

DOI: 10.56871/MTP.2023.57.15.023

УДК 616.831-005.4-071-008.464

## НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАННЕЙ КАРОТИДНОЙ ЭНДАРТЕРЭКТОМИИ ПРИ АТЕРОТРОМБОТИЧЕСКОМ ИНСУЛЬТЕ

© Ирина Владимировна Стафеева<sup>1</sup>, Иван Петрович Дуданов<sup>1, 2, 3</sup><sup>1</sup> Городская Мариинская больница. 191014, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Литейный пр., д. 56<sup>2</sup> Петрозаводский государственный университет. 185910, Российская Федерация, Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр. Ленина, д. 33<sup>3</sup> Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2**Контактная информация:** Ирина Владимировна Стафеева — д.м.н., врач высшей категории, врач отделения функциональной диагностики. E-mail: istafeeva@inbox.ru ORCID ID:0000-0002-2172-6113**Для цитирования:** Стафеева И.В., Дуданов И.П. Нейрофизиологические критерии эффективности ранней каротидной эндартерэктомии при атеротромботическом инсульте // Медицина: теория и практика. 2023. Т. 8. № 4.C. 155–161. DOI: <https://doi.org/10.56871/MTP.2023.57.15.023>

Поступила: 22.06.2023

Одобрена: 29.07.2023

Принята к печати: 09.11.2023

**РЕЗЮМЕ: Введение.** В настоящее время активно обсуждаются преимущества хирургического лечения перед консервативными методами у пациентов с гемодинамически значимым сужением сонных артерий. Основными дискуссионными вопросами сегодня являются время от начала инсульта до проведения операции и критерии отбора пациентов для выполнения вмешательства. В последние годы наибольшую актуальность приобрели нейрофизиологические методы исследования спонтанной и вызванной активности головного мозга, которые способны выявить функциональные нарушения, имеющие важное прогностическое значение. **Цель исследования** — изучение динамики спектрально-когерентных показателей электроэнцефалографии (ЭЭГ) и показателей соматосенсорных вызванных потенциалов у больных ишемическим атеротромботическим инсультом различной степени тяжести, которым в остром периоде была выполнена каротидная эндартерэктомия на стороне инфаркта. **Материалы и методы.** Обследованы 105 пациентов с ишемическим инсультом, которым в остром периоде была выполнена каротидная эндартерэктомия, анализировали динамику, спектральные, когерентные характеристики ЭЭГ в послеоперационном периоде. Сопоставляли динамику спектров мощности и внутриполушарной ЭЭГ. **Результаты исследования.** Показано, что выраженная депрессия альфа-активности на стороне обоих полушарий является неблагоприятным прогностическим фактором для выполнения каротидной эндартерэктомии и восстановления нарушенных функций после операции. Наличие стадии увеличения мощности альфа-ритма на стороне клинически интактного полушария с одновременной депрессией альфа-ритма на стороне пораженного полушария в послеоперационном периоде является благоприятным прогностическим фактором для восстановления нарушенных функций и коррелирует с статистически значимым уменьшением выраженности неврологического дефицита.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ишемический инсульт, электроэнцефалография, каротидная эндартерэктомия, спектры мощности, когерентность.

## NEUROPHYSIOLOGICAL CRITERIA FOR THE EFFECTIVENESS OF EARLY CAROTID ENDARTERECTOMY IN ATHEROTHROMBOTIC STROKE

© Irina V. Stafeeva<sup>1</sup>, Ivan P. Dudanov<sup>1, 2, 3</sup>

<sup>1</sup> City Mariinsky Hospital. 191014, Russian Federation, Saint Petersburg, Liteiny pr., 56

<sup>2</sup> Petrozavodsk State University, 185910, Russian Federation, Republic of Karelia, Petrozavodsk, Lenin Ave., 33

<sup>3</sup> Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 194100, Russian Federation, Saint Petersburg, Lithuania, 2

**Contact information:** Irina V. Stafeeva — Doctor of Medicine Sciences, Doctor of the highest category, Doctor of the Department of Functional Diagnostics. E-mail: istafeeva@inbox.ru ORCID ID: 0000-0002-2172-6113

**For citation:** Stafeeva IV, Dudanov IP. Neurophysiological criteria for the effectiveness of early carotid endarterectomy in atherothrombotic stroke. *Medicine: theory and practice* (St. Petersburg). 2023;8 (4):155-161.

