

СТАФЕЕВА И. В.¹, ВОЗНЮК И. А.²,
ДУДАНОВ И. П.¹

Функциональная активность головного мозга – биоэлектрический маркер эффективности каротидной эндартерэктомии, выполненной в остром периоде ишемического инсульта

¹ *Петрозаводский государственный университет*

185910, Россия, Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр. Ленина, д. 33

² *Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И. И. Джанелидзе*

192242, Россия, Санкт-Петербург, ул. Будапештская, д. 3, лит. А

e-mail: istafeeva@inbox.ru

Статья поступила в редакцию 14.06.17 и принята к печати 15.07.17.

Реферат

Биоэлектрическая активность – это универсальная характеристика функционального состояния мозга при нормальном уровне кровообращения и при гипоперфузии. По нашему мнению, этот параметр может использоваться для оценки эффективности хирургического восстановления кровообращения при эндартерэктомии. В данном исследовании был проведен анализ спектральных характеристик ЭЭГ у 106 пациентов, которым выполнялась эндартерэктомия в остром периоде инсульта (до и после двух недель от начала заболевания). Была изучена динамика спектров мощности ЭЭГ, вызванных потенциалов и клинических данных в предоперационном периоде и после операции. Выявлено, что характер изменений спектральной мощности альфа- и бета-активности ЭЭГ в пораженном и интактном полушарии в остром периоде ишемического инсульта может повлиять на выбор сроков каротидной эндартерэктомии и имеет важное значение для прогнозирования функционального исхода после операции. Ингибирование альфа- и бета-активности в обоих полушариях в предоперационном периоде является неблагоприятным фактором для хирургического вмешательства, так как это не приводит к восстановлению нарушенных функций при инсульте любой степени тяжести.

Ключевые слова: *ишемический инсульт, электроэнцефалография, каротидная эндартерэктомия, спектры мощности, альфа-ритм, бета-ритм, биоэлектрическая активность головного мозга*

Для цитирования: *Стафеева И. В., Вознюк И. А., Дуданов И. П. Функциональная активность головного мозга – биоэлектрический маркер эффективности каротидной эндартерэктомии, выполненной в остром периоде ишемического инсульта. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2017;16(3):15–20. doi: 10.24884/1682-6655-2017-16-3-15-20*

Введение

Развитие ишемического инсульта (ИИ) в 60–75 % случаев связано с патологией брахиоцефальных артерий (БЦА). Ведущим этиологическим фактором стенотических поражений БЦА является атеросклероз. Выполнение каротидной эндартерэктомии (КЭАЭ) при клинически проявляющемся стенозе внутренней сонной артерии снижает риск развития повторного инсульта в бассейне оперированного сосуда при стенозе более 70 % просвета [7–11]. Показано, что выполнение реконструктивных операций на сонных артериях в остром периоде позволяет расширить возможности реабилитации пациентов, перенесших ишемический инсульт (ИИ) [1–6]. Важным при определении показаний для реваскуляризации головного мозга у больных с окклюзирующими поражениями сонных артерий является не только выявление признаков недостаточности компенсаторного мозгового кровотока и снижения цереброваскулярного резерва в бассейне пораженного сосуда, но и так называемого «функционального резерва» – потенциала нейропластичности головного мозга. В связи с этим для достижения наиболее эффективного результата реабилитационных мероприятий представляется важным

выявление общих закономерностей восстановления нарушенных функций после инсульта с объективной оценкой степени нарушения состояния головного мозга как интегральной системы.

Таким образом, все изложенное обусловило актуальность изучения клинико-неврологических и нейрофизиологических особенностей у больных ИИ в процессе восстановления нарушенных функций, которым в остром периоде была выполнена реваскуляризация головного мозга, что определило цель исследования.

Целью исследования явилось изучение динамики неврологического дефицита и сопоставление спонтанной активности головного мозга у пациентов ИИ средней степени тяжести, которым в остром периоде была выполнена КЭАЭ в до- и послеоперационном периоде.

