

## Изменения показателей электрической активности головного мозга у пациентов, перенесших одномоментное коронарное шунтирование и каротидную эндартерэктомию

© И.В. ТАРАСОВА, Р.М. АКБИРОВ, Р.С. ТАРАСОВ, О.А. ТРУБНИКОВА, О.Л. БАРБАРАШ

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Россия

### Резюме

**Цель исследования.** Анализ послеоперационной динамики показателей мощности биоэлектрических потенциалов электроэнцефалограммы у пациентов, перенесших одномоментное коронарное шунтирование и каротидную эндартерэктомию. **Материал и методы.** Обследовали 44 пациентов, имеющих показания к хирургической реваскуляризации миокарда, 24 из которых имели также показания к каротидной эндартерэктомии. Пациенты с показаниями к симультанной хирургии были разделены на группы в зависимости от стороны проведения каротидной эндартерэктомии (слева — 14 пациентов, справа — 10 пациентов). Группу изолированного коронарного шунтирования составили 20 пациентов. Электроэнцефалограмму регистрировали с закрытыми глазами до и на 7—10-е сутки после проведения кардиохирургического вмешательства. Анализировали динамику показателей спектральной мощности (мкВ<sup>2</sup>/Гц) (4—6 Гц), тета2- (6—8 Гц), альфа1- (8—10 Гц), альфа2- (10—13 Гц) ритмов электроэнцефалограммы, рассчитывали коэффициент межполушарной асимметрии указанных ритмов. **Результаты и заключение.** Показано, что независимо от типа кардиохирургического вмешательства в раннем послеоперационном периоде увеличивалась мощность биопотенциалов тета1- и тета2-ритмов по сравнению с предоперационным уровнем. Обнаружен локальный характер послеоперационных изменений тета-активности у пациентов, перенесших коронарное шунтирование и левостороннюю каротидную эндартерэктомию, тогда как у пациентов, перенесших наряду с коронарным шунтированием правостороннюю каротидную эндартерэктомию, наиболее выраженным было снижение коэффициента межполушарной асимметрии альфа-ритма на 7—10-е сутки после операции по сравнению с предоперационным уровнем. Результаты проведенного исследования позволяют заключить, что проведение симультанной операции на коронарных и каротидных артериях существенно не усугубляет выраженность повреждения головного мозга в сравнении с изолированным коронарным шунтированием.

**Ключевые слова:** повреждение головного мозга, электроэнцефалография, тета-активность, межполушарная асимметрия, одномоментное вмешательство на коронарных и сонных артериях.

### Сведения об авторах:

Тарасова И.В. — e-mail: iriz78@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6391-0170>

Акбиров Р.М. — <https://orcid.org/0000-0003-0455-277X>

Тарасов Р.С. — <https://orcid.org/0000-0003-3882-709X>

Трубникова О.А. — <https://orcid.org/0000-0001-8260-8033>

Барбараш О.Л. — <https://orcid.org/0000-0002-4642-3610>

### Как цитировать:

Тарасова И.В., Акбиров Р.М., Тарасов Р.С., Трубникова О.А., Барбараш О.Л. Изменения показателей электрической активности мозга у пациентов, перенесших одномоментное коронарное шунтирование и каротидную эндартерэктомию. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* 2019;119(7):41-47. <https://doi.org/10.17116/jnevro201911907141>

## Electric brain activity in patients with simultaneous coronary artery bypass grafting and carotid endarterectomy

© I.V. TARASOVA, R.M. AKBIROV, R.S. TARASOV, O.A. TRUBNIKOVA, O.L. BARBARASH

Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, Russia

### Abstract

**Objective.** To analyze the postoperative electroencephalography (EEG) power changes in patients after simultaneous coronary artery bypass grafting (CABG) and a left- or right-sided carotid endarterectomy (CEE). **Material and methods.** Forty-four patients with indications for surgical myocardial revascularization, including 24 patients with indications for CEE, were studied. Patients after simultaneous coronary and carotid surgery were divided into groups depending on the side of CEE: the left+CEE CABG group

Автор, ответственный за переписку: Тарасова Ирина Валерьевна — e-mail: iriz78@mail.ru;

Corresponding author: Tarasova I.V. — e-mail: iriz78@mail.ru

included 14 patients, the right CEE+CABG group included 10 patients. The group of isolated CABG consisted of 20 patients. The resting-state EEG with closed eyes was recorded before and at the 7—10th day after surgery. The changes of the spectral power ( $\mu\text{V}^2/\text{Hz}$ ), theta1 (4—6 Hz), theta2 (6—8 Hz), alpha1 (8—10 Hz), alpha2 (10—13 Hz) rhythms were analyzed, the hemispheric asymmetry (HA) coefficient of the rhythms was calculated. **Results and conclusion.** In the early postoperative period, the power of theta1 and theta2 rhythms increased compared to the preoperative level regardless of the type of cardiosurgical intervention. A local character of postoperative theta activity changes was revealed in the left+CEE CABG group, whereas the most pronounced decrease of the alpha-rhythm HA coefficient was observed in the right CEE+CABG group at the 7—10th day after surgery in comparison to the preoperative level. The results of the study suggest that the simultaneous coronary and carotid surgery does not significantly exacerbate the severity of brain damage compared to isolated CABG.

**Keywords:** brain damage, electroencephalography, theta-activity, hemispheric asymmetry, simultaneous coronary and carotid surgery.

