

# Особенности диагностики послеоперационной когнитивной дисфункции у пациентов после кардиохирургических вмешательств (обзор литературы)

Т.М.Алексеева, О.А.Портик✉

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А.Алмазова» Минздрава России. 197341, Россия, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2  
✉olgaportik@gmail.com

Послеоперационная когнитивная дисфункция представляет собой вид преходящего или стойкого мозгового расстройства, затрагивающего высшие корковые функции (внимание, память и др.), наблюдающегося в послеоперационном периоде и отражающего изменения функционального и морфологического состояния головного мозга преимущественно сосудистого генеза. В статье представлены особенности основных методов, применяемых в диагностике данного состояния у пациентов после кардиохирургических вмешательств. Рассмотрены методологические проблемы, связанные с подбором оптимального комплекса шкал для нейропсихологического тестирования. Проанализированы достоинства и недостатки нейрофизиологических методов, таких как электроэнцефалография и регистрация вызванных когнитивных потенциалов. Обращено внимание на методики нейровизуализации в оценке функций головного мозга: различные режимы стандартной и функциональной магнитно-резонансной томографии, компьютерную томографию (в том числе однофотонную эмиссионную), позитронно-эмиссионную томографию и пр. Продемонстрированы связь между характером находок при использовании данных методик и результатами нейропсихологического тестирования, а также динамика выявленных изменений в послеоперационном периоде. Приводятся предпосылки дальнейших исследований.

**Ключевые слова:** обзор, послеоперационная когнитивная дисфункция, нейропсихологическое тестирование, нейровизуализация.

**Для цитирования:** Алексеева Т.М., Портник О.А. Особенности диагностики послеоперационной когнитивной дисфункции у пациентов после кардиохирургических вмешательств (обзор литературы). Consilium Medicum. 2018; 20 (10): 86–90. DOI: 10.26442/2075-1753\_2018.10.86-90

## Review

### Diagnostic features of postoperative cognitive dysfunction in patients after cardiosurgical interventions (literature review)

T.M.Alekseeva, O.A.Portik✉

V.A.Almazov North-West Federal Medical Research Center of the Ministry of Health of the Russian Federation. 197341, Russian Federation, Saint Petersburg, ul. Akkuratova, d. 2  
✉olgaportik@gmail.com

#### Abstract

Postoperative cognitive dysfunction is a kind of transient or persistent brain impairment affecting the higher functions of the nervous system (attention, memory, etc.) that is observed in the postoperative period. It reflects changes in the functional and morphological state of the brain mainly of vascular genesis. The article presents the features of the main methods used to diagnose this condition in patients after cardiosurgical interventions. Methodological problems associated with the selection of the optimal set of scales for neuropsychological testing are considered. The advantages and disadvantages of neurophysiological methods, such as electroencephalography and recording of evoked cognitive potentials, are analyzed. Attention is paid to the methods of neuroimaging in the assessment of brain functions – various regimes of standard and functional magnetic resonance imaging, computed tomography (including single-photon emission tomography), positron emission tomography, etc. A relationship between the nature of the findings using these techniques and the results of neuropsychological testing, as well as the dynamics of the revealed changes in the postoperative period. The prerequisites for further research are given.

**Key words:** review, postoperative cognitive dysfunction, neuropsychological testing, neuroimaging.

**For citation:** Alekseeva T.M., Portik O.A. Diagnostic features of postoperative cognitive dysfunction in patients after cardiosurgical interventions (literature review). Consilium Medicum. 2018; 20 (10): 86–90. DOI: 10.26442/2075-1753\_2018.10.86-90

Послеоперационная когнитивная дисфункция (ПОКД) – это изменение функционального состояния головного мозга преимущественно сосудистого генеза, наблюдаемое в послеоперационном периоде, проявляющееся в виде преходящих или стойких нарушений высших корковых функций – внимания, памяти, мышления и др. [1]. Данное состояние характеризуется высокой распространенностью после кардиохирургических вмешательств – у 50–80% пациентов в раннем послеоперационном периоде, 20–50% через 2 мес и около 10–30% через 6 мес после операции с использованием аппарата искусственного кровообращения [2]. Оно нередко носит стойкий характер, снижает приверженность пациентов назначенному лечению и качество жизни, ухудшает соци-

альную и бытовую адаптацию [3]. Рассмотрим особенности различных методов диагностики ПОКД.