Материал и методы исследования

Группу пациентов с полушарной локализацией инфаркта и атеротромботическим вариантом развития инсульта после реконструктивных операций в остром периоде ишемического инсульта составили 106 пациентов. Для объективизации характера и динамики изменений неврологической симптоматики использо-

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ (КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ)

валась шкала NIHSS (National Institute of Health scale) и В. Lindmark (1988). Для количественной оценки ЭЭГ использовалась программа спектрального анализа «NicoletOne», позволяющая методом быстрого преобразования Фурье проводить количественную оценку мощностей основных диапазонов частот ЭЭГ: дельта (0–4 Гц), тета (4–8 Гц), альфа-1 (8–10 Гц), альфа-2 (10–13 Гц), бета-1 (13–20 Гц), бета-2 (20–30 Гц). Вычислялись значения мощности спектра в мкВ²/Гц в различных частотных диапазонах с последующей статистической обработкой в симметричных отведениях (Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, C3, C4, P3, P4, T3, T4, T5, T6, O1, O2), проводились количественный анализ межполушарной асимметрии и характеристик биоэлектрической активности (БЭА) мозга в области его очаговых изменений, анализ градиента очаговых изменений. Исследования проводились до операции на 1-е, 7-е, 14-е и 21-е сутки и на 1-е, 7-е, 14-е, 21-е сутки после оперативного вмешательства.

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 $\frac{1}{3}$ области полушарий (в среднем величина очага составила $3,2 \pm 0,2$ см), кровоснабжаемого ипсилатеральной среднимозговой артерией; отсутствие грубого неврологического дефицита (nondisabling – неинвалидизирующий инсульт), средний балл по шкале NIHSS не более 14 баллов; 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. Противопоказаниями 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.

Контрольную группу (группа сравнения) составили 107 пациентов с первым в анамнезе НМК по ишемическому типу с полушарной локализацией инфаркта и атеротромботическим вариантом развития инсульта, которым не проводилось оперативное лечение. Среди них мужчин было 63 (58,9 %), женщин – 44 человека (41,1 %). Средний возраст пациентов составил $67,3 \pm 6,3$ года. Статистическая обработка данных проводилась при помощи пакета статистических программ S-Plus 2000 (MathSoftInc) с использованием методов непараметрической статистики. Для выявления достоверных различий между средними выборками использовались критерии Вилкоксона и Колмогорова.

Результаты исследования и их обсуждение

Группу пациентов после реконструктивных операций в течение первых 2 недель после развития инсульта составили 54 пациента. Среди них муж-

чин было 44 (81 %), женщин – 10 (19 %). Средний возраст пациентов составил $69,14 \pm 7,4$ года. Левополушарная локализация очага ишемии наблюдалась у 29 (53,7 %) человек, правополушарная локализация – у 25 (46,3 %) человек. Суммарный балл по шкале NIHSS в 1-е сутки составил $12,4 \pm 2,7$. Средняя величина стенозирующего поражения внутренней сонной артерии на стороне инфаркта составила $81,2 \pm 3,1$. Средняя величина стеноза на противоположной стороне составила $64,6 \pm 2,6$. По данным КТ, очаги инфаркта мозга подкорковой локализации выявили у 16 (29,6 %) пациентов, корково-подкорковой локализации – у 37 (70,4 %) пациентов. Средние сроки оперативного лечения в этой группе составили $4,7 \pm 2,7$ дня.

В течение первой недели после операции в большинстве случаев (92,6 %) отмечалась положительная динамика течения заболевания в виде уменьшения очаговых симптомов, касающихся двигательных и речевых нарушений. Средний балл по шкале NIHSS спустя неделю после операции составил $10,8 \pm 2,2$ ($p < 0,05$).

В 32 (56,1 %) случаях инсульта к 21-му дню наблюдалось хорошее восстановление неврологических функций с уменьшением двигательных нарушений до легкого гемипареза (таблица).

У 12 (22,2 %) пациентов на фоне легкого гемипареза сохранялись расстройства чувствительности. Гомонимная гемианопсия сохранялась у 2 (3,7 %). Исчезновение скотомы наблюдали у всех пациентов (группа инсульта с ограниченными последствиями по шкале В. Lindmark). У 18 (31,6 %) пациентов к концу острого периода сохранялся умеренный гемипарез. Гомонимная гемианопсия сохранялась у 3 (5,5 %) пациентов. Речевые нарушения в виде моторной афазии сохранялись у 3 (5,5 %) пациентов, в виде дизартрии – у 5 (9,2 %) пациентов. Расстройства чувствительности наблюдались у 9 (16,7 %) пациентов (группа инсульта средней тяжести по шкале В. Lindmark) (таблица). В послеоперационном периоде выживаемость пациентов составила 100 %. У двух (3,7 %) пациентов на 2-е сутки после операции наблюдалось развитие транзиторной ишемической атаки в бассейне оперированного сосуда в виде нарастания очаговой симптоматики, которое сохранялось в течение 12 ч после операции.