#### Information about the authors:

Tarasova I.V. — e-mail: iriz78@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6391-0170>

Akbirov R.M. — <https://orcid.org/0000-0003-0455-277X>

Tarasov R.S. — <https://orcid.org/0000-0003-3882-709X>

Trubnikova O.A. — <https://orcid.org/0000-0001-8260-8033>

Barbarash O.L. — <https://orcid.org/0000-0002-4642-3610>

#### To cite this article:

Tarasova IV, Akbirov RM, Tarasov RS, Trubnikova OA, Barbarash OL. The changes of brain electric activity in patients undergoing simultaneous coronary artery bypass grafting and carotid endarterectomy. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry = Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii im. S.S. Korsakova*. 2019;119(7):41-47. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/jnevro201911907141>

Частота сочетанного поражения коронарных и сонных артерий (СА) у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) в зависимости от метода диагностики варьирует от 10 до 40% и увеличивается у более пожилых пациентов [1, 2]. Современные рекомендации не содержат конкретных алгоритмов для выбора той или иной оптимальной стратегии хирургического лечения в реальной клинической практике для пациентов с сочетанным поражением коронарного и брахиоцефального бассейнов [3]. Как правило, первым этапом выполняется коррекция артериального бассейна, имеющего наибольшую степень атеросклероза при наличии соответствующих клинических факторов риска. Вариантом выбора хирургической тактики ведения таких больных может быть и одномоментная операция коронарного шунтирования (КШ) и каротидной эндартерэктомии (КЭЭ). Обычно такую стратегию выбирают в случаях, когда оба сосудистых бассейна (коронарный и каротидный) имеют критическое атеросклеротическое поражение с высоким риском развития ишемических осложнений. В подобных ситуациях выполнение КШ содержит крайне высокий риск инсульта, а проведение КЭЭ — инфаркта миокарда, тогда как одномоментная реваскуляризация головного мозга и миокарда представляется многообещающим способом лечения [4].

Частота периоперационного инсульта у пациентов после КШ составляет 1,8%, данный показатель существенно возрастает при наличии стенозов СА [5]. Обнаружено, что вероятность периоперационного инсульта выше у пациентов со стенотическим поражением СА более 80%, наличием двустороннего стеноза и может достигать 12—19% [1, 4, 6]. Вместе с тем эпизоды церебральной ишемии при сочетанном вмешательстве на коронарных и каротидных артериях могут и не привести к повреждению мозга, которое клинически диагностируется, основываясь на обычных критериях. Следовательно, частота более мягкого, диффузного ишемического повреждения мозга может быть значительно выше, приводя в дальнейшем к снижению интеллектуальных функций пациентов, перенесших сочетанное

вмешательство, что осложняет их послеоперационное ведение [7].

Таким образом, проблема диагностики мозговой ишемии при проведении одномоментной операции на коронарных и каротидных артериях является на сегодняшний день весьма актуальной и требует использования дополнительных высокоинформативных методов. Одним из таких методов может быть цифровая электроэнцефалография (ЭЭГ). Данный диагностический подход успешно применяется при изучении ЭЭГ-характеристик когнитивных расстройств различного генеза, в том числе пред- и послеоперационных изменений биоэлектрической активности головного мозга у пациентов, подвергающихся кардиохирургическим вмешательствам [8—10]. Однако состояние биоэлектрической активности головного мозга в послеоперационном периоде сочетанных вмешательств на коронарном и брахиоцефальном русле практически не изучено. Кроме того, в литературе имеется немного данных относительно латеральных особенностей проведения вмешательства на каротидных артериях и их влияния на число неблагоприятных неврологических исходов [11, 12].

Цель настоящей работы — анализ послеоперационной динамики показателей мощности биоэлектрических потенциалов ЭЭГ у пациентов, перенесших одномоментное КШ и лево- или правостороннюю КЭЭ.

## Материал и методы

В исследовании принимали участие 44 пациента, имеющие показания к хирургической реваскуляризации миокарда, предварительно отобранные из когорты пациентов кардиологического отделения ФГБНУ НИИ КПССЗ, из которых 24 имели гемодинамически значимые стенозы СА и показания к КЭЭ.

Критериями включения в исследование были определенная мультидисциплинарным консилиумом симультанная операция КШ и КЭЭ либо изолированное КШ, согласие пациентов на проведение исследования.

**Таблица 1. Клинико-демографическая характеристика пациентов обследованных групп**  
**Table 1. Clinical and demographic characteristics of patients in the study groups**

Показатель	Группа КШ+КЭЭ слева (n=14)	Группа КШ+КЭЭ справа (n=10)	Группа КШ (n=20)	p
Возраст, годы	61,3±5,23	67,12±11,88	57,55±6,15	0,01
Женский пол, n (%)	3 (21,4)	2 (20)	0 (0)	>0,05
Длительность анамнеза ИБС, годы	8,3±10,2	10,5±9	6,1±5,8	>0,05
Артериальная гипертензия, n (%)	13 (93)	7 (70)	19 (95)	>0,05
Инсульт в анамнезе, n (%)	3 (21)	1 (10)	0 (0)	>0,05
Поражение коронарных артерий по шкале SYNTAX, баллы	21,7±9,2	31,4±9,5	26,42±9,2	>0,05
Наличие контралатерального стеноза СА ≤70%, n (%)	9 (64)	8 (80)	-	0,01
Сахарный диабет, n (%)	3 (21,4)	2 (20)	8 (40)	>0,05
Стенокардия, n (%)				>0,05
I—II ФК	9 (64)	2 (20)	8 (40)	
III ФК	2 (14)	2 (20)	9 (45)	
Хроническая сердечная недостаточность, ФК по NYHA, n (%)				>0,05
II	11 (78)	6 (60)	15 (75)	
III	0 (0)	0 (0)	3 (15)	
Фракция выброса левого желудочка, %	58,3±11,8	57,8±11,6	55±10,4	>0,05
Краткая шкала оценки психического статуса, баллы	26,84±1,3	26,57±1,5	27,89±1,04	>0,05

