



УДК 617-089

DOI 10.17802/2306-1278-2022-11-2-6-16

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА ПАЦИЕНТОВ, ПЕРЕНЕСШИХ ТРАНСКАТЕТЕРНУЮ ИМПЛАНТАЦИЮ АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА

И.В. Тарасова, Р.С. Тарасов, О.А. Трубникова, В.И. Ганюков

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Сосновый бульвар, 6, Кемерово, Российская Федерация, 650002

Основные положения

- Предложенный комплексный методический подход позволяет выявить признаки мозгового повреждения с помощью электроэнцефалограммы в сочетании с расширенным нейропсихологическим тестированием.
- Разработанный метод оценки нейрофизиологического статуса может быть использован с целью оптимизации кардиохирургических вмешательств и персонализации реабилитации пациентов.

Резюме

Представлен методический подход к оценке нейрофизиологического статуса больных, перенесших транскатетерную имплантацию аортального клапана, включающий когнитивный скрининг, расширенное нейропсихологическое тестирование с определением послеоперационной когнитивной дисфункции и электроэнцефалографическое исследование, используемые в повседневной практике НИИ КПССЗ (Кемерово). Описание методического подхода проиллюстрировано клиническим случаем. Продемонстрированы высокая информативность и удовлетворительная индивидуальная переносимость нейрофизиологического исследования. Послеоперационная динамика когнитивных и электроэнцефалографических показателей у пациентки старческого возраста позволила выявить признаки послеоперационной когнитивной и корковой дисфункций.

Ключевые слова

Нейрофизиологический статус • Транскатетерная имплантация аортального клапана • Ишемия мозга • Послеоперационная когнитивная дисфункция • Электроэнцефалография

Поступила в редакцию: 24.02.2022; поступила после доработки: 03.03.2022; принята к печати: 15.04.2022

THE METHODOLOGICAL APPROACH TO THE ASSESSMENT OF THE NEUROPHYSIOLOGICAL STATUS IN PATIENTS WITH TRANSCATHETER AORTIC VALVE IMPLANTATION

I.V. Tarasova, R.S. Tarasov, O.A. Trubnikova, V.I. Ganyukov

Federal State Budgetary Institution "Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases", 6, Sosnoviy blvd, Kemerovo, Russian Federation, 650002

Highlights

- The proposed complex methodological approach makes it possible to identify the brain damage signs using EEG in combination with the extended neuropsychological testing.
- The developed methodological approach for assessing the neurophysiological status can be used to optimize cardiac surgery results and personalized rehabilitation of patients.

Abstract

The article describes the methodological approach to the assessment of the neurophysiological status of patients undergoing transcatheter aortic valve implantation, including cognitive screening, extended neuropsychological testing with the identification of postoperative cognitive dysfunction and electroencephalographic study used in daily practice at the Federal State Budgetary

Для корреспонденции: Ирина Валерьевна Тарасова, taraiv@kemcardio.ru; адрес: Сосновый бульвар, 6, Кемерово, Россия, 650002

Corresponding author: Irina V. Tarasova, taraiv@kemcardio.ru; address: 6, Sosnoviy blvd., Kemerovo, Russian Federation, 650002

Institution “Research Institute of Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo. The approach was illustrated by a clinical case. The neurophysiological method demonstrated an informational value and satisfactory individual tolerance. The patient, an elderly female, had postoperative cognitive dysfunction and cortical dysfunction as revealed by postoperative dynamics of cognitive and electroencephalographic parameters.

Keywords

Neurophysiological status • Transcatheter aortic valve implantation • Brain ischemia • Postoperative cognitive dysfunction • Electroencephalography

Received: 24.02.2022; received in revised form: 03.03.2022; accepted: 15.04.2022

Список сокращений

ОБА – общая бедренная артерия

ПОКД – послеоперационная когнитивная дисфункция

ТИАК – транскатетерная имплантация аортального клапана

ЭЭГ – электроэнцефалограмма

MoCA – Монреальская шкала оценки когнитивного статуса

Введение

Увеличение продолжительности жизни, изменение образа жизни и, как следствие, повышение доли лиц пожилого и старческого возраста в популяции, приводят к новым социальным и медицинским проблемам, в том числе увеличению риска нейрокогнитивных расстройств после кардиохирургических операций [1–3]. Согласно консенсусу группы экспертов по профилактике и лечению послеоперационной когнитивной дисфункции (ПОКД), врачи всех специальностей должны учитывать и своевременно диагностировать периоперационные нейрокогнитивные расстройства [2, 3]. Наиболее высокая частота периоперационных нейрокогнитивных расстройств характерна для коронарного шунтирования, хирургической коррекции аорты и клапанных пороков [1, 4, 5]. ПОКД – гетерогенное многофакторное заболевание, характеризующееся нарушениями процессов обработки и хранения информации от окружающего мира [6–8]. Поскольку патогенез ПОКД находится в стадии изучения, профилактика этого осложнения может быть начата только в периоперационном периоде с учетом связанных факторов риска. Возраст, предоперационное состояние когнитивных функций, депрессия, искусственное кровообращение, анестезия – ведущие факторы риска [3, 7, 8]. Факторы риска, связанные с пациентом (возраст, предшествующая когнитивная дисфункция, депрессия), зачастую не подлежат изменению, тогда как риски, связанные с процедурой (время искусственного кровообращения, терморегуляция, продолжительность операции, доза анестетика, контроль артериального давления и гликемии), могут быть потенциально снижены. Ранняя профилактика может сохранить базовый уровень когнитивных функций более длительный период [9]. Однако если профилактика

ПОКД выполнена на стадии клинических проявлений, отсрочить снижение когнитивных функций возможно, но нанесенный ущерб необратим. Проявления послеоперационного когнитивного дефицита затрудняют восстановительный процесс, снижают эффективность реабилитационных мероприятий, а зачастую и способность к возврату трудовой деятельности, что увеличивает финансовую нагрузку на систему государственного здравоохранения [10, 11].

Транскатетерная имплантация аортального клапана (ТИАК) – быстроразвивающаяся малоинвазивная процедура, не требующая стернотомии, подключения искусственного кровообращения, зачастую выполняемая в рамках минималистического подхода, включающего пункционный доступ через общую бедренную артерию (ОБА) с ее последующим эндоваскулярным ушиванием, местную анестезию с сохранением спонтанного дыхания пациента [12]. На сегодняшний день малоинвазивное вмешательство демонстрирует преимущества у пациентов с высоким сердечно-сосудистым риском и превосходит хирургическую коррекцию аортального клапана по клиническим результатам [12, 13]. При этом ТИАК, как и другие инвазивные вмешательства, может сопровождаться тяжелыми неврологическими осложнениями, такими как инсульт, бессимптомные инфаркты головного мозга, выявляемые с помощью магнитно-резонансной томографии, послеоперационный делирий и когнитивная дисфункция [14–18]. Считается, что инсульты и бессимптомные инфаркты головного мозга могут быть вызваны твердыми эмболами, высвобождаемыми во время ТИАК [13]. При этом риск инсульта при ТИАК, по данным разных исследований, значительно варьирует [14, 18].

Безопасность проводимого вмешательства для состояния мозговых функций можно оценить с помощью

анализа изменений показателей когнитивного статуса и электрической активности коры головного мозга [19, 20]. Предполагается, что структура поражения когнитивных доменов, а также локализация и степень выраженности изменений электрической активности головного мозга у пациентов с ТИАК позволят определить наиболее уязвимые к повреждению регионы коры мозга и способствующие этому факторы.

Таким образом, изучение периперационного мозгового повреждения, ассоциированного с ТИАК, представляется перспективным как для разработки новых подходов в профилактике когнитивных нарушений, так и расширения представлений о механизмах функционирования головного мозга в норме и при патологии.