DOI: <https://doi.org/10.56871/MTP.2023.57.15.023>

Received: 22.06.2023

Revised: 29.07.2023

Accepted: 09.11.2023

**ABSTRACT: Introduction.** The advantages of surgical treatment over conservative methods in patients with hemodynamically significant narrowing of the carotid arteries are currently being actively discussed. The main controversial issues at present are the time from the onset of stroke to surgery and the criteria for selecting patients for the intervention. In recent years, neurophysiological methods for studying spontaneous and evoked brain activity have become most relevant, which can identify functional disorders that have important prognostic significance. **The purpose** of the study was to study the dynamics of spectral-coherent EEG indicators and indicators of somatosensory evoked potentials in patients with ischemic atherothrombotic stroke of varying severity, who underwent carotid endarterectomy on the side of the infarction in the acute period. **Materials and methods.** We examined 105 patients with ischemic stroke who underwent carotid endarterectomy in the acute period, and analyzed the dynamics of spectral and coherent EEG characteristics in the postoperative period. The dynamics of power spectra and intrahemispheric EEG were compared. **Research results.** It has been shown that severe depression of alpha activity on the side of both hemispheres is an unfavorable prognostic factor for carotid endarterectomy and restoration of impaired functions after surgery. The presence of a stage of increasing alpha rhythm power on the side of the clinically intact hemisphere with simultaneous depression of the alpha rhythm on the side of the affected hemisphere in the postoperative period is a favorable prognostic factor for the restoration of impaired functions and correlates with a statistically significant decrease in the severity of neurological deficit.

**KEY WORDS:** ischemic stroke, electroencephalography, carotid endarterectomy, power spectra EEG, coherence.

## ВВЕДЕНИЕ

Благодаря развитию современных средств диагностики в настоящее время возможно раннее выявление и дифференциальная диагностика ишемических нарушений мозгового кровообращения, в том числе вследствие стенозирующего поражения брахиоцефальных артерий (БЦА), что позволяет проводить современные открытые и эндоваскулярные реконструктивные вмешательства на БЦА в остром периоде ишемического инсульта [1–5].

## ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью исследования явилось изучение динамики спектрально-когерентных показателей ЭЭГ у больных ишемическим атеротромботическим инсультом различной степени тяжести, которым в острейшем периоде была выполнена каротидная эндартерэктомия на стороне инсульта.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Группу пациентов с первым в анамнезе атеротромботическим ишемическим инсультом с полушарной локализацией вследствие гемодинамически значимого поражения внутренней сонной артерии на стороне развития инфаркта составили 105 пациентов. Всем пациентам в течение двух недель от начала заболевания была выполнена каротидная эндартерэктомия. Все пациенты в зависимости от тяжести состояния на момент поступления в стационар были разделены на две клинические группы: инсульт с легким неврологическим дефицитом (NIHS = менее 7 баллов), инсульт с неврологическим дефицитом средней тяжести (NIHS = 7–14 баллов).

**Группа инсульта с неврологическим дефицитом средней степени тяжести (n=54).** Мужчины — 44 человека (81%), женщины — 10 человек (19%). Средний возраст — 69,14±7,4 года. Суммарный балл по шкале NIHS в пер-

вые сутки —  $12,4 \pm 2,7$ . Средняя величина стенозирующего поражения внутренней сонной артерии (ВСА) на стороне инфаркта составила  $81,2 \pm 3,1$ . Средние сроки оперативного лечения в этой группе составили  $4,7 \pm 2,7$  дней.

**Группа инсульта с легким неврологическим дефицитом ( $n=51$ ).** Мужчины — 40 человек (78,4%), женщины — 11 человек (21,6%). Средний возраст больных легкой степени тяжести составил  $64,7 \pm 5,49$ . Суммарный балл по шкале NIHSS на первые сутки составил  $7,2 \pm 0,6$ . Средняя величина стенозирующего поражения ВСА на стороне инфаркта составила  $77,5 \pm 3,8$ . Средние сроки оперативного лечения в этой группе составили  $3,9 \pm 2,1$  дней.