*Примечание.* Здесь и в табл. 2: количественные данные представлены как среднее ± стандартное отклонение. ФК — функциональный класс.  
*Note.* Hereinafter quantitative data are presented as mean ± standard deviation.

**Таблица 2. Интраоперационные показатели исследованных групп**  
**Table 2. Intraoperative parameters of patients in the studied groups**

Показатель	Группа КШ+КЭЭ слева (n=14)	Группа КШ+КЭЭ справа (n=10)	Группа КШ (n=20)	p
Продолжительность искусственного кровообращения, мин	83,1±24,94	95,5±38,38	102,7±24,6	>0,05
Время пережатия аорты, мин	53,2±18,21	56,3±15,6	66,7±14,13	>0,05
Время пережатия СА, мин	23,3±3,4	26,8±8,73	—	>0,05

Критериями невключения были возраст старше 80 лет, жизнеугрожающие нарушения ритма, хроническая сердечная недостаточность IV стадии и более, сопутствующие заболевания (хроническое обструктивное заболевание легких, онкопатология), заболевания центральной нервной системы и травмы головного мозга в анамнезе. Также исключению из исследования подлежали пациенты с депрессивными симптомами, выявленными по шкале BDI-II, показателями краткой шкалы оценки психического статуса менее 20 баллов, батареи тестов лобной дисфункции менее 11 баллов.

Пациенты, которым было запланировано simultанное вмешательство на коронарных и брахиоцефальных сосудах, были разделены на две группы в зависимости от стороны проведения КЭЭ. В группу КШ+КЭЭ слева вошли 14 пациентов, в группу КШ+КЭЭ справа — 10 пациентов. Группу сравнения составили 20 пациентов, у которых было запланировано изолированное КШ, у них степень стеноза СА не превышала 50%. Клинико-демографические характеристики исследованных групп представлены в табл. 1.

Всем пациентам при поступлении в кардиологическое отделение НИИ КПССЗ назначали стандартную терапию в соответствии с Национальными рекомендациями по лечению пациентов с ИБС, хронической сердечной недостаточностью и гипертензией (2013, 2014). В стационаре особое внимание уделяли контролю артериального давления,

водно-электролитного баланса, параметров электрокардиограммы и эхокардиографии. Неврологическое и нейропсихологическое исследования проведены всем пациентам в соответствии с ранее описанной методикой [8].

Первым этапом осуществляли КЭЭ из СА с пластикой артерий заплатой из ксеноперикарда. После этого выполняли КШ с применением искусственного кровообращения, в условиях нормотермии и 25—30% гемодилюцией. При компрессии аорты использовали кардиоплегию. Анестезию и перфузию проводили в соответствии со стандартной схемой [13]. Все этапы операций сопровождалось инвазивным гемодинамическим мониторингом и контролем оксигенации церебральной коры (rSO<sub>2</sub>) (INVOS 3100, «Somanetics, Troy, М-I», США). После пуска кровотока по шунтам оценивали выраженность пульсации и показатели флоуметрии. Интраоперационные показатели представлены в табл. 2.

#### ЭЭГ-исследования

Регистрацию ЭЭГ покоя с закрытыми глазами проводили за 3—5 дней до и на 7—10-е сутки после кардиохирургических вмешательств. Использовали ЭЭГ-усилитель Neuro («Compumedics, Charlotte, NC», USA) и программное обеспечение Scan 4.5. ЭЭГ регистрировали монополярно, в 62 каналах, с помощью шлема со встроенными Ag/AgCl электродами (QuikCap; «Neurosoft, El Paso, TX»,

США). Референтный электрод располагался на кончике носа, заземляющий — в центре лба. Поддерживалось сопротивление  $< 5$  кΩ. Для контроля глазодвигательных артефактов регистрировали вертикальную и горизонтальную электроокулограмму. Длительность регистрации ЭЭГ составляла 5 мин, пациенты находились в свето- и шумоизолированной комнате, в положении сидя.

После визуальной оценки глазодвигательных, миографических и других артефактов безартефактные отрезки ЭЭГ длительностью 60 с разделяли на эпохи длиной 2 с и подвергали быстрому преобразованию Фурье. Для каждого пациента рассчитывали показатели мощности биопотенциалов ЭЭГ в диапазоне от 0,5 до 50 Гц, более подробно использованная методика описана в нашем предыдущем исследовании [14]. Учитывая данные проведенных ранее исследований, в которых была продемонстрирована значимость изменений низкочастотных ритмов для диагностики послеоперационного ишемического повреждения головного мозга [15, 16], и в соответствии с поставленной целью в настоящей работе рассматриваются данные ЭЭГ-ритмов тета1 (4–6 Гц), тета2 (6–8 Гц), альфа1 (8–10 Гц), альфа2 (10–13 Гц), для показателей мощности биопотенциалов анализируемых ритмов был также рассчитан коэффициент межполушарной асимметрии (МПА) по формуле:

$$\text{Коэффициент МПА} = ((P-L)/(P+L)) \cdot 100\%$$

где  $P$  — показатель мощности биопотенциалов анализируемого ритма в правом полушарии,  $L$  — в левом.

