

ИРИНА ВЛАДИМИРОВНА СТАФЕЕВА

кандидат медицинских наук, докторант кафедры неврологии и психиатрии медицинского факультета, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)
istafeeva@inbox.ru

НАТАЛИЯ СЕРГЕЕВНА СУББОТИНА

доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой неврологии и психиатрии медицинского факультета, Петрозаводский государственный университет (Петрозаводск, Российская Федерация)
nataliyasubbotin@yandex.ru

ОСОБЕННОСТИ ВНУТРИПОЛУШАРНЫХ СООТНОШЕНИЙ ЭЭГ У БОЛЬНЫХ В ОСТРОМ ПЕРИОДЕ ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА*

У 63 пациентов с ишемическим инсультом в остром периоде проанализированы когерентные характеристики ЭЭГ. Сопоставлялась динамика внутриполушарной когерентности ЭЭГ и клинических показателей у пациентов с различной степенью тяжести заболевания. Показано, что особенности изменений показателей внутриполушарной когерентности в пораженном и клинически интактном полушариях в остром периоде демонстрируют четкую взаимосвязь с тяжестью ишемического инсульта и имеют важное прогностическое значение. У пациентов с тяжелым течением ишемического инсульта отмечались низкие показатели внутриполушарной когерентности в лобно-височных и лобно-центральных областях клинически интактного полушария.

Ключевые слова: ишемический инсульт, электроэнцефалография, внутриполушарная когерентность

Фундаментальным свойством головного мозга является его пластичность, проявляющаяся на протяжении всей жизни организма. Это механизмы, которые обеспечивают реагирование и изменение мозга на повреждение его самого и периферической нервной сети. Возникающие при поражении мозга симптомы нейродифицита отражают не проявления поврежденной области мозга, а функцию всего мозга, точнее, пластические изменения в оставшейся части мозга [10], [11]. В работе Г. Н. Крыжановского [7] показано, что в восстановительных процессах, происходящих в структурах мозга после его повреждения, важная роль принадлежит внутриклеточной регенерации. При этом между нейронами образуются новые связи благодаря регенерации их отростков. Пластические перестройки при ишемическом инсульте не ограничиваются областью повреждения, они возникают в других зонах мозга, следствием чего является выраженная в той или иной степени общая пластическая реорганизация мозга, обуславливающая новые отношения организма со средой [9]. Возможность возрождения утраченной функции после инсульта, которое часто наблюдается даже при оставшемся морфологическом дефекте, изначально вызвавшем дефицит, обусловлена исчезновением дисфункционального статуса, порожденного «диализмом» [3], [4], а также формированием новых полисинаптических связей [1], [2], [8].

Многолетние исследования ЭЭГ больных с очаговыми поражениями центральной нервной системы показали, что наиболее информативные параметры функционирования мозга могут быть получены на основании вычисления функции когерентности, позволяющей охарактеризовать тонус коры и мозаику межцентральных отношений [1], [2], [5], [6].

Целью нашего исследования явилось изучение динамики спектрально-когерентных показателей ЭЭГ у больных в остром периоде ишемического инсульта различной степени тяжести.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Обследовали 63 пациента с первым в анамнезе нарушением мозгового кровообращения по ишемическому типу с полушарной локализацией инфаркта. Среди них мужчин было 41 (65,1%), женщин – 22 (34,9%). Средний возраст пациентов составил $69,13 \pm 9,8$ года. Все пациенты в остром периоде в зависимости от тяжести состояния были разделены на три клинические группы: малый инсульт (10 человек), инсульт средней тяжести (27 человек) и тяжелый инсульт (26 человек). Контрольную группу составили 35 практически здоровых лиц, сопоставимых по возрасту и полу, без неврологических нарушений. Все исследуемые были правшами. У всех больных проводили клинико-неврологическое исследование. Для объективизации характера и динамики изменений неврологической симптоматики использовали шкалу NIHSS (National

Institute of Health Scale), отражающую тяжесть острого периода и течение заболевания.

Для регистрации ЭЭГ использовали 20-канальный компьютерный электроэнцефалограф МБН-Нейрокартограф (Россия). Для количественной оценки спектра когерентности использовали программу «Нейрокартограф», которая позволяла методом быстрого преобразования Фурье рассчитать абсолютные значения когерентности 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). Проводился анализ монополярных отведений ЭЭГ с референтными ушными электродами. Для оценки выбирали не менее 12 одиночных 2,5-секундных, свободных от артефактов фрагментов фоновой ЭЭГ после 5-минутной адаптации больного к условиям записи. Проводился анализ показателей внутриполушарной когерентности для Fp1-C3, Fp2-C4, C3-O1, C4-O2, Fp1-T3, Fp2-T4, T3-O1, T4-O2 – для каждого частотного диапазона и всей частотной полосы. Запись ЭЭГ проводилась на 1, 7, 14, 21-е сутки заболевания. Статистическая обработка данных осуществлялась при помощи пакета статистических программ S-Plus 2000 (MathSoft Inc.) с использованием методов непараметрической статистики. Для выявления достоверных различий между средними выборки использовались критерии Вилкоксона и Колмогорова.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При анализе ЭЭГ пациентов с тяжелым инсультом (средний балл по шкале NIHSS $19,5 \pm 4,3$) в первые сутки заболевания показатели внутриполушарной когерентности во всех частотных диапазонах в большинстве областей обоих полушарий были выше по сравнению с группой здоровых испытуемых. Наиболее выраженные изменения отмечались в центрально-височных и затылочно-височных областях полушарий. К концу первой недели происходило резкое уменьшение показателей когерентности в интактном полушарии во всех частотных диапазонах по сравнению с предыдущим исследованием. Особенно выраженное уменьшение показателей наблюдалось в лобно-височных областях.