#### Особенности нейропсихологического тестирования в ранней диагностике когнитивных нарушений

Анализ работ, посвященных вопросам ПОКД у пациентов после кардиохирургических операций, показал, что основным методом диагностики когнитивных нарушений остается нейропсихологическое тестирование, а удобными и подходящими остаются шкалы [4]. Несмотря на то что тема оценки когнитивных функций после кардиохирургических вмешательств разрабатывалась исследователями в течение многих последних лет, до сих пор отсутствует стан-

дартизованный подход в выборе шкал и тестов для нейропсихологической диагностики [5, 6]. Для формирования подобного подхода была создана итоговая публикация «Утверждения консенсуса по вопросу оценки нейрокогнитивных последствий операций на сердце» [7] (1995 г., Форт-Лодердейл, США). Ведущие специалисты неврологии, кардиохирургии и кардиологии сформулировали несколько важных принципов, требующихся для проведения нейропсихологической диагностики у пациентов после операций на сердце: необходимость оценки функций не только после, но и до операции для уточнения базового уровня, важность групп сравнения и видоизменения элементов стимульного материала для исключения «эффекта обучения». С целью создать всестороннее и корректное обследование было настоятельно рекомендовано включать тесты соединения точек (варианты А и Б), тесты Рея на слухоречевое заучивание и «штукерную панель». Однако даже эти положения подверглись критике ввиду низкой воспроизводимости результатов при повторном тестировании и недостаточной чувствительности предложенного набора тестов [8].

Таким образом, процесс подбора батареи шкал для нейропсихологического тестирования остается проблематичным, а разнообразие возможных тестов – более 70 методик [9] – создает многочисленные их комбинации, усложняя сопоставление результатов различных анализов [5].

Исследователи приходят к выводу о том, что правильно подобранные 5–7 проб для тестирования столь же эффективны, как и большие по объему батареи тестов [10]. Наиболее распространено использование таких тестов, как MMSE, MoCA, проба Шульте, слежения, методика вербальных ассоциаций, запоминания слов, повторение цифр в прямом и обратном порядке, соединения точек, рисования часов, воспроизведение ассоциаций.

Таким образом, комплекс существующих методологических проблем демонстрирует необходимость поиска стандартизованного подхода клинично-неврологической и нейропсихологической диагностики.

### Нейрофизиологическая диагностика

Помимо клинично-неврологического и нейропсихологического методов изучения ПОКД используются и нейрофизиологические. Наиболее распространенными являются электроэнцефалография (ЭЭГ) и метод вызванных когнитивных потенциалов.

Метод ЭЭГ дает возможность оценивать изменения спектральной мощности в различных диапазонах частот. Получены данные о том, что у пациентов с явлениями ПОКД наблюдается отрицательная ЭЭГ-динамика, которая описывается возрастанием мощности биоэлектрических ритмов в состоянии покоя с открытыми и закрытыми глазами и  $\alpha$ - и  $\tau$ -ритма в определенных отделах [11]. Однако динамика мощности ритмов, обладающих выраженной индивидуальной вариабельностью и изменчивостью, зависящих от текущего функционального состояния, с малой вероятностью может служить надежным диагностическим критерием.

Методика исследования вызванных потенциалов (ВП) основана на регистрации биоэлектрических сигналов, появляющихся после воздействия через постоянные промежутки времени внешних факторов. ВП позволяют выделить слабовыраженные сигналы центральной нервной

системы, отличающиеся от спонтанной активности головного мозга, выявляемой с помощью ЭЭГ [12]. В анализе когнитивных нарушений у пациентов наиболее широкое применение получило исследование ВП P300, отражающее идентификацию стимула, происходящую после сопоставления с образцом в памяти, и принятие решения, характеризующее функциональное состояние лобных, височных лимбических и ретикулярно-стволовых структур [13].

Корреляционный анализ выявляет отсутствие ассоциации характеристик P300 с результатами нейрокогнитивных тестов – MMSE, рисования часов, запоминания 10 слов, пробы Шульте [14].

Недостатком методики вызванных когнитивных потенциалов представляется высокая межиндивидуальная вариабельность основных рассматриваемых показателей на фоне того, что регистрируемые изменения не являются специфическими для постгипоксической энцефалопатии в виде ПОКД [15].