У всех пациентов было получено письменное информированное согласие на участие в исследовании, которое проводили с соблюдением этических норм, заявленных в Хельсинкской декларации. Дизайн исследования получил одобрение этического комитета НИИ КПССЗ.

Программное обеспечение Statistica 10.0 («StatSoft, Tulsa, OK», США) использовали для анализа всех клинико-anamnestических параметров и показателей мощности биопотенциалов ЭЭГ. Оценку нормальности распределения данных проводили с помощью критериев Колмогорова—Смирнова и Шапиро—Уилка. Непараметрические критерии Манна—Уитни, Вилкоксона и критерий  $\chi^2$  с поправкой Йейтса применяли для статистической обработки клинико-anamnestических данных в связи с их ненормальным распределением. Количественные переменные представлены как средние значения  $\pm$  стандартное отклонение, качественные переменные — как частота встречаемости  $n$  (%). Для оценки послеоперационных изменений показателей ЭЭГ применен дисперсионный анализ (ANOVA), проводили нормализацию этих данных с помощью логарифмирования. Значения статистической значимости корректировали по методу Гринхауза—Гейссера, последующую оценку полученных факторов и взаимодействий ANOVA осуществляли плановыми сравнениями и *post hoc*-анализом с применением поправки Фишера для коррекции множественности сравнений.

## Результаты

Установлено, что в обследованной выборке как у пациентов, прошедших одномоментное КШ+КЭЭ слева или справа, так и у пациентов после изолированного КШ в раннем послеоперационном периоде отсутствовали неблагоприятные кардиоваскулярные события (инфаркт миокарда, инсульт, смерть и повторная незапланированная реваскуляризация).

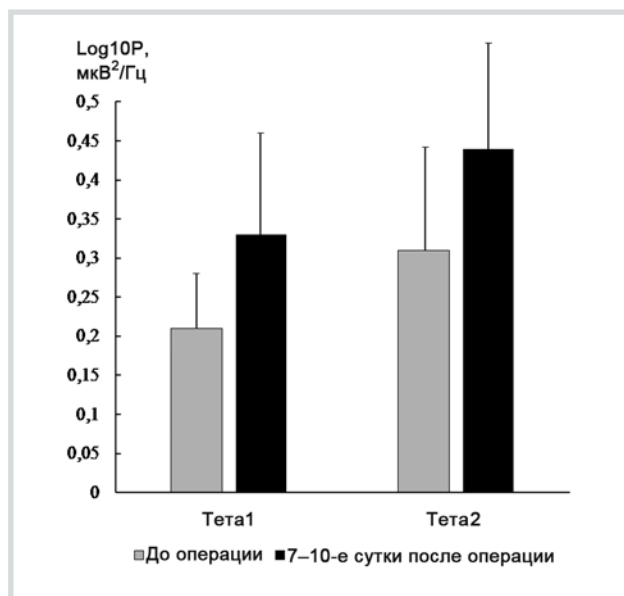


Рис. 1. Послеоперационные изменения мощности биопотенциалов тета-ритмов у обследованных пациентов.

Fig. 1. The postoperative changes in the theta rhythms power in all the patients, regardless of the type of cardiosurgical intervention.

Для показателей мощности биопотенциалов ЭЭГ дисперсионный анализ (ANOVA) выполняли по схеме: группа (КШ+КЭЭ слева; КШ+КЭЭ справа; изолированное КШ), время обследования (до вмешательства, 7–10-е сутки после вмешательства), область (лобная, центральная, теменная, затылочная, височная), латеральность (левое; правое полушарие) отдельно для каждого из рассматриваемых частотных диапазонов.

В тета1-диапазоне обнаружен значимый фактор *время обследования* ( $F_{(1,41)}=20,82, p=0,00005$ ), у всех пациентов независимо от вида вмешательства наблюдали рост показателей мощности биопотенциалов ритма на 7–10-е сутки послеоперационного периода по сравнению с предоперационным уровнем (рис. 1).

Также значимым было взаимодействие факторов *группа' время обследования' область* ( $F_{(8,164)}=3,66, p=0,006$ ). Установлено, что исследуемые группы пациентов были сопоставимы по уровню мощности биопотенциалов тета1-ритма в предоперационном периоде, однако в послеоперационном периоде обнаружены как межгрупповые различия, так и отличия во внутригрупповой динамике этих показателей. Пациенты с изолированным КШ и КШ+КЭЭ справа отличались генерализованными изменениями тета1-ритма ( $p \leq 0,05$ ) во всех зарегистрированных отведениях, тогда как в группе КШ+КЭЭ слева рост мощности биопотенциалов ритма статистически значим был только для затылочных областей коры ( $p=0,01$ ). Кроме того, у пациентов, которым было проведено КШ+КЭЭ слева, в лобных отделах коры наблюдали минимальные изменения мощности биопотенциалов ритма в отличие от пациентов двух других групп, у которых в этих отделах коры отмечены статистически значимые изменения после операции ( $p=0,02$ ) (рис. 2).