При определении показаний к операции на сонных артериях руководствовались известными положениями: диагноз «ишемический инсульт»; отсутствие данных за геморрагический инсульт; очаг ишемии по данным СКТ или МРТ головного мозга, не превышающий 1/3 области полушарий (в среднем величина очага составила  $3,2 \pm 0,2$  см), кровоснабжаемого ипсилатеральной среднемозговой артерией; отсутствие грубого неврологического дефицита (non disabling — неинвалидизирующий инсульт), средний балл по шкале NIHSS не превышал 14; наличие гемодинамически значимого поражения экстракраниального отдела ипсилатеральной сонной артерии в виде стеноза более 60% просвета сосуда, и (или) признаки нестабильности и (или) изъятия атеросклеротической бляшки. Противопоказанием к оперативному лечению были: выраженный отек головного мозга, стойкая артериальная гипертензия, плохо поддающаяся медикаментозной терапии, обширная зона ишемии головного мозга, тяжелые сопутствующие заболевания (недавно перенесенный инфаркт миокарда, признаки острой и хронической недостаточности внутренних органов) наличие пенумбры менее 50% от размера ишемического очага по данным перфузионной компьютерной томографии головного мозга.

Группу сравнения для пациентов с неврологическим дефицитом средней степени тяжести составили 52 пациента, прооперированных спустя две недели после развития инсульта. Среди них мужчин было 40 человек (76,9%), женщин — 12 человека (23,1%). Средний возраст пациентов составил  $68,2 \pm 7,1$  года. Средний балл на момент поступления по шкале NIHSS составил  $12,7 \pm 2,8$ . Средняя величина стенозирующего поражения внутренней сонной артерии на стороне инфаркта составила  $84,1 \pm 3,5$ . Средние сроки оперативного лечения в этой группе составили  $18,4 \pm 2,3$  дней.

Группу сравнения для пациентов с легким неврологическим дефицитом составили 60 пациентов: 42 мужчины (70%) и 18 человек женщин (30%). Средний возраст больных —  $66,4 \pm 4,7$  года. Суммарный балл по шкале NIHSS на первые сутки —  $7,1 \pm 0,8$ . Средняя величина стенозирующего поражения ВСА на стороне инфаркта —  $83,9 \pm 3,7$ . Средние сроки оперативного лечения в этой группе составили  $17,5 \pm 2,4$  дней.

Для регистрации ЭЭГ использовали 19-канальный цифровой электроэнцефалограф-нейрокартограф фирмы Nicolet One (США). Для количественной оценки спектра мощности использовали программу «Нейрокартограф», которая позволяла рассчитать мощности и показатели внутриполушарной когерентности (ВПК) для основных диапазонов частот ЭЭГ: дельта (0–4 Гц), тета (4–8 Гц), альфа-1 (8–10 Гц), альфа-2 (10–13 Гц), бета (13–30 Гц). Запись проводилась до операции и на 2, 7, 14, 21-е сутки после операции. Статистическая обработка данных проводилась при помощи пакета статистических программ S-Plus 2005 (Math Soft Inc.) с использованием методов непараметрической статистики. Для выявления достоверных различий между средними выборок использовались критерии Вилкоксона и Колмогорова.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

**Группа инсульта с неврологическим дефицитом средней степени тяжести.** В первые сутки после операции у пациентов основной группы выявлены достоверно более высокие ( $p < 0,05$ ) показатели мощности спектра медленноволновой активности во всех областях обоих полушарий, преимущественно в передних, центральных и теменных отделах обоих полушарий по сравнению с группой сравнения. Альфа-активность была дезорганизована с нарушением зональных различий. При количественном анализе отмечалось перераспределение мощности спектра альфа-активности с более низкими показателями мощности спектра в височно-затылочных отделах, преимущественно пораженного полушария. Бета-активность была распределена диффузно с некоторым преобладанием в лобно-центральных, центральных, теменных и лобно-височных отделах интактного полушария. В динамике, на 7-е сутки после операции, отмечалось достоверное ( $p < 0,05$ ) уменьшение медленноволновой активности, преимущественно тета-диапазона, в обоих полушариях с некоторым преоблада-

нием ее в лобно-центральных, центральных, теменных и височных отделах пораженного полушария. Преимущественным изменением у больных в этот период было угнетение альфа-активности в обоих полушариях ( $p < 0,05$ ). При этом наиболее выраженными были изменения альфа-2-активности. В группе сравнения альфа-активность, преимущественно альфа-1-диапазона, регистрировалась широко, наблюдали ее достоверное увеличение в лобно-центральных, теменных, височно-затылочных и затылочных отделах пораженного полушария ( $p < 0,05$ ).