Помимо такого достоинства, как способность описанных нейрофизиологических методов отражать непосредственную связь с процессами высшей нервной деятельности, существуют и недостатки, ограничивающие их применение. Так, авторы часто получают противоречивые и варьирующие в широких границах результаты; необходимость учета результатов усложняет дизайн исследования; существуют мнения о низкой воспроизводимости при повторных исследованиях [16]. Возможно, эти недостатки влияют на то, что нейрофизиологические исследования пациентов после кардиохирургических операций выполняются редко, рассматриваются как ориентировочные методы и уступают место нейропсихологическому тестированию и нейровизуализации.

### Возможности методов нейровизуализации

В последнее время предпринимается большое количество попыток расширить обследование пациентов, включая помимо нейропсихологических тестов различные методики нейровизуализации. С целью выявить маркеры поражения головного мозга наиболее широко используется магнитно-резонансная томография (МРТ) в таких режимах, как DWI, T1, T2, FLAIR [17].

По данным разных авторов, которые анализировали результаты операций с использованием искусственного кровообращения, доля пациентов, у которых в режиме DWI были выявлены новые ишемические очаги после оперативного вмешательства на сердце, варьирует от 15 до 61%, а в режиме FLAIR – от 13 до 31%. В типичных случаях ишемические очаги множественные, мелкие, округлой формы, располагаются наиболее часто в лобных областях, а также в зонах пограничного кровоснабжения. Наиболее вероятным механизмом их образования представляется микроэмболический. Помимо самого факта операции на сердце авторы называют факторы риска, значительно увеличивающие возможность образования зон ишемии: возраст, указание на цереброваскулярное заболевание, атеросклероз сосудов мозга, фибрилляцию предсердий, гиперлипидемию и др. [18].

Работы, в которых бы сравнивалось количество дооперационных ишемических очагов, связанных с проявлениями хронического цереброваскулярного заболевания, и послеоперационных, малочисленны. Так, было показано, что существование дооперационных ишемических очагов, занимающих более 0,1% объема головного мозга, приводит к увеличению риска послеоперационного поражения центральной нервной системы [19].

Однако выявление новых ишемических повреждений сопряжено с противоречиями в результатах клинично-неврологического и нейропсихологического тестирования. С одной стороны, в большинстве работ показана прямая связь между количеством ишемических очагов и выра-

женностью ПОКД [20]. С другой стороны, в некоторых случаях очаги оказываются клинически немыми и не проявляются каким-либо заметным неврологическим синдромом, а значимая связь между зафиксированными повреждениями и когнитивным дефицитом отсутствует [19]. Данные факты демонстрируют, что механизмы, запускающиеся в условиях гипоксии, чаще вызывают острое поражение головного мозга, чем можно было бы предположить, основываясь лишь на данных клинико-неврологического обследования пациентов, а сопутствующее цереброваскулярное заболевание на фоне оперативного вмешательства может усугублять повреждение головного мозга.

Компьютерная томография проводится пациентам с когнитивными нарушениями реже, чем МРТ, и чаще представлена перфузионными методами. Так, показано, что у пациентов с неврологическими осложнениями после кардиохирургических вмешательств метод компьютерной томографии перфузии часто выявляет снижение таких показателей, как объемная скорость кровотока в затылочной области, время до достижения пиковой концентрации контрастного вещества в височных, затылочных областях и базальных ганглиях [21].

У пациентов без нарушений перфузии выявляют выраженное снижение результатов теста МоСА после кардиохирургического вмешательства по сравнению с дооперационным уровнем, что указывает на значимость интраоперационного стресса в реализации церебральных осложнений. В группе же пациентов с нарушением перфузии показано значительное послеоперационное снижение показателей теста МоСА, особенно тех, которые характеризуют зрительно-пространственную ориентацию, способность различения и память [22].

Методика однофотонной эмиссионной компьютерной томографии головного мозга показала, что у пациентов после аортокоронарного шунтирования в условиях искусственного кровообращения регистрируется снижение мозгового кровотока в теменной и лобной долях правого полушария, сохраняющееся при повторном обследовании через 6 мес и коррелирующее со снижением нейрокогнитивных показателей. Отмечается, что зрительная и слухоречевая память, продуктивность запоминания и психо моторная скорость оказываются наиболее чувствительными к неблагоприятному влиянию операции [23].