В тета2-диапазоне также обнаружен значимый фактор *время обследования* ( $F_{(1,41)}=16,28, p=0,0002$ ), эффект был аналогичен полученному в тета1-диапазоне.

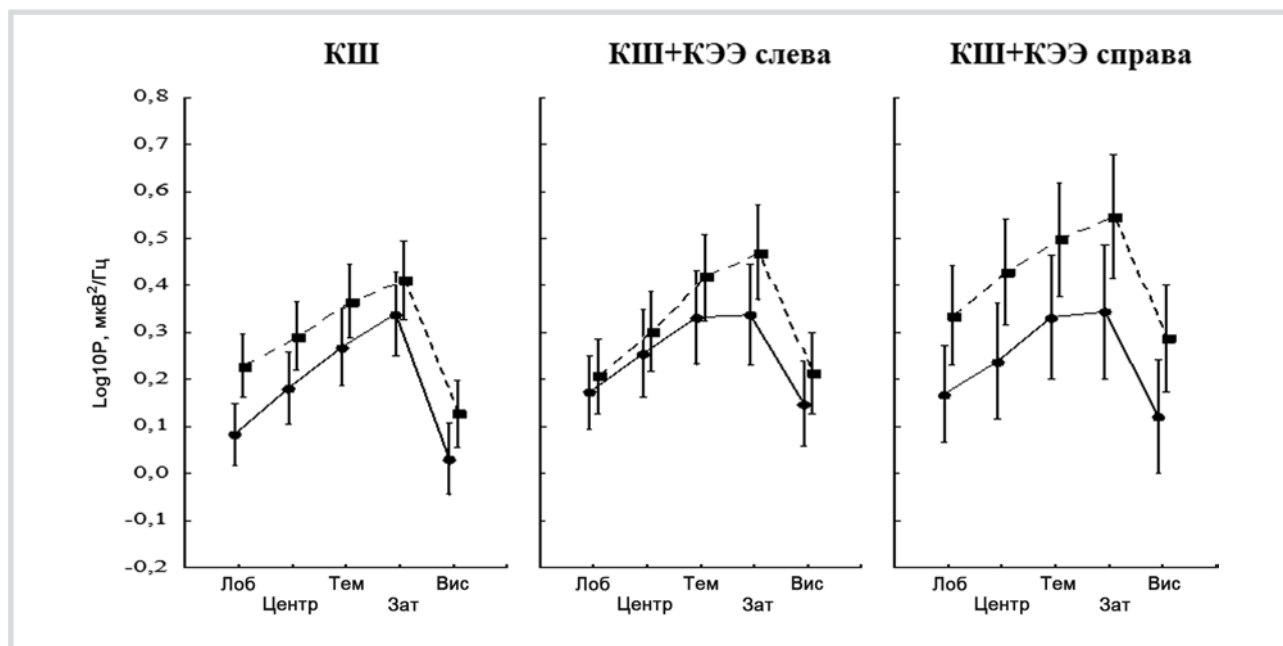


Рис. 2. Топография послеоперационных изменений мощности биопотенциалов тета1-ритма у пациентов в зависимости от типа хирургического вмешательства.

Сплошные линии — дооперационные показатели, прерывистые — после проведения хирургического вмешательства.

Fig. 2. Topography of postoperative changes in the theta rhythm power in patients, depending on the type of surgery.

Solid lines — preoperative indicators, dashed — after surgery.

В альфа1-диапазоне были выявлены общие для всех исследованных групп взаимодействия факторов *время обследования* / *латеральность* ( $F_{(1, 41)}=2,55, p=0,04$ ) и *время обследования* / *область латеральность* ( $F_{(4, 164)}=3,05, p=0,045$ ). Статистическая значимость этих взаимодействий была обусловлена тем, что у всех пациентов независимо от типа хирургического вмешательства наблюдали послеоперационное снижение мощности потенциалов альфа1-ритма, наиболее выраженное в теменно-затылочных отделах коры правого полушария.

В альфа2-диапазоне было также значимо взаимодействие факторов *время обследования* / *латеральность* ( $F_{(1, 41)}=5,14, p=0,03$ ). Обнаружено, что у всех пациентов независимо от типа хирургического вмешательства на 7–10-е сутки после операции мощность биопотенциалов альфа2-ритма в левом полушарии была выше, чем в правом, тогда как перед операцией латеральные различия были не выражены.

Следующим этапом анализа были изучены связанные с операцией изменения межполушарной асимметрии у пациентов, прошедших КШ и КШ+КЭЭ слева и справа.

ANOVA для коэффициента МПА всех изученных диапазонов ЭЭГ был проведен по схеме: *группа* (КШ+КЭЭ слева; КШ+КЭЭ справа; изолированное КШ), *время обследования* (до вмешательства, 7–10-е сутки после вмешательства).

Статистически значимые изменения МПА, связанные с хирургическими вмешательствами, выявлены для показателей альфа1- и альфа2-ритмов. В частотном диапазоне альфа1 обнаружен значимый фактор *время обследования* ( $F_{(1, 41)}=5,17, p=0,03$ ), у всех пациентов независимо от типа вмешательства, на 7–10-е сутки раннего послеоперационного периода наблюдали уменьшение показателя МПА (рис. 3, а).