К концу второй недели после операции у пациентов обеих групп выявлялось значительное уменьшение медленноволновой активности в обоих полушариях с преобладанием ее в пораженном полушарии по сравнению с предыдущим исследованием. В основной группе сохранялось общее угнетение альфа-активности в обоих полушариях, более выраженное на стороне очага поражения. Отмечалось уменьшение альфа-1-активности в лобно-центральных, центральных и лобно-височных отделах пораженного и клинически интактного полушарий ( $p < 0,05$ ). Эти данные коррелировали с тяжестью клинического состояния, оцениваемого по шкале NIHSS ( $p < 0,05$ ). В группе сравнения отмечали значительное нарастание ( $p < 0,05$ ) альфа-активности, преимущественно альфа-1-диапазона, в интактном полушарии в лобно-центральных, центральных, теменных, височных и затылочных отделах. В то же время в лобно-центральных, лобно-височных и затылочных отделах пораженного полушария имело место уменьшение альфа-активности, преимущественно альфа-1-диапазона ( $p < 0,05$ ).

К 21-м суткам послеоперационного периода наблюдалось дальнейшее уменьшение медленноволновой активности у пациентов обеих групп. Выявлено достоверное ( $p < 0,05$ ) уменьшение тета- и дельта-активности в лобно-центральных и лобно-височных областях в сравнении с предыдущим исследованием. У больных обеих групп отмечалось увеличение альфа-активности во всех отделах, за исключением затылочных. Наиболее выраженное ее увеличение в основной группе наблюдалось в лобно-центральном, центральном и височном отделах пораженного полушария по сравнению с предыдущим исследованием ( $p < 0,05$ ). Данные коррелировали с тяжестью клинического состояния, оцениваемого по шкале NIHSS ( $p < 0,05$ ).

В первые сутки после операции в обеих группах наблюдалось усиление внутриполу-

шарных связей в интактном полушарии. Были выявлены достоверно более высокие ( $p < 0,05$ ) показатели ВПК во всех частотных диапазонах в лобно-височной, центрально-височной и центрально-затылочной областях. Усиление внутриполушарных взаимодействий в интактном полушарии наблюдались в течение всего острейшего периода. Эти данные коррелировали с тяжестью клинического состояния, оцениваемого по шкале NIHSS ( $p < 0,05$ ). У пациентов обеих групп к концу первой недели после операции отмечалось повышение показателей ВПК в пораженном полушарии. Зарегистрировано статистически значимое увеличение ( $p < 0,05$ ) ВПК в лобно-височных и височно-затылочной областях пораженного полушария в альфа-, тета-диапазонах по сравнению с предыдущим исследованием. Кроме того, наблюдалось достоверное повышение ( $p < 0,05$ ) ВПК в центрально-височной и лобно-центральной областях интактного полушария в альфа- и тета-диапазонах. В остальных областях интактного полушария, по сравнению с показателями первых суток после операции, сохранялись высокими показатели ВПК в большинстве частотных диапазонов.

Анализ динамики показателей ВПК выявил, что в конце второй недели после операции в основной группе происходило усиление внутриполушарных взаимосвязей в большинстве областей пораженного полушария ( $p < 0,05$ ). В клинически интактном полушарии отмечалось уменьшение показателей ВПК во всех частотных диапазонах, более выраженное в лобно-височных, центрально-височных и центрально-затылочных отделах по сравнению с предыдущим исследованием ( $p < 0,05$ ). Эти данные коррелировали с тяжестью клинического состояния, оцениваемого по шкале NIHSS ( $p < 0,05$ ). В группе сравнения наблюдали выраженное увеличение показателей ВПК в лобно-центральных и, в большей степени, в лобно-височных областях обоих полушарий, преимущественно в клинически интактном полушарии ( $p < 0,05$ ).