Материалы и методы

В рамках поискового научного исследования 2020_419_36, утвержденного локальным этическим комитетом НИИ КПССЗ (Кемерово), разработана и применена для изучения периперационного мозгового повреждения у пациентов, перенесших ТИАК, комплексная методика оценки нейрофизиологического статуса. Подход включает когнитивный скрининг с использованием Монреальской шкалы оценки когнитивного статуса (MoCA), расширенное нейропсихологическое тестирование с помощью программного психофизиологического комплекса Status PF, а также регистрацию электрической активности коры головного мозга. Все исследования, за исключением когнитивного скрининга, который проводят только до вмешательства, выполняют за 1–2 дня до и на 5–7-е сут после ТИАК.

Расширенное нейропсихологическое тестирование

Первый этап оценки состояния нейрофизиологического статуса пациентов – стандартизованный неврологический осмотр, включающий скрининг когнитивного статуса с использованием MoCA. На основании полученных данных определяют возможность участия больных в расширенном нейропсихологическом тестировании. Опыт работы с кардиохирургическими пациентами показывает, что при наличии суммарного балла по шкале MoCA ≤ 18 (тяжелые когнитивные нарушения), результаты расширенного нейропсихологического тестирования не отражают реальный когнитивный статус вследствие неадекватного восприятия пациентом инструкции к выполняемым заданиям.

Используемый в НИИ КПССЗ психофизиологический программно-аппаратный комплекс Status PF разработан группой исследователей Кемеровского государственного университета [21]. Данный комплекс позволяет оценить психомоторные и исполнительные функции, внимание и кратковременную

память [19]. Подробное описание нейропсихологических тестов представлено в табл. 1.

Определение послеоперационной когнитивной дисфункции

Для выявления ПОКД в раннем послеоперационном периоде ТИАК изменения когнитивных показателей оценивают индивидуально для каждого пациента. Процент изменения показателей рассчитывают по формуле: $((\text{исходное значение} - \text{послеоперационное значение}) / \text{исходное значение}) \times 100\%$. Снижение послеоперационных показателей на 20% по сравнению с дооперационными значениями в 20% набора тестов свидетельствует о ПОКД [20].

Электроэнцефалографическое исследование

Результаты нейропсихологического тестирования – одни из ключевых в диагностике когнитивных нарушений, однако позволяют только констатировать факт нарушений определенной когнитивной функции. Данные визуализации мозговой активности, в частности цифровой электроэнцефалограммы (ЭЭГ), дополняют нейропсихологическое тестирование и могут предоставлять информацию не только о нарушении электрической активности нейронов, но и потенциальной обратимости их повреждения. Обнаружено, что нарушения деятельности нейронных осцилляторных систем служат наиболее ранним проявлением последующего ухудшения интеллектуальных функций. При этом информативными могут быть показатели электрической активности мозга в состоянии покоя.

Все ЭЭГ-исследования проводят пациентам в первой половине дня, в свето- и шумоизолированном помещении. Обследуемые находятся в состоянии спокойного бодрствования при закрытых глазах сидя в специализированном комфортабельном кресле.

Монопольную ЭЭГ высокого разрешения (62 канала, полоса пропускания 0,1–50,0 Гц) регистрируют многоканальным усилителем Neuvo (Compumedics, США) при использовании модифицированной 64-канальной шапочки со встроенными Ag/AgCl-электродами (QuikCap; Neurosoft, США). Референтный электрод располагают на кончике носа, заземляющий – в центре лба. Электродное сопротивление поддерживают на уровне $< 20 \text{ k}\Omega$. Для контроля глазодвигательных артефактов также проводят фиксацию вертикальной и горизонтальной электроокулограммы. Регистрацию и постобработку производят с помощью программы Scan 4.5 (Compumedics, США) с визуальной инспекцией артефактов. Методом быстрого преобразования Фурье безартефактные фрагменты ЭЭГ длиной 2 с подвергали усреднению в диапазонах ритмов тета1 (4–6 Гц), тета2 (6–8 Гц), альфа1 (8–10 Гц), альфа2 (10–13 Гц), бета1 (13–20 Гц), бета2 (20–30 Гц) с расчетом средней спектральной мощности.

Таблица 1. Батарея тестов для расширенной оценки когнитивного статуса пациентов с транскатетерной имплантацией аортального клапана**Table 1.** Test battery for extended assessment of the cognitive status of patients with transcatheter aortic valve implantation

Тестовая методика и когнитивные показатели / Test and cognitive indicators	Описание тестовой процедуры / Detailed description of test	Референсные значения / Reference values
Монреальская шкала когнитивной оценки, баллы / Montreal Cognitive Assessment (MoCA), scores	Опросник из 30 пунктов используют для оценки кратковременной памяти, зрительно-пространственных способностей, исполнительных функций, речевых возможностей, внимания и ряда других когнитивных функций / A 30-item questionnaire that used to assess short-term memory, visuospatial abilities, executive function, speech function, attention, and a range of other cognitive functions	$\leq 27-30$ баллов – отсутствие когнитивных нарушений / ≤ 27 to 30 points – no cognitive impairment; $\leq 24-26$ баллов – умеренные когнитивные нарушения / ≤ 24 to 26 points – mild cognitive impairment; ≤ 24 – тяжелые когнитивные нарушения / ≤ 24 – severe cognitive impairment
Сложная зрительно-моторная реакция / Complex visual-motor reaction: время реакции, мс / reaction time, ms ошибки, n / errors, n	Латентные периоды реакции правой и левой руки на стимулы (прямоугольники разного цвета) при выборе испытуемым одного из трех предъявленных сигналов (количество сигналов в тесте – 30) / Latent periods of reaction of the right and left hand to the stimuli (rectangles of different colors) when the subject chooses one of the three given signals (the number of signals in the test – 30)	$250,0 \pm 15,00$ 0
Уровень функциональной подвижности нервных процессов / Level of functional mobility of nervous processes: время реакции, мс / reaction time, ms ошибки, n / errors, n пропущенные сигналы, n / missed signals, n	Предыдущий тест проводят в режиме с обратной связью экспозиции стимулов согласно скорости ответов. Длительность предъявления тестового сигнала (см. выше) меняется автоматически; экспозиция следующего сигнала укорачивается на 20 мс при каждом правильном ответе и продлевается на 20 мс при неправильном ответе (количество сигналов в тесте – 120) / The previous test is performed in the feedback mode of the stimulus exposure according to the response speed. The duration of the presentation of the test signal (cf. above) changes automatically; the exposure of the next signal is reduced by 20 ms at each correct answer and extended by 20 ms at the wrong answer (the number of signals in the test – 120)	$280,0 \pm 10,3$ $21,0 \pm 2,0$ $83,0 \pm 1,6$
Корректирующая проба Бурдона / The Bourdon-Wiersma test: количество обработанных знаков на 1-й минуте теста, n / processed symbols per 1th min, n количество обработанных знаков на 4-й минуте теста, n / processed symbols per 4th min, n	На экране компьютера представляется буквенная версия теста Бурдона для выделения с помощью клавиатуры определенных букв; время выполнения – 4 минуты / A literal version of the Bourdon-Wiersma test is presented on the computer screen to highlight certain letters with the help of the keyboard; the time of the test performance is 4 minutes	$140,0 \pm 20,0$ $120,0 \pm 20,0$
Объем внимания, баллы / Attention capacity, scores	На экране компьютера представлено поле с ячейками 4×4 , в которых кратковременно появляются крестики; необходимо запомнить и показать расположение крестиков после их исчезновения / A field with cells 4×4 is presented on the screen of the computer, with crosses briefly appear, it is necessary to remember and show the location of crosses after their disappearance	$6,0 \pm 1,0$
Тест запоминания 10 фигур, n / 10 figures memorizing test, n	Необходимо запомнить как можно больше из 10 фигур, одновременно представленных на экране компьютера и спустя 30 секунд выбрать их из большого числа различных фигур / It is necessary to remember as many as possible out of 10 figures simultaneously presented on the computer screen and after 30 seconds choose them from a large number of different figures	$8,0 \pm 1,0$
Тест запоминания 10 слов, n / 10 words memorizing test, n	Необходимо запомнить как можно больше из 10 слов, последовательно представленных на экране компьютера друг за другом / It is necessary to remember as many as possible out of 10 words simultaneously presented on the computer screen	$6,0 \pm 1,0$
Тест запоминания 10 чисел, n / 10 numbers memorizing test, n	Необходимо запомнить как можно больше из 10 чисел, последовательно представленных на экране компьютера друг за другом / It is necessary to remember as many as possible out of 10 numbers simultaneously presented on the computer screen	$5,0 \pm 1,0$