В работе D.Pacini и соавт. в 2010 г. [24] были исследованы характеристики церебрального метаболизма у пациентов после аортокоронарного шунтирования с помощью МР спектроскопии и ПЭТ. МРТ головного мозга показала формирование свежих очагов ишемии и снижение коэффициента диффузии ADC, что отражало присутствие вазогенного отека, возникшего, вероятнее всего, из-за расширения внеклеточных пространств или усиления проницаемости гематоэнцефалического барьера. Была отмечена связь между длительностью искусственного кровообращения и снижением коэффициента диффузии. Позитронно-эмиссионная томография головного мозга выявляла разную степень снижения метаболизма, у нескольких пациентов оно становилось более выраженным при повторном обследовании через 1 нед. Через 6 мес показатели снижения уровня метаболизма имели тенденцию к нормализации. Авторы дополняют, что более полную информацию можно было бы получить, имея возможность провести дооперационное обследование. Их результаты в целом согласуются с выводами о том, что метод магнитно-резонансной спектроскопии выявляет значительное снижение уровня метаболизма N-ацетиласпартат-креатина, что имеет сильную связь с показателями нейропсихологического тестирования [25].

Существуют, однако, ограничения применения упомянутых методик: высокая стоимость исследования, большой разброс абсолютных значений параметров, включая

нормальные, а также отсутствие стандартизованных методик обработки параметров [26].

В качестве передовой технологии нейровизуализации, позволяющей своевременно обнаружить морфологические и метаболические изменения головного мозга, исследователи называют функциональную МРТ (фМРТ) [27]. Данная методика основана на принципе BOLD-контрастности (blood oxygenation level dependent contrast – контрастность, зависящая от степени насыщения крови кислородом): снижение или повышение активности нейронов в определенной зоне головного мозга сопровождается изменением потребности в кислороде, что находит отражение в колебании интенсивности сигнала. Методики проведения фМРТ включают в себя стандартную фМРТ (регистрация показателей, полученных при выполнении пациентом заданий – двигательных, зрительных, когнитивных, речевых) и фМРТ в покое (resting state fMRI, RS-fMRI) – без предъявления пациенту парадигм оцениваются функциональные взаимосвязи, анализируются сети покоя – паттерны нейрональной активности с индивидуальными пространственно-частотными характеристиками [28]. Работы, посвященные использованию фМРТ для диагностики ПОКД после кардиохирургических вмешательств, представлены единичными публикациями, отражают связь характеристик микроэмболов и снижения гемодинамических показателей [29]. Без сомнения, исключительный интерес вызывает изучение возможностей фМРТ в индивидуальном подборе и оценке эффективности нейропротекторной терапии у пациентов с когнитивными нарушениями после эпизодов гипоксии [30].

## Заключение

Анализ литературных источников, посвященных диагностике ПОКД у пациентов после кардиохирургических вмешательств, свидетельствует о том, что в настоящее время отсутствует стандартизованный подход в выборе шкал и тестов для нейропсихологического тестирования, что в большинстве случаев делает трудной задачу сопоставить выводы разных исследователей. Тем не менее можно выделить несколько принципов, важных для корректного выполнения подобных работ:

- 1) проведение дооперационного тестирования с целью определить базовый уровень когнитивных функций;
- 2) использование комплекса из нескольких тестов, которые могли бы охарактеризовать состояние когнитивных функций в различных доменах;
- 3) необходимость контрольной группы пациентов;
- 4) сопоставление полученных результатов с данными нейрофизиологического и нейровизуализационного методов исследования.

Противоречивые результаты исследований диагностических возможностей ЭЭГ и вызванных когнитивных потенциалов, а также отсутствие специфических ЭЭГ- и ВП-маркеров у пациентов с ПОКД указывают на необходимость дополнительных исследований в этой области. Большое внимание в настоящее время уделяется разнообразным нейровизуализационным методам диагностики. Ценность представляют получаемые данные о морфологических изменениях головного мозга, параметрах церебрального кровотока, метаболизме ткани мозга, функциональной активности отдельных областей. Накопление опыта в осуществлении клинико-нейровизуализационных сопоставлений будет способствовать определению ранних диагностических маркеров ПОКД, что позволит сформулировать комплексные рекомендации по профилактике церебральных осложнений и широко применять их в практической деятельности.

## Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов. Исследование не имело спонсорской поддержки.

## Литература/References

1. Цыган Н.В., Одинак М.М., Хубулава Г.Г. и др. Послеоперационная мозговая дисфункция. Журн. неврологии и психиатрии им. С.С.Корсакова. 2017; 117 (4): 34–9. / Cygan N.V., Odinak M.M., Hubulava G.G. i dr. Posleoperacionnaya mozgovaya disfunkciya. Zhurn. neurologii i psichiatrii im. S.S.Korsakova. 2017; 117 (4): 34–9. [in Russian]
2. Горюлева М.В., Ганенко О.С., Ковальцова Р.С. и др. Качество жизни и психо-когнитивный статус больных, перенесших аортокоронарное шунтирование. Рос. кардиологич. журн. 2014; 113 (9): 68–71. / Goruleva M.V., Ganenko O.S., Kovalcova R.S. i dr. Kachestvo zhizni i psiho-kognitivnyj status bolnyh, perenessih aortokoronarnoe shuntirovanie. Ros. kardiologich. zhurn. 2014; 113 (9): 68–71. [in Russian]
3. Помешкина С.А., Боровик И.В., Крупяно Е.В. и др. Приверженность к медикаментозной терапии больных ишемической болезнью сердца, подвергшихся коронарному шунтированию. Сиб. мед. журн. 2013; 28 (4): 71–6. / Pomeshkina S.A., Borovik I.V., Krupyano E.V. i dr. Priverzhenost k medikamentoznoj terapii bolnyh ishemicheskoy boleznyu serdca, podvergshihysya koronaromu shuntirovaniyu. Sib. med. zhurn. 2013; 28 (4): 71–6. [in Russian]
4. Тарасова И.В., Трубникова О.А., Кухарева И.Н. и др. Методические подходы к диагностике послеоперационной когнитивной дисфункции в кардиохирургической клинике. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2015; 4: 73–8. / Tarasova I.V., Trubnikova O.A., Kuhareva I.N. i dr. Metodicheskie podhody k diagnostike posleoperacionnoj kognitivnoj disfunkcii v kardiokhirurgicheskoy klinike. Kompleksnyye problemy serdechno-sosudistyh zabolevanij. 2015; 4: 73–8. [in Russian]
5. Tsai TL, Sands LP, Leung JM. An update on postoperative cognitive dysfunction. Adv Anesth 2010; 28: 269–84.
6. Sheth KN, Nourollahzadeh E. Neurologic complications of cardiac and vascular surgery. Handb Clin Neurol 2017; 141: 573–92.
7. Murkin JM, Newman SP, Stump DA et al. Statement of consensus on assessment of neurobehavioral outcomes after cardiac surgery. Ann Thorac Surg 1995; 59 (5): 1289–92.
8. Бокерия Л.А., Голухова Е.З., Полунина А.Г. и др. Когнитивные функции после операций с искусственным кровообращением в раннем и отдаленном послеоперационном периоде. Креативная кардиология. 2011; 1: 71–88. / Bokeriya L.A., Goluhova E.Z., Polunina A.G. i dr. Kognitivnye funkciony posle operacij s iskusstvennym krovoobrascheniem v ranem i otdalennom posleoperacionnom periode. Kreativnaya kardiologiya. 2011; 1: 71–88 [in Russian]
9. Newman S, Stygall J, Hirani S et al. Postoperative cognitive dysfunction after noncardiac surgery: a systematic review. Anesthesiology 2007; 106 (3): 572–90.
10. Медведева Л.А., Загорюлько О.И., Белов Ю.В. и др. Нейрокогнитивное и нейропсихологическое тестирование в кардиохирургии. Хирургия. Журн. им. Н.И.Пирогова. 2013; 2: 80–90. / Medvedeva L.A., Zagorulko O.I., Belov Yu.V. i dr. Neirokognitivnoe i neiropsihologicheskoe testirovanie v kardiokhirurgii. Hirurgiya. Zhurn. im. N.I.Pirogova. 2013; 2: 80–90. [in Russian]