Эти данные коррелировали с изменениями тяжести неврологического дефицита по шкале NIHSS ( $p < 0,05$ ). К концу третьей недели после операции в основной группе наблюдалось достоверное уменьшение показателей ВПК во всех частотных диапазонах в лобно-центральной и лобно-височной областях интактного полушария по сравнению с предыдущим исследованием ( $p < 0,05$ ) (рис. 1). В лобно-височных, лобно-центральных, центрально-височных областях на стороне очага поражения регистриро-

вались высокие показатели внутриполушарной когерентности во всех частотных диапазонах без динамики по сравнению со второй неделей после операции. Эти данные коррелировали с тяжестью клинического состояния, оцениваемого по шкале NIHSS ( $p < 0,05$ ). В группе сравнения отмечали увеличение показателей ВПК в передних областях обоих полушарий, преимущественно в альфа- и бета-диапазонах по сравнению с предыдущим исследованием. Выявили достоверное увеличение ( $p < 0,05$ ) ВПК в лобно-височной области пораженного полушария. Эти данные также коррелировали с изменениями тяжести неврологического дефицита по шкале NIHSS ( $p < 0,05$ ).

**Группа инсульта с легким неврологическим дефицитом.** У пациентов основной группы в первые сутки после операции наблюдали повышение тета- и дельта-активности в обоих полушариях с некоторым преобладанием в лобных, центральных и теменных отделах пораженного полушария. Наряду с сохранявшимся снижением показателей мощности спектра альфа-2-активности, отмечали значительное увеличение показателей мощности спектра альфа-1-активности в обоих полушариях с преобладанием изменений в пораженном полушарии ( $p < 0,05$ ). Бета-активность была угнетена, однако показатели мощности спектра были увеличены по сравнению с предыдущим исследованием. На седьмые сутки отмечалось уменьшение медленноволновой активности, преимущественно тета-диапазона, в обоих полушариях, наиболее выраженное в лобно-центральных и височных отделах пораженного полушария. Показатели мощности спектра альфа-1-активности оставались прежними, за исключением лобно-височных отделов, где наблюдалось увеличение показателей в обоих полушариях ( $p < 0,05$ ). Альфа-2- и бета-активность была уменьшена преимущественно в

центральных, теменных и височных отделах пораженного полушария ( $p < 0,05$ ). Спустя две недели после операции наблюдалось дальнейшее уменьшение медленноволновой активности в обоих полушариях с преобладанием изменений в передних, центральных и височных отделах пораженного полушария. Отмечалось дальнейшее увеличение альфа-1-активности в лобных, центральных и височных отделах обоих полушарий ( $p < 0,05$ ). Сохранялось угнетение альфа-2- и бета-активности в большинстве областей обоих полушарий с преобладанием изменений на стороне поражения.

К концу третьей недели после операции отмечалось значительное уменьшение показателей мощности спектра дельта- и тета-активности, которое было наиболее выраженным в пораженном полушарии. Имело место достоверное увеличение ( $p < 0,05$ ) показателей мощности спектра альфа-1-, альфа-2- и бета-активности в лобной, центральной и височной областях обоих полушарий с преобладанием изменений в пораженном полушарии по сравнению с предыдущими исследованиями.

В первые сутки после операции выявили тенденцию к повышению показателей внутриполушарной когерентности для альфа- и бета-диапазонов в пораженном полушарии по сравнению с контрольной группой ( $p < 0,05$ ). К концу первой недели после операции в лобно-центральной, лобно-височной и центрально-височных областях преимущественно клинически интактного полушария наблюдали увеличение показателей внутри полушарной когерентности во всех частотных диапазонах ( $p < 0,05$ ). Эти данные коррелировали с тяжестью клинического состояния, оцениваемого по шкале NIHSS ( $p < 0,05$ ). На 14-е сутки отмечали увеличение показателей внутриполушарной когерентности в передних отделах пораженного полушария ( $p < 0,05$ ). Показатели внутриполушарной когерентности в