Группу пациентов после реконструктивных операций спустя 2 недели после инсульта составили 52 пациента: 27 (51,9 %) пациентов с левополушарной локализацией очага и 25 (48,1 %) пациентов с правополушарной локализацией. Среди них мужчин было 40 (76,9 %), женщин – 12 (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 $84,1 \pm 3,5$. Средняя величина стеноза на противоположной стороне составила $65,3 \pm 3,1$. По данным КТ, очаги инфаркта мозга подкорковой локализации выявили у 15 (28,8 %) пациентов, корково-подкорковой локализации – у 37 (71,2 %) пациентов.

Средние сроки оперативного лечения в этой группе составили $18,4 \pm 2,3$ дня.

К концу 2-й недели острого периода и через 1 неделю после операции у всех пациентов данной группы не выявили существенной клинической динамики. При динамическом наблюдении спустя 2 недели после операции отмечали значительный регресс очаговой неврологической симптоматики. Средний балл спустя 2 недели после операции по шкале NIHSS составил $8,1 \pm 0,6$. Средний балл по шкале Lindmark составил $382,2 \pm 18,7$ ($p < 0,05$). У 38 (73,1 %) пациентов данной подгруппы сохранялись двигательные нарушения в виде легкого гемипареза, одинаково выраженного в руке и ноге. Регресс зрительных нарушений в виде исчезновения скотом, симптома монокулярной слепоты наблюдали у всех пациентов. Гомонимная гемианопсия сохранялась у 8 (15,4 %). У 9 (17,3 %) пациентов с правополушарной локализацией очага сохранялись нарушения поверхностной и глубокой чувствительности. Нарушения только поверхностной чувствительности сохранялись у 17 (33,3 %) больных. У 5 (9,8 %) пациентов отмечался полный регресс афатических нарушений. У 14 (26,9 %) пациентов не отмечалось значимой динамики неврологического дефицита. К 21-м суткам после операции полный регресс очаговых симптомов наблюдали у 9 (17,3 %) пациентов с левополушарным инсультом. К концу 3-й недели после операции имело место статистически значимое увеличение суммарного балла по шкале Lindmark до $406,7 \pm 22,5$ ($p < 0,05$). Средний балл спустя 3 недели после операции по шкале NIHSS составил $6,7 \pm 0,7$ ($p < 0,05$). У 40 (76,9 %) пациентов сохранялся легкий гемипарез, преимущественно дистальных отделов. У 3 (5,8 %) пациентов сохранялся умеренный гемипарез. У 10 (17,8 %) пациентов сохранялись нарушения чувствительности. У 6 (11,5 %) пациентов сохранялись признаки моторной афазии, у 7 (13,5 %) пациентов с правополушарной локализацией очага поражения – явления дизартрии. Признаки гомонимной гемианопсии выявлялись у 3 (5,8 %) пациентов (таблица).

СТАФЕЕВА И. В., ВОЗНЮК И. А., ДУДАНОВ И. П.

При оценке неврологического статуса по шкале В. Lindmark (1988) пациенты данной группы к концу острого периода были распределены следующим образом: инсульт с ограниченными последствиями – 41 (78,8) пациент; инсульт средней тяжести – 6 (11,5 %) пациент. Вариант малого инсульта наблюдался у 5 (9,8 %) пациентов. Выживаемость пациентов составила 100 %. Послеоперационных осложнений не наблюдали.

Особенности спонтанной биоэлектрической активности у пациентов, прооперированных в первые 2 недели после развития инсульта.