Примечание: референсные значения приведены согласно данным выборки практически здоровых лиц.
Note: reference values are given according to a sample of practically healthy individuals.

Для ЭЭГ-показателей также рассчитывали процент индивидуальных изменений после вмешательства по формуле: $((\text{исходное значение} - \text{послеоперационное значение}) / \text{исходное значение}) \times 100\%$. Отрицательные значения этого показателя свидетельствовали о его увеличении по сравнению с исходным уровнем, положительные – об уменьшении.

Клинический случай

Пациентка Б., 82 лет, поступила в НИИ КПССЗ для выполнения ТИАК. Клинический диагноз: тяжелый кальцинированный стеноз аортального клапана. Гипертрофия левого желудочка. Гемодинамическая стенокардия III–IV функционального класса. Ишемическая болезнь сердца. Маммарокоронарное шунтирование передней нисходящей артерии, аортокоронарное шунтирование правой коронарной артерии в 2009 г. Синкопальное состояние (10.2021). Хроническая сердечная недостаточность IIА стадии, III функционального класса. Атеросклероз брахиоцефальных артерий. Стеноз внутренней сонной артерии справа 30%, слева 55%. Артериальная гипертензия III степени, риск 4. Нарушение гликемии натощак.

Из анамнеза известно, что пациентка длительные годы страдала артериальной гипертензией с повышением систолического артериального давления до 180 мм рт. ст. Стенокардия напряжения с 2008 г., по результатам выполненной в 2009 г. коронарографии диагностировано гемодинамически значимое поражение коронарных артерий с устьевыми стенозами ствола левой и правой коронарных артерий, в связи с чем проведена операция в условиях искусственного кровообращения – коронарное шунтирование передней нисходящей и правой коронарной артерий. На протяжении последующих 10 лет после операции отмечено постепенное прогрессирование коронарной недостаточности, в связи с чем в 2019 г. выполнена коронарошунтография, по результатам которой состояние коронарного русла без существенной отрицательной динамики, шунты на передней нисходящей и правой коронарной артериях функционируют. В 2021 г. выраженность стенокардии напряжения достигла III функционального класса, по результатам транссторакальной эхокардиографии диагностирован кальцинированный гемодинамически значимый аортальный стеноз с максимальной скоростью кровотока на аортальном клапане 554 см/с, площадью

открытия аортального клапана 0,4 см², средним градиентом давления на аортальном клапане 78 мм рт. ст. при сохранной фракции выброса левого желудочка (60%). При повторной коронарошунтографии состояние коронарного русла и шунтов без отрицательной динамики в сравнении с данными 2019 г. (рис. 1).

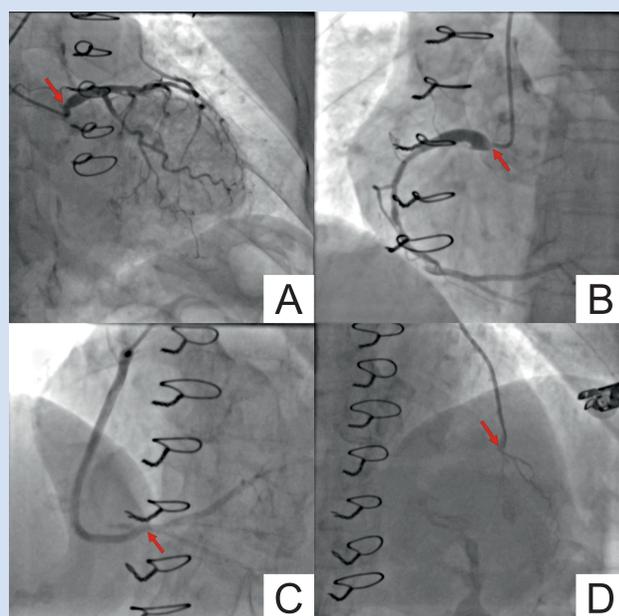


Рисунок 1. Результаты коронарошунтографии: А – ангиограмма левой коронарной артерии (стрелкой обозначен устьевой стеноз ствола левой коронарной артерии); В – ангиограмма правой коронарной артерии (стрелкой обозначен устьевой стеноз правой коронарной артерии); С – ангиограмма венозного шунта к правой коронарной артерии (стрелкой обозначена зона дистального анастомоза); D – ангиограмма левой внутренней грудной артерии к передней нисходящей артерии (стрелкой обозначена зона дистального анастомоза)

Figure 1. Coronarygraphy and shuntography results: A – the left coronary artery angiogram (the arrow denotes the ostium stenosis of the left main coronary artery); B – the angiogram of the right coronary artery (arrow denotes the ostium stenosis of the right coronary artery); C – the angiogram of the saphenous vein graft to the right coronary artery (the arrow denotes the area of distal anastomosis); D – the angiogram of the left internal thoracic artery to the front downward artery (the arrow denotes the area of distal anastomosis)

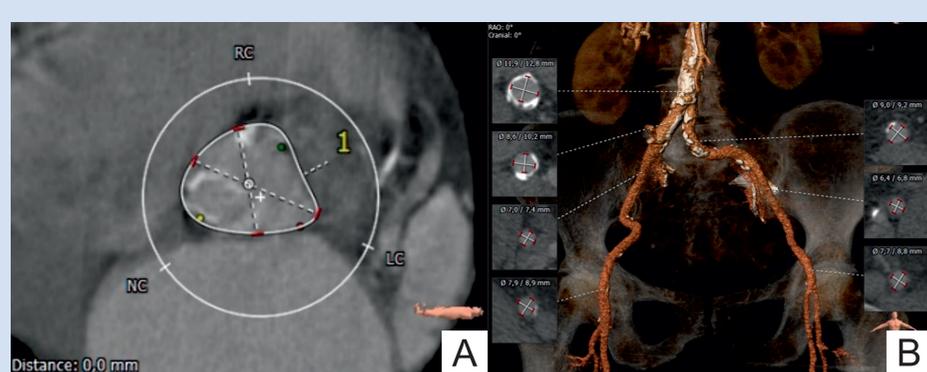


Рисунок 2. Результаты мультиспиральной компьютерной томографии аорты и подвздошно-бедренного артериального сегмента: А – зона аортального клапана (цифрой 1 обозначен периметр фиброзного кольца аортального клапана); В – подвздошно-бедренные сегменты (инфраренальный отдел аорты и подвздошные артерии с признаками выраженного кальциноза)

Figure 2. Results of multislice computed tomography of the aorta and iliac-femoral arterial segment: A – aortic valve area (number 1 indicates the perimeter of the aortic valve annulus); B – iliac-femoral segments (infrarenal aorta and iliac arteries with signs of severe calcification)

С учетом клинического статуса, коморбидного фона и высокого риска «открытой» операции с рестернотомией (хирургический риск по шкале STS Score 5%), кардиокомандой принято решение о выполнении ТИАК доступом через бедренную артерию. Результаты мультиспиральной компьютерной томографии аорты и подвздошно-бедренного артериального сегмента с контрастированием представлены на рис. 2. С учетом проведенных измерений требуется имплантация транскатетерного клапана ACURATE neo (Boston Scientific, США) размера L.