В частотном диапазоне альфа2 был значимым фактор *время обследования* ( $F_{(1, 41)}=5,29, p=0,03$ ) и близким к статистической значимости взаимодействие факторов *группа* / *время обследования* ( $F_{(2, 41)}=3,20, p=0,05$ ). Общий эффект снижения значения коэффициента МПА достигался за счет выраженных послеоперационных изменений ( $p=0,005$ ) в группе пациентов, у которых наряду с КШ была выполнена правосторонняя КЭЭ (рис. 3, б). Коэффициент МПА на 7–10-е сутки после операции у этих пациентов был ниже по сравнению с двумя другими группами ( $p=0,03$ ), при сопоставимых исходных, дооперационных показателях.

## Обсуждение

У всех обследованных пациентов независимо от типа хирургического вмешательства в раннем послеоперационном периоде наблюдали увеличение мощности биопотенциалов тета1- и тета2-ритмов ЭЭГ по сравнению с предоперационным уровнем. Замедление ритмов ЭЭГ было глобальным, распространенным по всем зарегистрированным отведениям у пациентов, прошедших изолированное КШ и КШ+КЭЭ справа, и локальным у пациентов группы КШ+КЭЭ слева. В проведенных ранее исследованиях показано, что повышение мощности тета-ритма в ЭЭГ покоя является признаком нарушения деятельности корковых структур и разобщения корково-подкорковых взаимодействий [10]. В работах, посвященных изучению ЭЭГ-характеристик когнитивного дефицита различного генеза, также продемонстрировано, что такие пациенты характеризуются большей выраженностью тета-активности по сравнению с лицами, не имеющими когнитивных нарушений [16–18]. Таким образом, результаты проведенного исследования позволяют заключить, что операция в условиях искусственного кровообращения является травмирующим

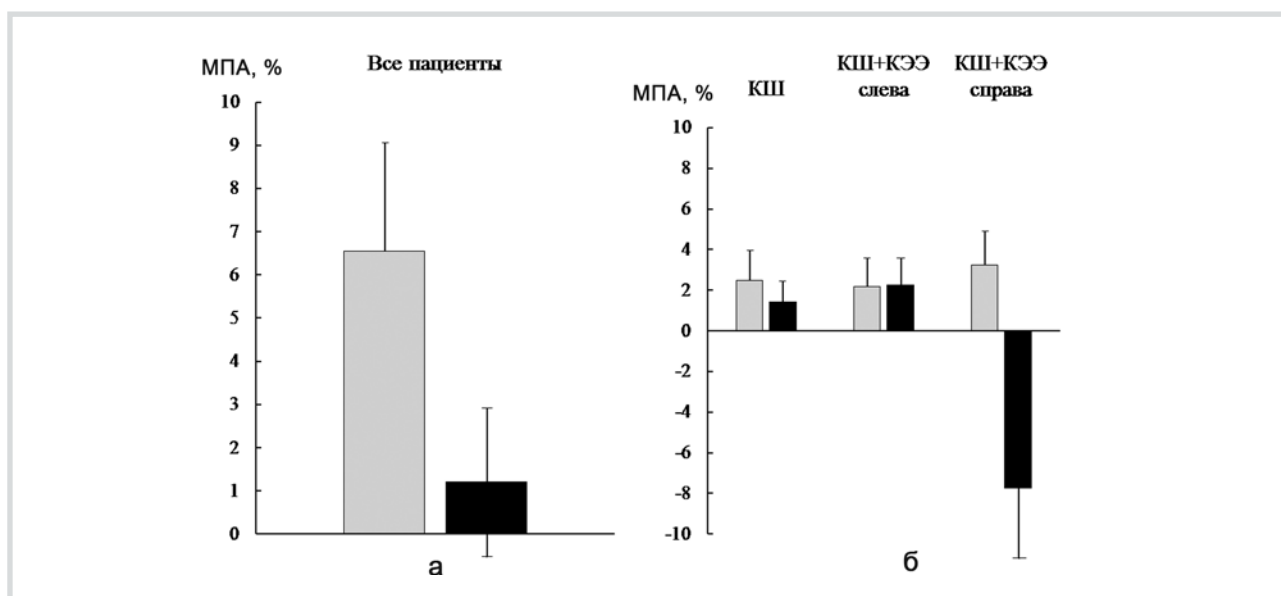


Рис. 3. Послеоперационные изменения коэффициента МПА альфа-ритма у пациентов.

а — независимо от типа хирургического вмешательства; б — в зависимости от типа вмешательства. Светлые столбики — дооперационные показатели, темные — после проведения хирургического вмешательства.

Fig. 3. Postoperative changes in the hemispheric asymmetry coefficient of alpha rhythms in patients.

а — regardless of the type of surgery; б — depending on the type of intervention. Light columns — preoperative indicators, dark — after surgery.

мозг событием независимо от условий ее выполнения. Однако стоит отметить, что проведение симультанной операции на коронарных и каротидных сосудах существенно не усугубляет выраженность повреждения головного мозга в сравнении с изолированным КШ.

Интересным представляется более локальный характер послеоперационных изменений у пациентов, прошедших КШ и левостороннюю КЭЭ. В нашей работе у пациентов из группы КШ+КЭЭ слева контралатеральный стеноз СА наблюдали в 65% случаев, тогда как у пациентов, перенесших КШ+КЭЭ справа, — в 80%. Можно предположить, что меньшая частота встречаемости двустороннего поражения у тех пациентов, которым выполнено левостороннее восстановление мозгового кровотока, позволила им с наименьшими потерями пережить воздействие операционных факторов.