В 1-е сутки после операции у пациентов данной группы выявлены достоверно более высокие ($p < 0,05$) показатели мощности спектра медленно-волновой активности во всех областях обоих полушарий. Дельта-активность регистрировалась в обоих полушариях с преобладанием в лобно-центральных, центральных, теменных и височных отделах. Повышение тета-активности наблюдалось преимущественно в передних, центральных и теменных отделах обоих полушарий. 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 уменьшение медленно-волновой активности, преимущественно тета-диапазона, в обоих полушариях с некоторым преобладанием 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 вы-

Динамика выраженности неврологических синдромов у пациентов с неврологическим дефицитом средней степени тяжести в группах консервативного и хирургического лечения в течение острого периода

Неврологические синдромы	Выраженность неврологических синдромов, %					
	консервативное лечение		хирургическое лечение			
	1-е сутки	21-е сутки	первые 2 недели		спустя 2 недели	
			до операции	21-е сутки	до операции	21-е сутки
Двигательные нарушения:	100	94,7	100	87,7	100	82,7
гемиплегия	22,8	–	16,7	–	15,3	–
выраженный гемипарез	26,3	14	27,8	–	21,1	–
умеренный гемипарез	38,6	42,1	46,3	31,6	59,6	5,8 ^{1,2}
легкий гемипарез	12,3	38,6	9,2	56,1	3,8	76,9 ^{1,2}
Чувствительные нарушения	61,4	49,1	57,4	38,8	57,7	17,8 ^{1,2}
Речевые нарушения	71,9	50,9	66,7	27,8	65,4	25 ¹
Зрительные нарушения	78,9	43,8	68,5	9,2 ¹	75	5,8 ^{1,2}

¹ – достоверное отличие показателей группы консервативного лечения и групп хирургического лечения на 1-е и 21-е сутки, $p < 0,05$; ² – достоверное отличие показателей групп хирургического лечения на 21-е сутки, $p < 0,05$.

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ (КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ)

раженными были изменения альфа-2-активности. Показатели мощности спектра альфа-1-активности оставались прежними, за исключением лобно-височных отделов, где наблюдалось уменьшение показателей в обоих полушариях.

Пространственное распределение бета-активности было прежним. Наблюдалось уменьшение бета-активности в обоих полушариях. Однако указанные изменения не были достоверными.

У пациентов данной группы к концу 2-й недели после операции выявлялось значительное уменьшение медленноволновой активности в обоих полушариях с преобладанием ее в пораженном полушарии по сравнению с предыдущим исследованием. Выявлено статистически значимое уменьшение ($p < 0,05$) мощности спектра тета-активности в лобно-центральных и дельта-активности в височном отделах пораженного полушария по сравнению с показателями 7-х суток. У альфа-активности наблюдалось некоторое пространственное перераспределение мощности спектра. 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 ($p < 0,05$).

К 21-м суткам послеоперационного периода наблюдалось дальнейшее уменьшение медленноволновой активности. Сохранялось некоторое преобладание медленноволновой активности на стороне очага, особенно выраженное в лобно-центральных и лобно-височных отделах, при количественном анализе выявлялось исчезновение межполушарной асимметрии. Выявлено достоверное ($p < 0,05$) уменьшение тета- и дельта-активности в лобно-центральных и лобно-височных областях в сравнении с предыдущим исследованием. У больных данной группы ЭЭГ в конце 3-й недели послеоперационного периода характеризовалась менее выраженной медленноволновой активностью по сравнению с группой больных, которым операция не выполнялась. Выявлены достоверные различия ($p < 0,05$) показателей мощности спектра тета-активности у пациентов этих групп в лобно-центральных, центральном, лобно-височном отделах пораженного полушария и в теменном, височно-затылочном, затылочном отделах интактного полушария, а также дельта-активности в височно-затылочной области интактного полушария.

При этом к 21-м суткам отмечалось увеличение альфа-1-активности во всех отделах, за исключением затылочных. Наиболее выраженное ее увеличение наблюдалось в лобно-центральных, центральном и височном отделах пораженного полушария по сравнению с предыдущим исследованием. Изменения альфа-2-активности характеризовались увеличением ее в пораженном и интактном полушариях. Выявлялось возрастание бета-активности в обоих полушариях по сравнению с показателями 14-х суток, однако данные изменения не были достоверными.

