses. Kompleksnye problemy serdechno-sosudistyh zabolevanij = Complex Issues of Cardiovascular Diseases. 2016;5(4):15– 24 (In Russ.).
- Torma N., Sihotsky V., Kopolovets I.I., Frankovicova M., Sabol F., Kubikova M., et al. The Results of Simultaneous Operations in Patients with Atherosclerotic Lesions of Carotid and Coronary Arteries. Novosti Khirurgii = Surgery News. 2015;23(2):171–175 (In Russ.). DOI: 10.18484/2305-0047.2015.2.171.
- Chernyavskiy A.M., Edemskiy A.G., Chernyavskiy M.A., Vinogradova T.E.
 Hybrid technologies in surgical treatment of patients with concomitant
 atherosclerotic lesions of carotid and coronary arteries. Patologiya
 krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Pathology of blood circulation
 and heart surgery. 2013;17(1):45–53 (In Russ.). DOI: 10.21688/1681 3472-2013-1-45-53.
- Shevchenko Yu.L., Popov L.V., Batrashev V.A., Baykov V.Yu. Results of surgical treatment of patients with combined atherosclerotic lesions of the coronary and carotid arteries. Vestnik nacionalnogo medikohirurgicheskogo centra im. N.I. Pirogova = Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center. 2014;9(1):14–17 (In Russ.).
- Naylor A.R., Mackey W.C. Carotid Artery Surgery: A Problem Based Approach. London: WB Saunders Ltd.;2000:408.
- Baykov V.Yu. Combined atherosclerotic lesions of the coronary and carotid arteries — the choice of surgical tactics. Vestnik nacionalnogo mediko-hirurgicheskogo centra im. N.I. Pirogova = Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center. 2013;4(8):108–111 (In Russ.).
- Bokeria L.A., Sigaev I.Yu., Darvish N.A., Ozolinsh A.A., Eseneev M.F., Mollaev E.B., et al. Treatment tactics for patients with combined atherosclerotic lesions of brachiocephalic and coronary arteries. *Zhurnal nevrologii i psihiatrii im. S.S. Korsakova = S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2016;116(2):22–28 (In Russ.). DOI: 10.17116/jnevro20161162122-28.
- Sharma V., Deo S.V., Park S.J., Joyce L.D. Meta-analysis of staged versus combined carotid endarterectomy and coronary artery bypass grafting. *Ann. Thorac. Surg.* 2014;97(1):102–109. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2013.07.091.
- Kuznetsov M.S., Kozlov B.N., Nasrashvili G.G., Panfilov D.S., Plotnikov M.P., Andiyanova A.V., et al. Analysis of the surgical outcomes of combined atherosclerotic lesions of carotid and coronary arteries. Kompleksnye problemy serdechno-sosudistyh zabolevanij = Complex