Другим общим для всех пациентов эффектом является увеличение активности правого полушария, что отражается в снижении мощности альфа-ритма и коэффициента МПА на 7–10-е сутки после операции по сравнению с предоперационным уровнем, причем последнее наиболее выражено у пациентов, перенесших наряду с КШ правостороннюю КЭЭ.

Ранее были получены данные о ведущей роли функциональных систем правого полушария в вегетативной регуляции гемодинамики и переживании состояния стресса [19, 20]. Существует понятие «цереброкардиальный синдром», который характеризуется развитием кардиальной дисфункции при остром повреждении головного мозга, его клинические проявления зависят от локализации и величины очага ишемии в правом и левом полушариях. Счи-

тается, что у пациентов с правополушарным инсультом по сравнению с левополушарным существует большая вероятность неблагоприятного прогноза [20]. Также в исследовании М. Hedberg и К. Engström [21] показано, что в раннем послеоперационном периоде хирургических вмешательств инсульт случается чаще в правом, чем в левом полушарии. Особенности интраоперационного кровотока таковы, что в зависимости от хирургических манипуляций поток микроэмболов может отклоняться либо в брахиоцефальный ствол и попадать преимущественно в правое полушарие, либо в левую общую СА, и соответственно в левое полушарие [21]. Следовательно, в обследованной выборке пациентов интраоперационно правое полушарие оказалось более уязвимым.

Таким образом, сочетанная операция КШ и КЭЭ, являющаяся целесообразным методом восстановления кровотока головного мозга и миокарда у пациентов с тяжелым атеросклеротическим поражением коронарного русла и СА в сравнении с изолированным КШ у пациентов без гемодинамически значимых стенозов СА, не приводит к более значимому периоперационному повреждению головного мозга. Данный факт является дополнительным аргументом, делающим стратегию одноступенчатой реваскуляризации мозга и сердца обоснованной. Увеличивает выраженность корковой дисфункции в послеоперационном периоде двустороннее поражение СА, что требует применения комплекса методов церебропротекции.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
The authors declare no conflicts of interest.**