Особенности спонтанной биоэлектрической активности у пациентов, прооперированных спустя 2 недели после развития инсульта. У пациентов группы ИИ средней тяжести достоверных различий показателей спектра мощности до и в 1-е сутки после операции не отмечалось. Как и в контрольной группе, регистрировались высокие показатели тета-активности в лобно-центральных отделах обоих полушарий, а также в центральном, теменном, лобно-височном, височном и затылочном отделах пораженного полушария. Показатели мощности спектра дельта-активности были выше в лобно-центральных отделах обоих полушарий. Наблюдалось преобладание медленноволновой активности на стороне очага, особенно выраженное в лобно-центральных, лобно-височных отделах. Альфа-2-активность была ниже во всех областях, за исключением затылочных, преимущественно в лобно-центральных, центральных и височных отделах пораженного полушария.

Характерным изменением через одну неделю после операции было увеличение медленноволновой активности, преимущественно в пораженном полушарии. Отмечали более выраженное нарастание тета-активности, по сравнению с дельта-активностью, в лобно-центральных, центральных и теменных отделах пораженного полушария по сравнению с дооперационными показателями ($p < 0,05$). При анализе альфа-активности проявилась тенденция к увеличению показателей мощности спектра в обоих полушариях, преимущественно на стороне очага поражения, по сравнению с предыдущим исследованием. Альфа-активность, преимущественно альфа-1-диапазона, регистрировалась широко, наблюдали ее достоверное увеличение в лобно-центральных, теменных, височно-затылочных и затылочных отделах пораженного полушария ($p < 0,05$). Изменения бета-активности заключались в уменьшении ее в обоих полушариях по сравнению с показателями до операции. Однако эти изменения не были достоверными.

Спустя две недели после операции выявляли уменьшение медленноволновой активности. Наблюдалось значительное уменьшение показателей мощности спектра тета- и, в большей степени, дельта-активности в лобно-центральной, центральной и теменной областях интактного полушария по сравнению с предыдущим исследованием ($p < 0,05$). Отмечали значительное нарастание ($p < 0,05$) альфа-активности, преимущественно альфа-1-диапазона, в интактном полушарии в лобно-центральных, центральных, теменных, височных и затылочных отделах по сравнению с показателями первой недели после операции. В то же время в лобно-центральных, лобно-височных и затылочных отделах пораженного полушария имело место уменьшение альфа-активности, преимущественно альфа-1-диапазона ($p < 0,05$).

Изменения бета-активности характеризовались уменьшением ее в лобно-височных, височных, затылочно-височных и затылочных отделах обоих полушарий. Однако данные изменения не были достоверными по сравнению с предыдущим исследованием.

Через три недели после операции отмечали дальнейшее уменьшение дельта-активности с преобладанием изменений на стороне поражения. Наблюдали уменьшение показателей мощности спектра тета-активности в лобно-центральных, центральных, теменных и затылочных отделах обоих полушарий ($p < 0,05$). Отмечали нарастание альфа-активности в лобно-центральных, лобно-височных отделах пораженного и клинически интактного полушария по сравнению с показателями 2-й недели ($p < 0,05$). При этом было зарегистрировано уменьшение межполушарной асимметрии. Выявляли достоверное увеличение ($p < 0,05$) показателей мощности спектра бета-активности в центральной и височной областях обоих полушарий по сравнению с предыдущими показателями.

Заключение

Таким образом, характер изменений спектра мощности альфа- и бета-активности ЭЭГ в пораженном и интактном полушариях в остром периоде ишемического инсульта может влиять на выбор сроков выполнения каротидной эндартерэктомии и имеет важное прогностическое значение для функционального исхода после операции. Выполнение каротидной эндартерэктомии у пациентов с неврологическим дефицитом средней степени тяжести (по шкале NIHSS) спустя 2 недели после развития инсульта приводит к усилению мощности спектра альфа-активности на стороне клинически интактного полушария. При этом на стороне пораженного полушария на 2-й неделе послеоперационного периода регистрируется угнетение альфа- и бета-активности, отражая снижение корковой возбудимости и торможение активирующего влияния ретикулярной формации, что позволяет восстановить нарушенные функции. Эти изменения коррелируют с достоверным ($p < 0,05$) уменьшением выраженности неврологического дефицита (по шкале NIHSS) спустя две недели после операции. В то время как у пациентов, прооперированных в течение первых двух недель после инсульта, к концу 1-й недели происходит достоверное уменьшение ($p < 0,05$) неврологического дефицита без дальнейшего статистически значимого изменения к концу 3-й недели после операции. Эти изменения коррелируют с потенцированием депрессии альфа- и бета-активности, наблюдающемся в этот период инсульта на стороне обоих полушарий, которое продолжается в течение трех недель послеоперационного периода. Угнетение альфа- и бета-активности обоих полушарий в

СТАФЕЕВА И. В., ВОЗНЮК И. А., ДУДАНОВ И. П. предоперационном периоде является неблагоприятным фактором для выполнения оперативного вмешательства, так как не приводит к восстановлению нарушенных функций вне зависимости от тяжести инсульта.