В условиях сохраненного сознания пациентки и спонтанного дыхания с применением местной анестезии (раствор бупивакаина), внутривенной седации (пропофол) и анальгезии (фентанил) выполнена пункция ОБА справа с установкой двух устройств (ProGlide, Abbott, США) для последующего ушивания артериального сосудистого доступа. В правую ОБА установлен интродьюсер с внутренним диаметром 18 F (френч). При помощи специальных катетеров и проводников катетеризирована полость левого желудочка, куда помещен сверхжесткий проводник со сформированным кончиком. Данный проводник использован в качестве электрода временного электрокардиостимулятора для сверхчастой кардиостимуляции (частота стимуляции 180 в минуту) при выполнении вальвулопластики аортального клапана баллонным диаметром 22 мм, а также в качестве инструмента для заведения и позиционирования транскатетерного аортального клапана. После вальвулопластики выполнены заведение, позиционирование и имплантация протеза аортального клапана ACURATE neo (Boston Scientific, США) размера L. При трансторакальной эхокардиографии отмечена парапротезная регургитация второй степени, в связи с чем проведена постдилатация имплантированного клапана баллонным катетером 22 мм. Парапротезная регургитация сохранялась на уровне первой-второй степени, пиковый градиент на протезе 12 мм рт. ст., средний градиент 6 мм рт. ст. Позиция устройства оптимальная, компретация окружающих анатомических структур и коронарного кровотока отсутствовала, гемодинамика стабильная, по данным электрокардиограммы отмечено появление полной блокады левой ножки пучка Гиса. Система доставки клапана и интродьюсер из ОБА удалены, артериальный доступ ушит предварительно установленными устройствами ProGlide (Abbott, США) и одним устройством для закрытия артериального сосудистого доступа Angio-Seal (Terumo, Япония). Адекватность гемостаза подтверждена при ангиографии с контрастированием ОБА. На область пункции ОБА наложена давящая повязка для дополнительного контроля гемостаза. Для дальнейшего мониторингового наблюдения пациентка переведена в отделение реанимации. Основные этапы ТИАК представлены на рис. 3.

На фоне стабильной гемодинамики полная блокада левой ножки пучка Гиса разрешилась в первые сутки после операции, ангинозные боли отсутствовали. При контрольной эхокардиографии фракция выброса левого желудочка 65%, пиковый градиент на протезе аортального клапана 13 мм рт. ст., средний градиент на протезе клапана 7 мм рт. ст. Парапротезная регургитация первой-второй степени. Послеоперационный период осложнился развитием обширной гематомы левого бедра (левая ОБА использована для контроля основного сосудистого доступа через правую ОБА, на время операции в нее установлен интродьюсер 7 F, заведен проводник в артериальный сосудистый сегмент правой нижней конечности, проведена ангиография с контрастированием ОБА справа для контроля эффективности гемостаза) со снижением гемоглобина и гематокрита, потребовавшим гемотрансфузии четырех доз эритроцитарной массы. Тем не менее за период наблюдения состояние пациентки оставалось стабильным, больная отмечала улучшение самочувствия с уменьшением чувства нехватки воздуха. Гематома левого бедра перешла в фазу обратного развития. Спустя 7 дней после ТИАК пациентка переведена на этап реабилитации.

Результаты когнитивного скрининга продемонстрировали исходно высокий балл шкалы MoCA

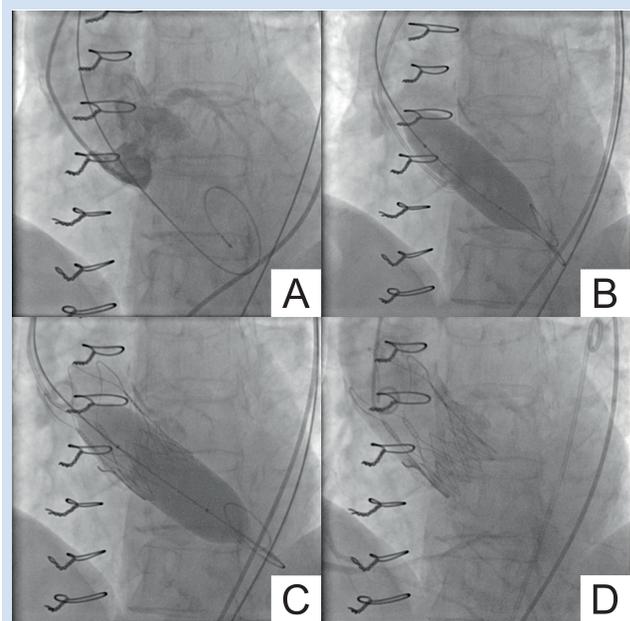


Рисунок 3. Основные этапы транскатетерной имплантации аортального клапана: *A* – ангиограмма корня аорты (в полости левого желудочка расположен сверхжесткий проводник); *B* – вальвулопластика аортального клапана баллонным катетером 22 мм; *C* – постдилатация имплантированного протеза аортального клапана баллонным катетером 22 мм; *D* – финальный результат имплантации протеза аортального клапана

Figure 3. Main stages of the transcatheter aortic valve implantation: *A* – angiogram of the aortic root (a super stiff guidewire is located in the left ventricle); *B* – aortic valve valvuloplasty with a 22 mm balloon catheter; *C* – post-dilatation of an implanted aortic valve prosthesis with a 22 mm balloon catheter; *D* – final result of aortic valve prosthesis implantation

у данной больной. К сожалению, проведение коррекционной пробы Бурдона было затруднено вследствие недостаточной коррекции зрения. Другие тестовые методики затруднения не вызвали.

Как видно в табл. 2, на 7-е сут. после ТИАК у пациентки зарегистрированы увеличение скорости моторной реакции при выборе стимула без обратной связи и незначительные нарушения в уровне подвижности нервных процессов. Объем внимания не изменился после ТИАК. Показатели кратковременной памяти улучшились в двух тестах из трех в среднем на 20–25%. Вместе с тем поскольку у больной выявлено $\leq 20\%$ снижение в двух когнитивных показателях из 10 измеренных, диагноз ПОКД правомерен.

Таким образом, в данном клиническом случае продемонстрировано как ухудшение, так и улучшение

когнитивных показателей, что свидетельствует о рассеянном характере мозгового поражения и обуславливает свойственный для ПОКД мозаичный характер.

Кроме того, по данным электроэнцефалографического исследования (см. табл. 3) установлены признаки корковой дисфункции, процент прироста мощности биопотенциалов тета1-ритма составил почти 180%.