- 16. Degirmenci B., Durak H., Hazan E., Karabay O., Derebek E., Yilmaz M., et al. The effect of coronary artery bypass surgery on brain perfusion. *J. Nucl. Med.* 1998;39(4):587–591.
- Бокерия Л.А., Асланиди И.П., Пирцхалаишвили З.К., Качеишвили М.Ю., Сергуладзе Т.Н., Дарвиш Н.А. Возможности однофотонной эмиссионной компьютерной томографии с ^{99m}TC-HMPAO и ультразвуковых методов исследования мозгового кровотока при ишемических поражениях головного мозга. *Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН Сердечно-сосудистые заболевания*. 2011;12(56):232.
- 18. Sadato A., Maeda S., Hayakawa M., Adachi K., Toyama H., Nakahara I., et al. Carotid stenting for unilateral stenosis can increase contralateral hemispheric cerebral blood flow. *J. Neurointerv. Surg.* 2018;10(4):351–354. DOI: 10.1136/neurintsurg-2017-013193.
- Semenov S., Portnov Yu., Semenov A., Korotkevich A., Kokov A. Neuroimaging patterns of cerebral hyperperfusion. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 886 (2017) 012014. DOI: 10.1088/1742-6596/886/1/012014.
 - *Issues of Cardiovascular Diseases*. 2016;5(3):35–42 (In Russ.). DOI: 10.17802/2306-1278-2016-3-35-42.
- Catafau A.M. Brain SPECT in clinical practice. Part I: Perfusion. J. Nucl. Med. 2001;42(2):259–271.
- 11. Degirmenci B., Durak H., Hazan E., Karabay O., Derebek E., Yilmaz M., et al. The effect of coronary artery bypass surgery on brain perfusion. *J. Nucl. Med.* 1998;39(4):587–591.
- 12. Tanaka K., Naruse Y., Makuuchi H. Coronary artery bypass grafting in patients with carotid artery disease; indication and early clinical outcome of coronary artery bypass grafting concomitant with carotid endarterectomy. *Kyobu Geka*. 2009;62(1):50–55.
- Lassen N.A., Andersen A.R., Friberg L., Paulson O.B. The retention of [99mTc]-d,I-HM-PAO in the human brain after intracarotid bolus injection: a kinetic analisis. *J. Cereb. Blood Flow Metab.* 1988;8:13–22. DOI: 10.1038/jcbfm.1988.28.
- Efimova N.Yu., Chernov V.I., Efimova I.Yu., Akhmedov Sh.D., Lishmanov Yu.B. Changes in cerebral blood flow and cognitive function in patients undergoing coronary bypass surgery with cardiopulmonary bypass. *Kardiologiia = Cardiology.* 2015;55(6):40–46 (In Russ.). DOI: 10.18565/cardio.2015.6.40-46.
- Akif'yeva O.D., Sokurenko G.Yu., Kandyba D.V., Ivanova A.A. Single photon emission computed tomography in evaluating the effectiveness of surgical treatment in patients with occlusion of the internal carotid artery. Novosti khirurgii = Surgery News. 2010;18(1):37–40 (In Russ.).
- Degirmenci B., Durak H., Hazan E., Karabay O., Derebek E., Yilmaz M., et al. The effect of coronary artery bypass surgery on brain perfusion. J. Nucl. Med. 1998;39(4):587–591.
- Bokeriya L.A., Aslanidi I.P., Pirtskhalaishvili Z.K., Kacheishvili M.Yu., Serguladze T.N., Darvish N.A. Possibilities of single-photon emission computed tomography with ^{99m}Tc-HMPAO and ultrasound methods for studying cerebral blood flow in ischemic brain lesions. Byulleten NCSSKH im. A.N. Bakuleva RAMN Serdechno-sosudistye zabolevaniya = The Bulletin of Bakoulev Center Cardiovascular Diseases. 2011;12(S6):232 (In Russ.).
- Sadato A., Maeda S., Hayakawa M., Adachi K., Toyama H., Nakahara I., et al. Carotid stenting for unilateral stenosis can increase contralateral hemispheric cerebral blood flow. *J. Neurointerv. Surg.* 2018;10(4):351– 354. DOI: 10.1136/neurintsurg-2017-013193.
- Semenov S., Portnov Yu., Semenov A., Korotkevich A., Kokov A. Neuroimaging patterns of cerebral hyperperfusion. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 886 (2017) 012014. DOI: 10.1088/1742-6596/886/1/012014.

Сведения об авторах

Короткевич Алексей Алексеевич*, врач-радиолог лаборатории радионуклидных и томографических методов диагностики отделения лучевой диагностики, Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний.

E-mail: koroaa@kemcardio.ru.

Семенов Станислав Евгеньевич, д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории рентгеновской и томографической диагностики, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики, Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний.

E-mail: dr_semenov_s@mail.ru.

Портнов Юрий Михайлович, канд. мед. наук, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики, младший научный сотрудник лаборатории рентгеновской и томографической диагностики, Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний.

E-mail: portum@kemcardio.ru.

Милиневский Николай Игоревич, врач-радиолог лаборатории радионуклидных и томографических методов диагностики отделения лучевой диагностики, Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний.

E-mail: milini@kemcardio.ru.

Information about the authors

Alexey A. Korotkevich*, Radiologist at the Radiology Department, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases.

E-mail: koroaa@kemcardio.ru.

Stanislav E. Semenov, Ph.D., Dr. Sci. (Med.), Leading Research Scientist of the Laboratory of Radiology and Tomography Diagnostics, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases.

E-mail: dr_semenov_s@mail.ru.

Yuriy M. Portnov, M.D., Ph.D., Cand. Sci. (Med.), Radiologist at the Radiology Department, Junior Research Scientist of the Laboratory of Radiology and Tomography Diagnostics, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases.

E-mail: portum@kemcardio.ru.

Nikolay I. Milinevskiy, Radiologist at the Radiology Department, Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases.

E-mail: milini@kemcardio.ru.

Поступила 30.11.2018, принята к печати 12.02.2019 Received November 30, 2018, accepted for publication February 12, 2019