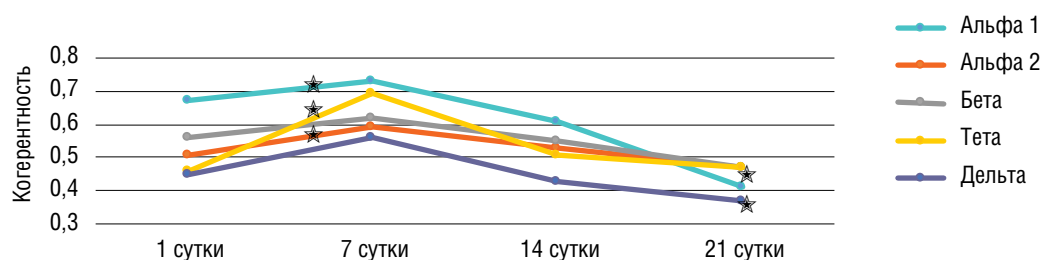


Рис. 1. Динамика внутриполушарной когерентности в послеоперационном периоде у больных с неврологическим дефицитом средней степени тяжести (по шкале NIHSS) в лобно-височных отделах клинически интактного полушария (операция в первые две недели) (по оси ординат — значения внутриполушарной когерентности, по оси абсцисс — сутки после операции). ★  $p < 0,05$  — достоверное отличие от показателей первых суток послеоперационного периода

клинически интактном полушарии существенно не менялись, оставаясь высоким во всех частотных диапазонах. К концу третьей недели показатели когерентности в клинически интактном полушарии уменьшались, оставаясь выше по сравнению с показателями первых суток и контрольной группы. Эти данные коррелировали с тяжестью клинического состояния, оцениваемого по шкале NIHSS ( $p < 0,05$ ). Показатели внутриполушарной когерентности в пораженном полушарии в центрально-височной, лобно-центральной областях были достоверно ( $p < 0,05$ ) выше по сравнению с показателями первых суток и больных контрольной группы.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, для пациентов вне зависимости от сроков оперативного вмешательства и тяжести неврологического дефицита было характерным уменьшение патологических изменений ЭЭГ в виде снижения мощности спектра медленноволновой активности к концу первой недели после операции. Наиболее выраженными эти изменения были в лобно-центральных и лобно-височных отделах обоих полушарий. У пациентов с неврологическим дефицитом средней степени тяжести, прооперированных в первые две недели после развития инсульта, начиная с первой и до конца второй недели послеоперационного периода наблюдалось угнетение альфа-активности, преимущественно альфа-2-диапазона, в обоих полушариях.

Для группы пациентов с легким неврологическим дефицитом (по шкале NIHSS), оперированных в первые две недели после развития инсульта, в послеоперационном периоде было характерно угнетение альфа-2-активности в пораженном полушарии к концу первой недели послеоперационного периода. Эти данные коррелировали с показателями тяжести неврологического дефицита (по шкале NIHSS) ( $p < 0,05$ ) в виде значительного регресса двигательных, чувствительных и зрительных нарушений. Со второй недели после операции наблюдали усиление альфа-активности, преимущественно в альфа-1-диапазоне, в пораженном полушарии, более выраженное в лобных, центральных и височной областях. При этом угнетение альфа-2- и бета-активности на стороне пораженного полушария сохранялось в течение двух недель после операции, что, на наш взгляд, является благоприятным фактором для восстановления нарушенных функций, отражая охранительное тормозное влияние неспецифических срединных структур головного мозга.

По нашим данным, редукция альфа-активности является важным функциональным признаком тяжести патологического процесса. Выраженная депрессия альфа-активности на стороне обоих полушарий является неблагоприятным прогностическим фактором для выполнения каротидной эндартерэктомии и восстановления нарушенных функций после операции. Наличие стадии увеличения мощности альфа-ритма на стороне клинически интактного полушария с одновременной депрессией альфа-ритма на стороне пораженного полушария в послеоперационном периоде является благоприятным прогностическим фактором для восстановления нарушенных функций и коррелирует с статистически значимым уменьшением выраженности неврологического дефицита.

У пациентов с инсультом средней тяжести по шкале NIHSS, прооперированных в первые две недели после развития инсульта, и у пациентов с легким неврологическим дефицитом, прооперированных спустя две недели после развития инсульта, начиная со второй недели послеоперационного периода, в клинически интактном полушарии отмечалось уменьшение показателей внутриполушарной когерентности, что, по-видимому, связано с ослаблением межполушарного взаимодействия и «истощением» регуляторного воздействия стволовых отделов головного мозга. Это коррелировало ( $p < 0,05$ ) с отсутствием динамики выраженности неврологического дефицита (по шкале NIHSS) у пациентов данной группы в это период.