Литература

1. Баркаускас Е., Мескаскене А., Лаурикенас К. Риск, связанный с каротидной эндартерэктомией у пациентов с инфарктом головного мозга // *Ангиол. и сосудистая хирургия*. 2005. № 1 (1). С. 103–111.
2. Дуданов И. П., Белинская В. Г., Васильченко Н. О. и др. Опыт оказания помощи пациентам с симптомным стенозом сонных артерий в остром периоде ишемического инсульта // *Вестник новых мед. технологий*. 2011. Т. 18. № 4. С. 206–209.
3. Дуданов И. П., Белинская В. Г., Жуков А. Е. и др. Активная реперфузия головного мозга в острейшем периоде ишемического инсульта. Изменение диагностического стандарта // *Росс. нейрохирург. журн. им. проф. А. Л. Поленова*. 2015. Т. VII: Спец. вып.: *Материалы XIV Всеросс. науч.-практ. конф. «Поленовские чтения»*, 15–17 апр. 2015 г. СПб., 2015. С. 17–19.
4. Дуданов И. П., Васильченко Н. О., Белинская В. Г. и др. Каротидная эндартерэктомия с малым стенозом сонных артерий в остром периоде ишемического инсульта // *Нейрохирургия*. 2014. № 3. С. 30–34.
5. 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. С. 18–24.
6. Метаболизм в головном мозге при каротидной эндартерэктомии (оксигенация, электролитный баланс, потребление глюкозы) / Караваев Б. И., Гавриленко А. В., Скрялев С. И., Куклин А. В. // *Ангиол. и сосудистая хирургия*. 2006. № 2 (4). С. 43–47.
7. AbuRahma A. F., Robinson P., Holt S. M. et al. Perioperative and late stroke rates of carotid endarterectomy contralateral to carotid artery occlusion: results from a randomized trial // *Stroke*. 2000. Vol. 31. P. 1566–1571.
8. Byl N., Roderick J., Mohamed O. et al. Effectiveness of sensory and motor rehabilitation of the upper limb following the principles of neuroplasticity: patients stable poststroke // *Neurorehabil. Neural. Repair*. 2003. № 17 (3). P. 176–191.
9. Murphy T. H., Corbett D. Plasticity during stroke recovery: from synapse to behavior // *Nature Rev. Neurosci.* 2009. № 10. P. 861–872.
10. Rothwell P. M., Gutnikov S. A., Warlow C. P. For the ECST. Re-analysis of the final results of the European Carotid Surgery Trial // *Stroke*. 2003. Vol. 34. P. 514–523.
11. Vernieri F., Pasqualetti P., Matteis V. et al. Effect of collateral reactivity on the outcome of carotid artery occlusion // *Stroke*. 2001. Vol. 32. P. 1552–1558.

The brain functional activity – bioelectrical marker of the effectiveness of carotid endarterectomy performed in the acute period of ischemic stroke

¹ Petrozavodsk State University

185910, Russian Federation, Republic of Karelia, Petrozavodsk, Leni street, 33

² St. Petersburg research institute of emergency care named after I. I. Janelidze

192242, Russian Federation, Saint-Petersburg, Budapeshetskaya street, 3/A

e-mail:

Received 14.06.17; accepted 15.07.17.