11. Тарасова И.В., Трубникова О.А., Барбараш О.Л. и др. Изменения электрической активности мозга, ассоциированные со стойкой послеоперационной когнитивной дисфункцией у пациентов, перенесших коронарное шунтирование. Сиб. науч. мед. журн. 2017; 37 (3): 32–8. / Tarasova I.V., Trubnikova O.A., Barbarash O.L. i dr. Izmene-niya elektricheskoy aktivnosti mozga, associirovannye so stojkoj posleoperacionnoj kognitivnoj disfunkciej u pacientov, perenessih koronarное shuntirovanie. Sib. nauch. med. zhurn. 2017; 37 (3): 32–8. [in Russian]
12. Зуева И.Б., Ванаева К.И., Санец Е.Л. Когнитивный вызванный потенциал R300: роль в оценке когнитивных функций у больных с артериальной гипертензией и ожирением. Бюл. СО РАМН. 2012; 32 (5): 55–62. / Zueva I.B., Vanaeva K.I., Sanec E.L. Kognitivnyj vyzvannyj potencial R300: rol v ocenke kognitivnyh funkcion u bolnyh s arterialnoj gipertenziej i ozhireniem. Byul. SO RAMN. 2012; 32 (5): 55–62. [in Russian]
13. Гордеев С.А. Применение метода эндогенных связанных с событиями потенциалов мозга R300 для исследования когнитивных функций в норме и клинической практике. Физиология человека. 2007; 2: 121–33. / Gordeev S.A. Primenenie metoda endogennyh svyazannyh s sobyitijami potencialov mozga R300 dlya issledovaniya kognitivnyh funkcion v norme i klinicheskoy praktike. Fiziologiya cheloveka. 2007; 2: 121–33. [in Russian]
14. Алешина Е.Д., Коберская Н.Н., Дамулин И.В. Когнитивный вызванный потенциал R300: методика, опыт применения, клиническое значение. Журн. неврологии и психиатрии им. С.С.Корсакова. 2009; 109 (8): 77–84. / Aleshina E.D., Koberskaya N.N., Damulin I.V. Kognitivnyj vyzvannyj potencial R300: metodika, opyt primeneniya, klinicheskoe znachenie. Zhurn. neurologii i psichiatrii im. S.S.Korsakova. 2009; 109 (8): 77–84. [in Russian]
15. Постнов В.Г. Гипоксическая энцефалопатия после протезирования клапанов сердца: этиопатогенез, диагностические критерии, лечение. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2013; 3: 62–6. / Postnov V.G. Gipoksicheskaya encefalopatiya posle protezirovaniya klapanov serdca: etiopatogenez, diagnosticheskie kriterii, lechenie. Patologiya krovoobrascheniya i kardiokhirurgiya. 2013; 3: 62–6. [in Russian]
16. Левин Е.А., Постнов В.Г., Васяткина А.Г. и др. Послеоперационные когнитивные дисфункции в кардиохирургии: патогенез, морфофункциональные корреляты, диагностика. Сиб. науч. мед. журн. 2013; 33 (4): 90–106. / Levin E.A., Postnov V.G., Vasyatkina A.G. i dr. Posleoperacionnye kognitivnye disfunkcii v kardiokhirurgii: patogenez, morfofunkcionalnye korrelyaty, diagnostika. Sib. nauch. med. zhurn. 2013; 33 (4): 90–106. [in Russian]
17. Ebinger M, Galinovic I, Rozanski M et al. Fluid-attenuated inversion recovery evolution within 12 hours from stroke onset: A reliable tissue clock? Stroke 2010; 41 (2): 250–5.
18. Messé SR, Acker MA, Kasner SE et al. Stroke after aortic valve surgery: results from a prospective cohort. Circulation 2014; 129 (22): 2253–61.
19. Patel N, Horsfield MA, Banahan C et al. Impact of perioperative infarcts after cardiac surgery. Stroke 2015; 46 (3): 680–6.
20. Ito A, Goto T, Maekawa K et al. Postoperative neurological complications and risk factors for pre-existing silent brain infarction in elderly patients undergoing coronary artery bypass grafting. J Anesth 2012; 26 (3): 405–11.
21. Xu B, Qiao Q, Chen M et al. Relationship between neurological complications, cerebrovascular and cerebral perfusion following off-pump coronary artery bypass grafting. Neurol Res 2015; 37 (5): 421–6.