Обсуждение

Первоначально ТИАК выполняли пациентам, не подходящим для «открытой» операции, сейчас, напротив, хирургическая коррекция аортального стеноза служит альтернативой у больных, имеющих противопоказания к транскатетерному вмешательству. Ежегодно объемы выполнения ТИАК в США

Таблица 2. Показатели нейропсихологического тестирования до и после транскатетерной имплантации аортального стеноза
Table 2. Indicators of neuropsychological testing before and after transcatheter aortic valve implantation

Показатель / Indicator	До операции / Before surgery	После операции / After surgery	Процент относительных изменений / Percentage of relative changes
Базовый уровень когнитивных функций по шкале МоСА, баллы / Basic cognitive state measured by MoCA, scores	26	–	–
Сложная зрительно-моторная реакция / Complex visual-motor reaction: время реакции, мс / reaction time, ms ошибки, n / errors, n	764 1	482 1	37 0
Уровень функциональной подвижности нервных процессов / Level of functional mobility of nervous processes: время реакции, мс / reaction time, ms ошибки, n / errors, n пропущенные сигналы, n / missed signals, n	464 19 18	484 24 9	–4,3 –26 50
Объем внимания, баллы / Attention capacity, scores	3	3	0
Тест запоминания 10 фигур, n / 10 figures memorizing test, n	6	7	–16,7
Тест запоминания 10 чисел, n / 10 numbers memorizing test, n	5	4	20
Тест запоминания 10 слов, n / 10 words memorizing test, n	4	5	–25

Примечание: МоСА – Монреальская шкала оценки когнитивного статуса.
Note: MoCA – Montreal Cognitive Assessment.

Таблица 3. Изменения суммарной мощности биопотенциалов ЭЭГ-ритмов в состоянии покоя с закрытыми глазами до и после транскатетерной имплантации аортального клапана
Table 3. Total power changes in the EEG rhythms at rest with closed eyes before and after transcatheter aortic valve implantation

Показатель, мкВ ² /Гц / Indicator, mcV ² /Hz	До операции / Before surgery	После операции / After surgery	Процент относительных изменений / Percentage of relative changes
Тета1-ритм (4–6 Гц) / Theta 1 rhythm (4–6 Hz)	1,048	2,921	–178,7
Тета2-ритм (6–8 Гц) / Theta 2 rhythm (6–8 Hz)	0,967	1,916	–98,1
Альфа1-ритм (8–10 Гц) / Alpha 1 rhythm (8–10 Hz)	3,543	4,577	–29,2
Альфа2-ритм (10–13 Гц) / Alpha 2 rhythm (10–13 Hz)	2,733	3,258	–19,2
Бета1-ритм (13–20 Гц) / Beta 1 rhythm (13–20 Hz)	1,148	1,687	–47,0
Бета2-ритм (20–30 Гц) / Beta 2 rhythm (20–30 Hz)	0,735	1,126	–53,2

и ряде стран Европы увеличиваются на 10–15%, достигая сотен тысяч в год. Расчетный уровень ежегодной потребности в транскатетерном протезировании аортального клапана для стран Европейского союза на основании действующих рекомендаций составляет 115 тыс. в год (226 на 1 млн). Если показания к ТИАК будут расширены с включением больных низкого хирургического риска, группа кандидатов на эндопротезирование возрастет до 177 тыс. в год (348 на 1 млн). На основании представленного алгоритма потребность в этих процедурах для Российской Федерации составляет 18 400 и 24 900 вмешательств в год (по актуальным и расширенным показаниям соответственно). В 2019 г. в России выполнено около 1 200 транскатетерных протезирований аортального клапана, что ниже расчетной потребности примерно в 20 раз [12].

Инсульт – серьезное и, к сожалению, частое осложнение ТИАК. Развитие острого нарушения мозгового кровообращения, как правило, связано с ухудшением качества жизни и снижением выживаемости пациентов в госпитальном и отдаленном периодах наблюдения. Технические, клинические и биологические механизмы, лежащие в основе периперационного инсульта у больных, перенесших ТИАК, не полностью раскрыты и представляются крайне актуальными для изучения. Как уже упоминалось ранее, одним из наиболее вероятных механизмов данного осложнения может быть периперационная эмболизация. Клинические последствия периперационной церебральной эмболизации после ТИАК непредсказуемы и значительно варьируют: тяжелый инсульт с инвалидизацией возможен в 3–7% случаев, малый инсульт – в 15–22%, субклинический инсульт – в 70–90%. Тяжелый инсульт повышает риск смерти после ТИАК в 3–9 раз, а 40% выживших имеют постоянную инвалидность от средней до тяжелой степени, тогда как 80% сталкиваются с социальной изоляцией и финансовыми трудностями [12].

Как показывают недавние работы, бессимптомные инфаркты головного мозга или «немые» инсульты и когнитивная дисфункция после ТИАК могут быть связаны [22, 23]. В исследовании SENTINEL продемонстрирована корреляция между объемом нового поражения и изменениями когнитивных показателей через 30 дней наблюдения [22]. В метаанализе K. Woldendorp и коллег на основании данных 2 408 пациентов в 39 исследованиях установлено, что количество бессимптомных инфарктов головного мозга связано с когнитивной дисфункцией через 10 дней и 6 мес. после ТИАК [23]. Таким образом, даже

малоинвазивные кардиохирургические процедуры, такие как ТИАК, ассоциированы с периперационным мозговым повреждением.

Предложенный в настоящей работе комплексный методический подход к оценке нейрофизиологического статуса позволяет выявить признаки мозгового повреждения с помощью ЭЭГ – недорогого и неинвазивного метода функциональной нейровизуализации, с высоким временным и удовлетворительным пространственным разрешением. В сочетании с расширенным нейропсихологическим тестированием подход обеспечивает высокую надежность получаемых данных и позволяет уточнить специфику мозгового повреждения. Разработанный метод оценки нейрофизиологического статуса может быть использован в периперационном периоде ТИАК с целью оптимизации методики вмешательства и персонификации реабилитации больных.

Заключение

Разработанный методический подход к оценке нейрофизиологического статуса пациентов по данным расширенного психометрического тестирования и ЭЭГ-параметрам в периперационном периоде ТИАК показал высокую информативность и удовлетворительную индивидуальную переносимость. Предложенный метод может быть использован для целевой группы больных для дальнейшего изучения особенностей работы мозга под воздействием периперационных факторов при транскатетерных вмешательствах и улучшения показателей безопасности ТИАК.

Конфликт интересов

И.В. Тарасова заявляет об отсутствии конфликта интересов. О.А. Трубникова заявляет об отсутствии конфликта интересов. Р.С. Тарасов и В.И. Ганюков входят в редакционную коллегию журнала «Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний».

Финансирование

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках поискового научного исследования «Оценка интраоперационного мозгового повреждения, ассоциированного с «открытой» и транскатетерной хирургией аортального клапана», выполненного в ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний» (Кемерово).

Информация об авторах

Тарасова Ирина Валерьевна, доктор медицинских наук ведущий научный сотрудник лаборатории нейрососудистой патологии отдела клинической кардиологии федерального

Author Information Form

Tarasova Irina V., PhD, Leading Researcher at the Laboratory of Neurovascular Pathology, the Department of Clinical Cardiology, Federal State Budgetary Scientific Institution

государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово; **ORCID** 0000-0002-6391-0170

Тарасов Роман Сергеевич, доктор медицинских наук, доцент заведующий лабораторией рентгенэндоваскулярной и реконструктивной хирургии сердца и сосудов отдела хирургии сердца и сосудов федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово; **ORCID** 0000-0003-3882-709X

Трубникова Ольга Александровна, доктор медицинских наук заведующая лабораторией нейрососудистой патологии отдела клинической кардиологии федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово; **ORCID** 0000-0001-8260-8033

Ганюков Владимир Иванович, доктор медицинских наук заведующий отделом хирургии сердца и сосудов федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово; **ORCID** 0000-0002-9704-7678

“Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo; **ORCID** 0000-0002-6391-0170

Tarasov Roman S., PhD, Associate Professor, Head of the Laboratory of X-ray Endovascular and Reconstructive Surgery of the Heart and Vessels, the Department of Heart and Vessels Surgery, Federal State Budgetary Scientific Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo; **ORCID** 0000-0003-3882-709X

Trubnikova Olga A., PhD, Head of Neurovascular Pathology Laboratory, the Department of Clinical Cardiology, Federal State Budgetary Scientific Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo; **ORCID** 0000-0001-8260-8033