Abstract

Bioelectrical activity is a universal characteristic of functional state of the brain at a normal level of blood flow and under hypoperfusion. This parameter can be used to assess the effectiveness of the operation before and after endarterectomy. In this study we analyzed spectral characteristics of EEG in 106 patients who underwent endarterectomy in the acute period of stroke before and after two weeks from the onset of the disease. Was studied the dynamics of the power spectra of the EEG evoked potentials and clinical data before and after surgery. It is revealed that the nature of the change in the spectral power of alpha and beta activity of the EEG in the affected and in the intact hemisphere in acute ischaemic stroke can affect the timing of carotid endarterectomy and are important for the prediction of functional outcome after surgery. Inhibition of alpha- and beta-activity in both hemispheres in the preoperative period is an unfavorable factor for surgical intervention, as this will not lead to restoration of disturbed functions irrespective of stroke severity.

Keywords: ischemic stroke, electroencephalography, carotid endarterectomy, power spectra EEG, alpha-rhythm, beta-rhythm, bioelectric activity of the brain

For citation: Stafeeva I. V., Voznjouk I. A., Dudanov I. P. The brain functional activity – bioelectrical marker of the effectiveness of carotid endarterectomy performed in the acute period of ischemic stroke. *Regional hemodynamics and microcirculation*. 2017;16(3):15–20. doi: 10.24884/1682-6655-2017-16-3-15-20

References

1. Barkauskas E., Meskaskene A., Laurikenas K. Risk svyazannyiy s karotidnoy endarterektomiye u patsientov s infarktom golovnogogo mozga. *Angiologiya i sosudistaya hirurgiya*. 2005; 1 (1): 103–111.
2. Karavaev B. I., Gavrilenko A. V., Skryilev S. I., Kuklin A. V. Metabolizm v golovnom mozge pri karotidnoy endarterektomii (oksigenatsiya, elektrolitnyybalans, potreblenielyukozyi). *Angiologiya i sosudistaya hirurgiya*. 2006; 2 (4): 43–47.
3. Dudanov I.P., Belinskaya V.G., Zhukov A.E. i soavt. Aktivnaya reperfuziya golovnogogo mozga v ostreyshem periode ishemicheskogo insulta. *Izmenenie diagnosticheskogo standarta. Rossiyskiy neyrohrurgicheskoy zhurnal im. prof. A. L. Polenova*, 2015, T.VII, spetsialnyiy vyipusk materialy XIV Vserossiyskoy n.-p. k. «Polenovskiechteniya», 15-17 aprelya 2015 g., Sankt-Peterburg – s. 17-19.
4. Dudanov I.P., Vasilchenko N.O., Belinskaya V.G. i soavt. Karotidnaya enarterektomiya s malyim stenozom sonnyih arteriy v ostrom periode ishemicheskogo insulta. *Neyrohrurgiya*. 2014. № 3. S. 30-34.
5. Dudanov I.P., Vasilchenko N.O., Koblov E.S. Hirurgicheskoe lechenie stenozirovannyih sonnyih arteriy u patsientov s vyirazhennym nevrologicheskim defitsitom v ostrom periode ishemicheskogo insulta. *Neyrohrurgiya*. 2013. № 2. S. 18-24.
6. Dudanov I.P., Belinskaya V.G., Vasilchenko N.O. i soavt. Opyit okazaniya pomoschi patsientam s simptomnyim stenozom sonnyih arteriy v ostrom periode ishemicheskogo insulta. *Vestnik novyih meditsinskih tehnologiy*. 2011. T. 18. № 4. S. 206-209.
7. AbuRahma A. F., Robinson P., Holt S. M. et al. Perioperative and late stroke rates of carotid endarterectomy contralateral to carotid artery occlusion: results from a randomized trial // *Stroke*. 2000. Vol. 31. P. 1566–1571.
8. Byl N, Roderick J, Mohamed O, et al. Effectiveness of sensory and motor rehabilitation of the upper limb following the principles of neuroplasticity: patients stable poststroke. *Neurorehabil Neural Repair*. 2003;17(3):176–91.
9. Murphy TH, Corbett D. Plasticity during stroke recovery: from synapse to behaviour. *Nature Rev Neurosci*. 2009;10:861–72.
10. Rothwell P. M., Gutnikov S. A., Warlow C. P. For the ECST. Re-analysis of the final results of the European Carotid Surgery Trial // *Stroke*. 2003. Vol. 34. P. 514–523.
11. Vernieri F, Pasqualetti P, Matteis V. et al. Effect of collateral reactivity on the outcome of carotid artery occlusion // *Stroke*. 2001. Vol. 32. P. 1552–1558.