22. Song Z, Fu P, Chen M et al. Association of CT perfusion and postoperative cognitive dysfunction after off-pump coronary artery bypass grafting. Neurol Res 2016; 38 (6): 533–7.
23. Ефимова Н.Ю., Чернов В.И., Ефимова И.Ю. и др. Изменение мозгового кровотока и когнитивной функции у больных, перенесших операцию аортокоронарного шунтирования в условиях искусственного кровообращения. Кардиология. 2015; 55 (6): 40–6. / Efimova N.Yu., Chernov V.I., Efimova I.Yu. i dr. Izmene-nie mozgovogo krovotoka i kognitivnoj funkcion u bolnyh, perenessih operaciyu aortokoronarnogo shuntirovaniya v usloviyah iskusstvennogo krovoobrascheniya. Kardiologiya. 2015; 55 (6): 40–6. [in Russian]
24. Pacini D, Di Marco L, Leone A et al. Cerebral functions and metabolism after antegrade selective cerebral perfusion in aortic arch surgery. Eur J Cardiothorac Surg 2010; 36 (7): 1322–31.
25. Bendszus M, Reents W, Franke D et al. Brain damage after coronary artery bypass grafting. Arch Neurol 2002; 59 (7): 1090–5.
26. Семенов С.Е., Портнов Ю.М., Хромов А.А. и др. Исследование перфузии при нарушениях церебрального кровообращения. Часть II (частная КТ- и МР-семиотика, паттерны патологических изменений). Обзор. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2017; 1: 102–17. / Semenov S.E., Portnov Yu.M., Hromov A.A. i dr. Issledovanie perfuzii pri narusheniyah cerebralnogo krovoobrascheniya. Chast II (chastnaya KT- i MR-semiotika, patterny patologicheskikh izmenenij). Obzor. Kompleksnyye problemy serdechno-sosudistyh zabolevanij. 2017; 1: 102–17. [in Russian]
27. Пирадов М.А., Танащян М.М., Кротенкова М.В. и др. Передовые технологии нейровизуализации. Анналы клинической и экспериментальной неврологии. 2015; 4: 11–8. / Piradov M.A., Tanashyan M.M., Krotenkova M.V. i dr. Peredovye tehnologii neirovizualizacii. Annaly klinicheskoy i eksperimentalnoj neurologii. 2015; 4: 11–8. [in Russian]
28. Селиверстов Ю.А., Селиверстова Е.В., Коновалов Р.Н. и др. Функциональная магнитно-резонансная томография покоя: возможности и будущее метода. Бюл. Национального общества по изучению болезни Паркинсона и расстройств движений. 2014; 1: 16–9. / Seliverstov Yu.A., Seliverstova E.V., Kononov R.N. i dr. Funkcionalnaya magnitno-rezonansnaya tomografiya pokoya: vozmozhnosti i budushee metoda. Byul. Nacionalnogo obshchestva po izucheniyu bolezni Parkinsona i rasstrojstv dvizhenij. 2014; 1: 16–9. [in Russian]
29. Abu-Omar Y, Cifelli A, Matthews PM et al. The role of microembolisation in cerebral injury as defined by functional magnetic resonance imaging. Eur J Cardiothorac Surg 2004; 26 (3): 581–91.
30. Танащян М.М., Бархатова Д.Ю., Глотова Н.А. и др. Эффективность нейропротекции у больных с хроническими цереброваскулярными заболеваниями. Вестн. рос. военно-медицинской академии. 2011; 3: 181–7. / Tanashyan M.M., Barhatova D.Yu., Glotova N.A. i dr. Effektivnost neiroprotekcii u bolnyh s hronicheskimi cerebrivaskulyarnymi zabolevaniyami. Vestn. ros. voenno-meditsinskoj akademii. 2011; 3: 181–7. [in Russian]

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Алексеева Татьяна Михайловна – д-р мед. наук, зав. каф. неврологии и психиатрии института медицинского образования, зав. НИЛ неврологии НИО неврологии и нейрореабилитации ФГБУ «НМИЦ им. В.А.Алмазова». E-mail: atmspb@mail.ru

Портик Ольга Александровна – аспирант каф. неврологии и психиатрии института медицинского образования ФГБУ «НМИЦ им. В.А.Алмазова». E-mail: olgaporitik@gmail.com