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Steinvil A, Sadeh B, Arbel Y, Justo D, Belei A, Borenstein N, Banai S, Halkin A. Prevalence and predictors of concomitant carotid and coronary artery atherosclerotic disease. *J Am Coll Cardiol*. 2011;57(7):779-783. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2010.09.047>
- Irqusi M, Vannucchi A, Beckers J, Kasseckert S, Waldhans S, Vogt S, Moosdorf RGH. Early results of surgical simultaneous therapy for significant carotid artery stenosis and heart disease. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2018;66(3):261-265. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1601425>
- Aboyans V, Ricco JB, Bartelink MEL, Björck M, Brodmann M, Cohnert T, Collet JP, Czerny M, De Carlo M, Debus S, Espinola-Klein C, Kahan T, Kownator S, Mazzolai L, Naylor AR, Roffi M, Röther J, Sprynger M, Tendera M, Tepe G, Venermo M, Vlachopoulos C, Desormais I. ESC Scientific Document Group. 2017 ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of peripheral arterial diseases, in collaboration with the European society for vascular surgery (ESVS): Document covering atherosclerotic disease of extracranial carotid and vertebral, mesenteric, renal, upper and lower extremity arteries. Endorsed by: the European Stroke Organization (ESO). The task force for the diagnosis and treatment of peripheral arterial diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur Heart J*. 2018;39(9):763-816. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx095>
- Тарасов Р.С., Казанцев А.Н., Иванов С.В., Бурков Н.Н., Ануфриев А.И., Барбараш Л.С. Хирургическое лечение мультифокального атеросклероза: патология коронарного и брахиоцефального бассейнов и предикторы развития ранних неблагоприятных событий. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2017;16(4):37-44. Tarasov RS, Kazantsev AN, Ivanov SV, Burkov NN, Anufriev AI, Barbarash LS. Surgical treatment of multifocal atherosclerosis: coronary and brachiocephalic pathology and predictors of early adverse events development. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2017;16(4):37-44. (In Russ.). <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2017-4-37-44>
- Sahni NR, Dalton M. Surgeon specialization and operative mortality in United States: retrospective analysis. *BMJ*. 2016;354:i3571. <https://doi.org/10.1136/bmj.i3571>
- Ogutu P, Werner R, Oertel F, Beyer M. Should patients with asymptomatic significant carotid stenosis undergo simultaneous carotid and cardiac surgery? *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2014;18(4):511-518. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivt525>
- Weimar C, Bilbilis K, Rewowski J, Holst T, Beyersdorf F, Breuer M, Dahm M, Diegeler A, Kowalski A, Martens S, Mohr FW, Ondrášek J, Reiter B, Roth P, Seipelt R, Siggelkow M, Steinhoff G, Moritz A, Wilhelm M, Wimmer-Greinecker G, Diener HC, Jakob H, Ose C, Scherag A, Knipp SC. CABACS Trial Investigators. Safety of simultaneous coronary artery bypass grafting and carotid endarterectomy versus isolated coronary artery bypass grafting: a randomized clinical trial. *Stroke*. 2017;48(10):2769-2775. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.117.017570>
- Трубникова О.А., Тарасова И.В., Сырова И.Д., Малева О.В., Мамонтова А.С., Барбараш О.Л. Роль стенозов сонных артерий в структуре ранней послеоперационной когнитивной дисфункции у пациентов, перенесших коронарное шунтирование. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2014;114(11):36-42. Trubnikova OA, Tarasova IV, Syrova ID, Maleva OV, Mamontova AS, Barbarash OL. A role of carotid stenoses in the structure of early postoperative cognitive dysfunction in patients underwent coronary artery bypass grafting. *Zhurnal Nevrologii i Psichiatrii im. S.S. Korsakova*. 2014;114(11):36-42. (In Russ.).
- Babiloni C, Del Percio C, Boccardi M, Lizio R, Lopez S, Carducci F, Marzano N, Soricelli A, Ferri R, Triggiani AI, Prestia A, Salinari S, Rasser PE, Basar E, Famà F, Nobili F, Yener G, Emek-Savaş DD, Gesualdo L, Mundi C, Thompson PM, Rossini PM, Frisoni GB. Occipital sources of resting-state alpha rhythms are related to local gray matter density in subjects with amnesic mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Neurobiol Aging*. 2015;36(2):556-570. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2014.09.011>
- Ponomareva N, Klyushnikov S, Abramycheva N, Malina D, Scheglova N, Fokin V, Ivanova-Smolenskaia I, Illarioshkin S. Alpha-theta border EEG abnormalities in preclinical Huntington's disease. *J Neurol Sci*. 2014;344(1-2):114-120. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2014.06.035>
- Bossema E, Brand N, Moll F, Ackerstaff R, van Doornen L. Testing the laterality hypothesis after left or right carotid endarterectomy: no ipsilateral effects on neuropsychological functioning. *J Clin Exp Neuropsychol*. 2007;29(5):505-513.
- Heyer EJ, Mallon KA, Mergeche JL, Stern Y, Connolly ES. Deficits of hand coordination and laterality of carotid endarterectomy. *J Neurosurg*. 2015;122(1):101-106. <https://doi.org/10.3171/2014.8.JNS1459>
- Бунятян А.А., Трекова Н.А., Еременко А.А. *Руководство по кардиоанестезиологии и интенсивной терапии*. 2-е изд., доп. и перераб. М.: МИА; 2015. Bunyatyan AA, Trekova NA, Eremenko AA. *Rukovodstvo po kardioanestezologii i intensivnoj terapii*. 2-e izd., dop. i pererab. M.: MIA; 2015. (In Russ.).
- Тарасова И.В., Кухарева И.Н., Барбараш О.Л. Электроэнцефалографические маркеры нарушений когнитивного статуса у пациентов с ишемической болезнью сердца. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2016;8(3):43-47. Tarasova IV, Kukhareva IN, Barbarash OL. EEG markers of cognitive impairments in patients with coronary artery disease. *Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics*. 2016;8(3):43-47. (In Russ.). <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2016-3-43-47>
- Голухова Е.З., Полунина А.Г., Лефтерова Н.П., Морелли О.Д., Бегачев А.В. Электроэнцефалография как инструмент диагностики ишемических изменений головного мозга после аортокоронарного шунтирования. *Креативная кардиология*. 2012;1:107-122. Goluhova EZ, Polunina AG, Lefterova NP, Morelli OD, Begachyov AV. Elektroencefalografiya kak instrument diagnostiki ishemicheskikh izmenenij golovnoego mozga posle aortokoronarnogo shuntirovaniya. *Kreativnaya Kardiologiya*. 2012;1:107-122. (In Russ.).
- 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. Tarasova IV, Trubnikova OA, Barbarash OL, Barbarash LS. EEG changes in patients with early and long-term postoperative cognitive dysfunction after on-pump coronary artery bypass surgery. *The Neurological Journal*. 2017;22(3):136-141. (In Russ.). <https://doi.org/10.18821/1560-9545-2017-22-3>
- Bonanni L, Perfetti B, Bifulchelli S, Taylor JP, Franciotti R, Parnetti L, Thomas A, Onofri M. Quantitative electroencephalogram utility in predicting conversion of mild cognitive impairment to dementia with Lewy bodies. *Neurobiol Aging*. 2015;36(1):434-445. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2014.07.009>
- Engels MM, Hillebrand A, van der Flier WM, Stam CJ, Scheltens P, van Straaten EC. Slowing of hippocampal activity correlates with cognitive decline in early onset Alzheimer's disease. An MEG study with virtual electrodes. *Front Hum Neurosci*. 2016;10:238. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00238>
- Holland AK, Newton SE, Hinson DW, Hardin J, Coe M, Harrison DW. Physiological and behavioral indices of hostility: an extension of the capacity model to include exposure to affective stress and right lateralized motor stress. *Laterality*. 2014;19(5):560-584. <https://doi.org/10.1080/1357650X.2014.886586>
- Басанцова Н.Ю., Шишкин А.Н., Тибекина Л.М. Цереброкардиальный синдром и его особенности у пациентов с острыми нарушениями мозгового кровообращения. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина*. 2017;12(1):31-47. Basantsova NYu, Shishkin AN, Tibekina LM. Cerebral-cardiac syndrome and its manifestation after acute stroke. *Vestnik SPbSU. Medicine*. 2017;12(1):31-47. (In Russ.). <https://doi.org/10.21638/11701/spbu11.2017.103>
- Hedberg M, Engström KG. Stroke after cardiac surgery — hemispheric distribution and survival. *Scand Cardiovasc J*. 2013;47(3):136-144. <https://doi.org/10.3109/14017431.2012.737016>

Поступила 05.10.18

Received 05.10.18

Принята к печати 14.04.19

Accepted 14.04.19