Ganyukov Vladimir I., PhD, Head of Heart and Vascular Surgery Department, Federal State Budgetary Scientific Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo; **ORCID** 0000-0002-9704-7678

Вклад авторов в статью

TIV – интерпретация данных исследования, написание и корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

TPC – интерпретация данных исследования, написание статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

TOA – интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

GVI – интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

Author Contribution Statement

TIV – data interpretation, manuscript writing, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

TRS – data interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

TOA – data interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

GVI – data interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарасова И.В., Трубникова О.А., Барбараш О.Л., Барбараш Л.С. Изменения электроэнцефалограммы у пациентов с ранней и стойкой послеоперационной когнитивной дисфункцией при коронарном шунтировании с искусственным кровообращением. Неврологический журнал. 2017;22(3):136-141. doi:10.18821/1560-9545-2017-22-3-136-141.
2. Janssen T.L., Alberts A.R., Hooft L., Mattace-Raso F., Mosk C.A., van der Laan L. Prevention of postoperative delirium in elderly patients planned for elective surgery: systematic review and meta-analysis. Clin Interv Aging. 2019;14:1095-1117. doi:10.2147/CIA.S201323.
3. Borchers F., Spies C.D., Feinkohl I., Brockhaus W.R., Kraft A., Kozma P., Fislage M., Kühn S., Ionescu C., Speidel S., Hadzidiakos D., Veldhuijzen D.S., Yürek F., Evered L.A., Ottens T.H. Methodology of measuring postoperative cognitive dysfunction: a systematic review. Br J Anaesth. 2021;126(6):1119-1127. doi:10.1016/j.bja.2021.01.035.
4. Dautzenberg L., Pals J.E.M., Lefeber G.J., Stella P.R., Abawi M., Emmelot-Vonk M., Koek H.L. Predictors of clinical outcome following transcatheter aortic valve implantation: a prospective cohort study. Open Heart. 2021;8(2):e001766. doi:10.1136/openhrt-2021-001766.
5. Ciobanu A.O., Gherasim L., Vinereanu D. Risk of stroke after transcatheter aortic valve implantation: epidemiology, mechanism, and management. Am J Ther. 2021;28(5):e560-e572. doi:10.1097/MJT.0000000000001413.
6. Bocskai T., Kovács M., Szakács Z., Gede N., Hegyi P., Varga G., Pap I., Tóth I., Révész P., Szanyi I., Németh A., Gerlinger I., Karádi K., Lujber L. Is the bispectral index monitoring protective against postoperative cognitive decline? A systematic review with meta-analysis. PLoS One. 2020;15(2):e0229018. doi:10.1371/journal.pone.0229018.
7. Florido-Santiago M., Pérez-Belmonte L.M., Osuna-Sánchez J., Barbancho M.A., Ricci M., Millán-Gómez M., Bernal-López M.R., Gómez-Huelgas R., Lara J.P. Assessment of long-term cognitive dysfunction in older patients who undergo heart surgery. Neurologia (Engl Ed). 2021:S0213-4853(20)30443-6. doi:10.1016/j.nrl.2020.12.002.
8. Czok M., Pluta M.P., Putowski Z., Krzych Ł.J. Postoperative Neurocognitive Disorders in Cardiac Surgery: Investigating the Role of Intraoperative Hypotension. A Systematic Review. Int J Environ Res Public Health. 2021; 18(2):786. doi:10.3390/ijerph18020786.
9. Трубникова О.А., Тарасова И.В., Кухарева И.Н., Сырова И.Д., Соснина А.С., Куприянова Д.С., Нагирияк О.А., Барбараш О.Л. Динамика нейрофизиологических показателей при когнитивной реабилитации с помощью различных вариантов двойной задачи у кардиохирургических пациентов:

пилотное исследование. Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. 2021;14 (3): 171-178. doi:10.17116/kardio202114031171.

10. Акчуринов П.С., Ширяев А.А., Васильев В.П., Галаятдинов Д.М., Власова Э.Е. Современные тенденции в коронарной хирургии. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2017; 21 (3S): 34-44. doi:10.21688/1681-3472-2017-3S-34-44.

11. Gorelick P.B. Prevention of cognitive impairment: scientific guidance and windows of opportunity. *J Neurochem*. 2018;144(5):609-616. doi:10.1111/jnc.14113.

12. Протопопов А. В., Ганюков В. И., Тарасов П. С. Транскатетерные вмешательства при патологии клапанов сердца. Красноярск: Версо, 2021.

13. Riley K.J., Kao L.W., Low Y.H., Card S., Manalo G., Fleming J.P., Essandoh M.K., Dalia A.A., Qu J.Z. Neurologic Dysfunction and Neuroprotection in Transcatheter Aortic Valve Implantation. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2021;S1053-0770(21)00980-0. doi:10.1053/j.jvca.2021.11.016.

14. Bosmans J., Bleiziffer S., Gerckens U., Wenaweser P., Brecker S., Tamburino C., Linke A.; ADVANCE Study Investigators. The incidence and predictors of early- and mid-term clinically relevant neurological events after transcatheter aortic valve replacement in real-world patients. *J Am Coll Cardiol*. 2015;66(3):209-217. doi:10.1016/j.jacc.2015.05.025.

15. Mack M.J., Leon M.B., Thourani V.H., Makkar R., Kodali S.K., Russo M., Kapadia S.R., Malaisrie S.C., Cohen D.J., Pibarot P., Leipsic J., Hahn R.T., Blanke P., Williams M.R., McCabe J.M., Brown D.L., Babaliaros V., Goldman S., Szeto W.Y., Genereux P., Pershad A., Pocock S.J., Alu M.C., Webb J.G., Smith C.R.; PARTNER 3 Investigators. Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Balloon-Expandable Valve in Low-Risk Patients. *N Engl J Med*. 2019;380(18):1695-1705. doi:10.1056/NEJMoa1814052.

16. Popma J.J., Deeb G.M., Yakubov S.J., Mumtaz M., Gada H., O'Hair D., Bajwa T., Heiser J.C., Merhi W., Kleiman N.S., Askew J., Sorajja P., Rovin J., Chetcuti S.J., Adams D.H., Teirstein P.S., Zorn G.L. 3rd, Forrest J.K., Tchétché D., Resar J., Walton A., Piazza N., Ramlawi B., Robinson N., Petrossian G., Gleason T.G., Oh J.K., Boulware M.J., Qiao H., Mugglin A.S., Reardon M.J.; Evolut Low Risk Trial Investigators. Transcatheter aortic-valve replacement with a self-expanding valve in low-risk patients. *N Engl J Med*. 2019; 380(18):1706-1715. doi:10.1056/NEJMoa1816885.

17. Carroll J.D., Mack M.J., Vemulapalli S., Herrmann H.C., Gleason T.G., Hanzel G., Deeb G.M., Thourani V.H., Cohen D.J., Desai N., Kirtane A.J., Fitzgerald S., Michaels J., Krohn C., Masoudi F.A., Brindis R.G., Bavaria J.E. STS-ACC TVT Registry of Transcatheter Aortic Valve Replacement. *Ann Thorac Surg*. 2021;111(2):701-722. doi:10.1016/j.athoracsur.2020.09.002.

18. Matsuda Y., Nai Fovino L., Giacoppo D., Scotti A., Massucci M., Ueshima D., Sasano T., Fabris T., Tarantini G. Association between surgical risk and 30-day stroke after transcatheter versus surgical aortic valve replacement: a systematic review and meta-analysis. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2021;97(4):E536-E543. doi:10.1002/ccd.29105.