Показатели внутриполушарной когерентности в клинически интактном полушарии существенно не менялись, оставаясь высоким во всех частотных диапазонах. Таким образом, особенности изменений внутриполушарной когерентности в пораженном и клинически интактном полушариях имеют важное прогностическое значение для выбора сроков операции и функционального исхода ишемического инсульта после выполнения каротидной эндартерэктомии. Снижение показателей внутриполушарной когерентности ( $p < 0,05$ ) до операции в лобно-височных и лобно-центральных областях клинически интактного полушария является неблагоприятным прогностическим фактором для выполнения каротидной эндартерэктомии и восстановления нарушенных, особенно двигательных, функций после операции. У пациентов с легким неврологическим дефицитом, прооперированных в первые две недели от развития инсульта, подобные изменения наблюдались к концу первой недели послеоперационного периода.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты отражают функциональную дезинтеграцию коры головного мозга вследствие структурных изменений и разобщения функциональных связей. «Критическим периодом» мозгового кровообращения у пациентов с неврологическим дефицитом средней степени тяжести (по шкале NIHSS) является вторая неделя послеоперационного периода. У пациентов с неврологическим дефицитом легкой степени тяжести (по шкале NIHSS) при оперативном лечении в первые две недели после развития инсульта «критическим периодом» является первая неделя, а при оперативном лечении спустя две недели после развития инсульта — вторая неделя послеоперационного периода. Этот период требует тщательного наблюдения за пациентами и усиления нейропротективной терапии.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

**Информированное согласие на публикацию.** Авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию медицинских данных.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Author contribution.** Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Consent for publication.** Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information within the manuscript.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дуданов И.П., Васильченко Н.О., Коблов Е.С. Хирургическое лечение стенозированных сонных артерий у пациентов с выраженным неврологическим дефицитом в остром периоде ишемического инсульта; Нейрохирургия; 2013; (2):18-24.
2. Ahmed N., Steiner T., Caso V., Wahlgren N. Recommendations from the ESO-Karolinska Stroke Update Conference, Stockholm 13–15 November 2016; European Stroke Journal; 2017; 0(0):1–8.
3. Bruls S, Van Damme H, Defraigne JO. Timing of carotid endarterectomy: a comprehensive review; Acta Chirurgiae Belgica; 2012; 112(1): 3-7.
4. Capoccia L, Sbarigia E, Speziale F, Toni D, Biello A, Montelione N, Fiorani P. The need for emergency surgical treatment in carotid-related stroke in evolution and crescendo transient ischemic attack; Journal Vascular Surgery; 2012; 55(6): 1611-7.
5. Malcharek MJ<sup>1</sup>, Herbst V, Bartz GJ, Manceur AM, Gille J, Hennig G, Sablotzki A, Schneider G. Multimodal evoked potential monitoring in asleep patients versus neurological evaluation in awake patients during carotid endarterectomy - a single-centre retrospective trial of 651 patients; Minerva Anesthesiol; 2015; (6): 4-10.

## REFERENCES

1. Dudanov I.P., Vasil'chenko N.O., Koblov E.S. Hirurgicheskoe lechenie stenozirovannyh sonnyh arterij u pacientov s vyrazhennym nevrologicheskim deficitom v ostrom periode ishemicheskogo insul'ta [Surgical treatment of stenosed carotid arteries in patients with severe neurological deficit in the acute period of ischemic stroke]; Nejrohirurgiya; 2013; (2):18-24. (In Russian)
2. Ahmed N., Steiner T., Caso V., Wahlgren N. Recommendations from the ESO-Karolinska Stroke Update Conference, Stockholm.13–15 November 2016; European Stroke Journal; 2017; 0(0):1–8.
3. Bruls S, Van Damme H, Defraigne JO. Timing of carotid endarterectomy: a comprehensive review; Acta Chirurgiae Belgica; 2012; 112(1): 3-7.
4. Capoccia L, Sbarigia E, Speziale F, Toni D, Biello A, Montelione N, Fiorani P. The need for emergency surgical treatment in carotid-related stroke in evolution and crescendo transient ischemic attack; Journal Vascular Surgery; 2012; 55(6): 1611-7.
5. Malcharek MJ<sup>1</sup>, Herbst V, Bartz GJ, Manceur AM, Gille J, Hennig G, Sablotzki A, Schneider G. Multimodal evoked potential monitoring in asleep patients versus neurological evaluation in awake patients during carotid endarterectomy - a single-centre retrospective trial of 651 patients; Minerva Anesthesiol; 2015; (6): 4-10.