19. Трубникова О.А., Тарасова И.В., Мамонтова А.С., Сырова И.Д., Малеева О.В., Барбараш О.Л. Структура когнитивных нарушений и динамика биоэлектрической активности мозга у пациентов после прямой реваскуляризации миокарда. *Российский кардиологический журнал*. 2014;(8):57-62. doi:10.15829/1560-4071-2014-8-57-62.

20. Тарасова И.В., Тарасов П.С., Трубникова О.А., Куприянова Д.С., Барбараш О.Л. Изменения электрической активности головного мозга у пациентов с различной тяжестью поражения коронарного русла через один год после коронарного шунтирования. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2020;9(1):6-14. doi:10.17802/2306-1278-2020-9-1-6-14

21. Иванов В.И., Литвинова Н.А., Кувшинов Д.Ю. Психологический комплекс. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU2021661070. 05.07.2021.

22. Kapadia S.R., Kodali S., Makkar R., Mehran R., Lazar R.M., Zivadinov R., Dwyer M.G., Jilalawi H., Virmani R., Anwaruddin S., Thourani V.H., Nazif T., Mangner N., Woitek F., Krishnaswamy A., Mick S., Chakravarty T., Nakamura M., McCabe J.M., Satler L., Zajarias A., Szeto W.Y., Svensson L., Alu M.C., White R.M., Kraemer C., Parhizgar A., Leon M.B., Linke A.; SENTINEL Trial Investigators. Protection Against Cerebral Embolism During Transcatheter Aortic Valve Replacement. *J Am Coll Cardiol*. 2017;69(4):367-377. doi:10.1016/j.jacc.2016.10.023.

23. Woldendorp K., Indja B., Bannon P.G., Fanning J.P., Plunkett B.T., Grieve S.M. Silent brain infarcts and early cognitive outcomes after transcatheter aortic valve implantation: a systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J*. 2021;42(10):1004-1015. doi:10.1093/eurheartj/ehab002.

REFERENCES

1. Tarasova I.V., Trubnikova O.A., Barbarash O.L., Barbarash L.S. EEG changes in patients with early and long-term postoperative cognitive dysfunction after on-pump coronary artery bypass surgery. *Nevrologicheskij zhurnal*. 2017;22(3):136-141. (In Russian) doi:10.18821/1560-9545-2017-22-3-136-141

2. Janssen T.L., Alberts A.R., Hoof L., Mattace-Raso F., Mosk C.A., van der Laan L. Prevention of postoperative delirium in elderly patients planned for elective surgery: systematic review and meta-analysis. *Clin Interv Aging*. 2019;14:1095-1117. doi:10.2147/CIA.S201323.

3. Borchers F., Spies C.D., Feinkohl I., Brockhaus W.R., Kraft A., Kozma P., Fislage M., Kühn S., Ionescu C., Speidel S., Hadzidiakos D., Veldhuijzen D.S., Yürek F., Evered L.A., Ottens T.H. Methodology of measuring postoperative cognitive dysfunction: a systematic review. *Br J Anaesth*. 2021;126(6):1119-1127. doi:10.1016/j.bja.2021.01.035.

4. Dautzenberg L., Pals J.E.M., Lefeber G.J., Stella P.R., Abawi M., Emmelot-Vonk M., Koek H.L. Predictors of clinical outcome following transcatheter aortic valve implantation: a prospective cohort study. *Open Heart*. 2021;8(2):e001766. doi:10.1136/openhrt-2021-001766.

5. Ciobanu A.O., Gherasim L., Vinereanu D. Risk

of stroke after transcatheter aortic valve implantation: epidemiology, mechanism, and management. *Am J Ther*. 2021;28(5):e560-e572. doi:10.1097/MJT.0000000000001413.

6. Bocskai T., Kovács M., Szakács Z., Gede N., Hegyi P., Varga G., Pap I., Tóth I., Révész P., Szanyi I., Németh A., Gerlinger I., Karádi K., Lujber L. Is the bispectral index monitoring protective against postoperative cognitive decline? A systematic review with meta-analysis. *PLoS One*. 2020;15(2):e0229018. doi:10.1371/journal.pone.0229018.

7. Florido-Santiago M., Pérez-Belmonte L.M., Osuna-Sánchez J., Barbancho M.A., Ricci M., Millán-Gómez M., Bernal-López M.R., Gómez-Huelgas R., Lara J.P. Assessment of long-term cognitive dysfunction in older patients who undergo heart surgery. *Neurologia (Engl Ed)*. 2021;S0213-4853(20)30443-6. doi:10.1016/j.nrl.2020.12.002.

8. Czok M., Pluta M.P., Putowski Z., Krzych Ł.J. Postoperative Neurocognitive Disorders in Cardiac Surgery: Investigating the Role of Intraoperative Hypotension. A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18(2):786. doi:10.3390/ijerph18020786.

9. Trubnikova O.A., Tarasova I.V., Kukhareva I.N., Syrova I.D., Sosnina A.S., Kupriyanova D.S., Nagirnyak O.A., Barbarash O.L. Dynamics of neurophysiological parameters

during cognitive rehabilitation with different dual-task exercises in cardiac patients: a pilot study. *Kardiologiya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya*. 2021;14(3):171-178. (In Russian) doi:10.17116/kardio202114031171

10. Akchurin R.S., Shirjaev A.A., Vasil'ev V.P., Galjautdinov D.M., Vlasova Je.E. Sovremennye tendencii v koronarnoj hirurgii. *Patologija krovoobrashhenija i kardiokirurgija*. 2017; 21 (3S): 34-44. (In Russian) doi:10.21688/1681-3472-2017-3S-34-44

11. Gorelick P.B. Prevention of cognitive impairment: scientific guidance and windows of opportunity. *J Neurochem*. 2018;144(5):609-616. doi:10.1111/jnc.14113.

12. Protopopov A. V., Ganjukov V. I., Tarasov R. S. *Transkateternye vmeshatel'stva pri patologii klapantov serdca*. Krasnojarsk: Verso, 2021. (In Russian)

13. Riley K.J., Kao L.W., Low Y.H., Card S., Manalo G., Fleming J.P., Essandoh M.K., Dalia A.A., Qu J.Z. Neurologic Dysfunction and Neuroprotection in Transcatheter Aortic Valve Implantation. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2021:S1053-0770(21)00980-0. doi:10.1053/j.jvca.2021.11.016.

14. Bosmans J., Bleiziffer S., Gerckens U., Wenaweser P., Brecker S., Tamburino C., Linke A.; ADVANCE Study Investigators. The incidence and predictors of early- and mid-term clinically relevant neurological events after transcatheter aortic valve replacement in real-world patients. *J Am Coll Cardiol*. 2015;66(3):209-217. doi:10.1016/j.jacc.2015.05.025.

15. Mack M.J., Leon M.B., Thourani V.H., Makkar R., Kodali S.K., Russo M., Kapadia S.R., Malaisrie S.C., Cohen D.J., Pibarot P., Leipsic J., Hahn R.T., Blanke P., Williams M.R., McCabe J.M., Brown D.L., Babaliaros V., Goldman S., Szeto W.Y., Genereux P., Pershad A, Pocock S.J., Alu M.C., Webb J.G., Smith C.R.; PARTNER 3 Investigators. Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Balloon-Expandable Valve in Low-Risk Patients. *N Engl J Med*. 2019;380(18):1695-1705. doi:10.1056/NEJMoa1814052.

16. Popma J.J., Deeb G.M., Yakubov S.J., Mumtaz M., Gada H., O'Hair D., Bajwa T., Heiser J.C., Merhi W., Kleiman N.S., Askew J., Sorajja P., Rovin J., Chetcuti S.J., Adams D.H., Teirstein P.S., Zorn G.L. 3rd, Forrest J.K., Tchétché D., Resar J., Walton A., Piazza N., Ramlawi B., Robinson N., Petrossian G., Gleason T.G., Oh J.K., Boulware M.J., Qiao H., Mugglin A.S., Reardon M.J.; Evolut Low Risk Trial Investigators. Transcatheter aortic-valve replacement with a self-expanding valve in low-risk patients. *N Engl J Med*. 2019; 380(18):1706-1715. doi:10.1056/NEJMoa1816885.

17. Carroll J.D., Mack M.J., Vemulapalli S., Herrmann H.C., Gleason T.G., Hanzel G., Deeb G.M., Thourani V.H., Cohen D.J., Desai N., Kirtane A.J., Fitzgerald S., Michaels J., Krohn C., Masoudi F.A., Brindis R.G., Bavaria J.E. STS-ACC TVT Registry of Transcatheter Aortic Valve Replacement. *Ann Thorac Surg*. 2021;111(2):701-722. doi:10.1016/j.athoracsur.2020.09.002.

18. Matsuda Y., Nai Fovino L., Giacoppo D., Scotti A., Massussi M., Ueshima D., Sasano T., Fabris T., Tarantini G. Association between surgical risk and 30-day stroke after transcatheter versus surgical aortic valve replacement: a systematic review and meta-analysis. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2021;97(4):E536-E543. doi:10.1002/ccd.29105.

19. Trubnikova O.A., Tarasova I.V., Mamontova A.S., Syrova I.D., Maleva O.V., Barbarash O.L. Structure of cognitive disorders and dynamics of bioelectric activity of the brain in patients after direct myocardial revascularization. *Russian Journal of Cardiology*. 2014;(8):57-62. (In Russian) doi:10.15829/1560-4071-2014-8-57-62

20. Tarasova I.V., Tarasov R.S., Trubnikova O.A., Kupriyanova D.S., Barbarash O.L. The changes of brain electric activity in patients with different severity of coronary atherosclerosis one-year after coronary artery bypass grafting. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2020;9(1):6-14. (In Russian) doi:10.17802/2306-1278-2020-9-1-6-14

21. Ivanov V.I., Litvinova N.A., Kuvshinov D.Ju. *Psihofiziologicheskij kompleks. Svidetel'stvo o registracii programmy dlja JeVM RU2021661070 05.07.2021*. (In Russian)

22. Kapadia S.R., Kodali S., Makkar R., Mehran R., Lazar R.M., Zivadinov R., Dwyer M.G., Jilaihawi H, Virmani R, Anwaruddin S, Thourani VH, Nazif T, Mangner N, Woitek F, Krishnaswamy A., Mick S., Chakravarty T., Nakamura M., McCabe J.M., Satler L., Zajarias A., Szeto W.Y., Svensson L., Alu M.C., White R.M., Kraemer C., Parhizgar A., Leon M.B., Linke A.; SENTINEL Trial Investigators. Protection Against Cerebral Embolism During Transcatheter Aortic Valve Replacement. *J Am Coll Cardiol*. 2017;69(4):367-377. doi:10.1016/j.jacc.2016.10.023.

23. Woldendorp K., Indja B., Bannon P.G., Fanning J.P., Plunkett B.T., Grieve S.M. Silent brain infarcts and early cognitive outcomes after transcatheter aortic valve implantation: a systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J*. 2021;42(10):1004-1015. doi:10.1093/eurheartj/ehab002.

Для цитирования: *Тарасова И.В., Тарасов Р.С., Трубникова О.А., Ганюков В.И. Методический подход к оценке нейрофизиологического статуса пациентов, перенесших транскатетерную имплантацию аортального клапана. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2022;11(2): 6-16. DOI: 10.17802/2306-1278-2022-11-2-6-16*

To cite: *Tarasova I.V., Tarasov R.S., Trubnikova O.A., Ganyukov V.I. The methodological approach to the assessment of the neurophysiological status in patients with transcatheter aortic valve implantation. Complex Issues of Cardiovascular Diseases. 2022;11(2): 6-16. DOI: 10.17802/2306-1278-2022-11-2-6-16*

От редакции

Обращаем внимание читателей на междисциплинарную статью И.В. Тарасовой и соавторов, посвященную крайне актуальной научно-практической проблеме: «Методический подход к оценке нейрофизиологического статуса пациентов, перенесших транскатетерную имплантацию аортального клапана». В данной работе авторы представили инновационную концепцию оценки состояния мозговых функций больных, получающих имплантацию аортального клапана чрескожным доступом, при помощи высокотехнологичного метода изучения электрической активности головного мозга, используемого нейрофизиологами в фундаментальных научных исследованиях, – многоканальной компьютерной электроэнцефалографии, а также специализированных тестов, направленных на выявление послеоперационной когнитивной дисфункции.

До недавнего времени специалисты кардиохирургических учреждений имели весьма незначительные возможности по оценке результатов операций на сердце, зачастую ограничиваясь констатацией острого нарушения мозгового кровообращения или транзиторной ишемической атаки, в ряде случаев осложняющих периоперационный период. Современные тренды развития кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии характеризуются поиском минимально инвазивных методов лечения пациентов с заболеваниями системы кровообращения, направленных на сокращение операционной травмы и системного воспалительного ответа, отказ от искусственного кровообращения в пользу операций на работающем сердце, отказ от срединной стернотомии с применением различных вариантов миниторакотомии. На пике интереса в аспекте минимизации агрессивных факторов кардиохирургического вмешательства находятся методы рентгенэндоваскулярной хирургии, не требующие разрезов (в качестве доступа применяют пункцию сосудов), искусственного кровообращения и вентиляции легких, выполняемые под местной анестезией и характеризующиеся минимальными сроками реабилитации больных. На современном уровне развития медицинской науки необходимы более совершенные и научно-обоснованные методы оценки неврологического и когнитивного статуса пациен-

тов с применением высокотехнологичных подходов, в большей степени присущих фундаментальной науке. Их внедрение в клиническую практику позволит применять высокочувствительные методы оценки мозговых функций и в том числе на основе этих данных выбирать наиболее безопасные и щадящие методы сердечно-сосудистой, рентгенэндоваскулярной и гибридной хирургии.

К перспективному направлению рентгенохирургии относятся транскатетерные вмешательства на клапанах сердца, в настоящее время представляющие серьезную альтернативу хирургическому лечению приобретенных пороков сердца. Если на заре внедрения данного метода транскатетерную имплантацию аортального клапана выполняли больным, не подходящим для «открытой» операции, то сейчас хирургическую коррекцию аортального стеноза рассматривают для пациентов, имеющих противопоказания к транскатетерному вмешательству.

Транскатетерное протезирование аортального клапана – перспективная и востребованная в мире и Российской Федерации технология, имеющая потенциал роста количества выполняемых вмешательств на 10–15% в год и более. Важно, чтобы специалисты мультидисциплинарной команды использовали современные научно-обоснованные методы оценки результатов кардиохирургических и рентгенэндоваскулярных способов лечения, включая инструменты анализа мозговых функций пациентов в периоперационном и отдаленном периодах наблюдения. Примером может служить интеграция фундаментальной науки нейрофизиологии и присущих ей методов исследования в практику научно-исследовательских и клинических учреждений, специализирующихся на оказании высокотехнологической медицинской помощи больным сердечно-сосудистой патологией. Это будет способствовать более высокому уровню оказания медицинской помощи с оценкой не только стандартного перечня возможных неблагоприятных кардиоваскулярных событий, связанных с выполнением операции, но и обоснованием более широкого использования тех или иных медицинских технологий для сохранения когнитивного статуса пациентов в раннем и отдаленном периодах наблюдения, их реабилитационного потенциала, возвращения к активному образу жизни и труду.