К концу второй недели заболевания отмечалось увеличение показателей внутриполушарной когерентности во всех частотных диапазонах в обоих полушариях с некоторым преобладанием изменений в интактном полушарии по сравнению с предыдущим исследованием. Наблюдалось достоверное увеличение ($p < 0,05$) когерентности в лобно-височной области интактного полушария по сравнению с показателями 7-х суток в альфа-1, бета- и тета-диапазонах. К концу острого периода отмечалось уменьшение показателей когерентности в обоих полушариях, более выраженное в передних

отделах интактного полушария по сравнению с предыдущим исследованием. Наиболее резкое уменьшение показателей внутриполушарной когерентности зарегистрировано в лобно-височной области интактного полушария, преимущественно в альфа-, тета- и дельта-диапазонах, по сравнению с показателями 14-х суток.

В первые сутки от начала заболевания у пациентов группы инсульта средней тяжести (средний балл по шкале NIHSS $11,4 \pm 2,7$) наблюдалось усиление внутриполушарных связей в клинически интактном полушарии. Были выявлены достоверно более высокие ($p < 0,05$) показатели внутриполушарной когерентности во всех частотных диапазонах в лобно-височной, центрально-височной и центрально-затылочной областях по сравнению с группой здоровых испытуемых.

К концу первой недели, начиная с 7-х суток от начала заболевания отмечалось резкое снижение показателей когерентности в пораженном полушарии. Зарегистрировано статистически значимое уменьшение ($p < 0,05$) внутриполушарной когерентности в центрально-затылочной, центрально-височной и височно-затылочной областях пораженного полушария в альфа-, тета- и дельта-диапазонах по сравнению с предыдущим исследованием. В конце второй недели происходило усиление внутриполушарных взаимосвязей в пораженном полушарии. Наблюдалось достоверное увеличение ($p < 0,05$) показателей в альфа-2-диапазоне в центрально-затылочной и височно-затылочной областях пораженного полушария по сравнению с предыдущим исследованием. В клинически интактном полушарии отмечалось незначительное увеличение показателей внутриполушарной когерентности во всех частотных диапазонах, более выраженное в центрально-височных и центрально-затылочных отделах. К концу острого периода наблюдалось уменьшение показателей внутриполушарной когерентности во всех частотных диапазонах в лобно-центральной и лобно-височной областях интактного полушария по сравнению с предыдущим исследованием. В центрально-височных областях, преимущественно на стороне очага поражения, выявлялось увеличение показателей внутриполушарной когерентности во всех частотных диапазонах по сравнению со второй неделей инсульта.

У пациентов группы малого инсульта (средний балл по шкале NIHSS $6,0 \pm 0,8$) в первые сутки инсульта была выявлена тенденция к повышению показателей внутриполушарной когерентности для альфа- и бета-диапазонов в пораженном полушарии по сравнению с группой здоровых испытуемых. Показатели внутриполушарной когерентности были значительно выше по сравнению с группой здоровых лиц во всех частотных диапазонах в центрально-височной

области обоих полушарий. К концу первой недели заболевания изменения внутриполушарных связей в обоих полушариях принимали двуполуполушарный характер. В передних областях (лобно-центральной, лобно-височной) наблюдалось увеличение показателей внутриполушарной когерентности во всех частотных диапазонах. В задних областях (центрально-затылочной, височно-затылочной) отмечалось уменьшение показателей внутриполушарной когерентности. Начиная с 14-х суток отмечалось уменьшение показателей внутриполушарной когерентности по сравнению с предыдущим исследованием. Наиболее выраженное уменьшение было зарегистрировано в тета- и, в большей степени, дельта-диапазонах, преимущественно на стороне очага поражения. К концу острого периода отмечалось дальнейшее уменьшение показателей внутриполушарной когерентности в пораженном полушарии. Указанные изменения преобладали в передних областях. В интактном полушарии в большинстве частотных диапазонов, за исключением альфа-1-диапазона в центрально-затылочной области, наблюдалось увеличение когерентности в лобно-височной, центрально-затылочной, височно-затылочной областях по сравнению с предыдущим исследованием.

Таким образом, в рамках данной работы было проведено динамическое исследование показателей внутриполушарной когерентности у пациентов в остром периоде ишемического инсульта различной степени тяжести. У больных с тяжелым неврологическим дефицитом (по шкале NIHSS) в первые сутки заболевания отмечалось достоверное увеличение показателей когерентности в большинстве областей обоих полушарий, за исключением лобно-височных. Однако начиная с 7-х суток после окончания острейшего периода было зафиксировано снижение показателей внутриполушарной когерентности в интактном полушарии. Несмотря на некоторое увеличение этого показателя на второй неделе заболевания, к концу острого периода отмечалось дальнейшее его снижение, что можно рассматривать как неблагоприятный прогностический признак течения инсульта. По сравнению с пациентами группы неврологического дефицита средней тяжести наиболее выраженное снижение показателей когерентности наблюдалось в лобно-височных областях обоих полушарий, отмечена тенденция к снижению показателей в центрально-височных областях обоих полушарий. Для

пациентов с неврологическим дефицитом средней тяжести (по шкале NIHSS) было характерно достоверное компенсаторное увеличение внутриполушарных взаимосвязей в большинстве, за исключением лобно-височных и лобно-центральных, областей клинически интактного полушария в течение острейшего периода инсульта. В конце острейшего периода отмечалось резкое статистически значимое уменьшение ($p < 0,05$) показателей внутриполушарной когерентности в пораженном полушарии, однако в конце второй недели от начала заболевания отмечалось усиление взаимосвязей внутри пораженного полушария, что проявлялось увеличением показателей внутриполушарной когерентности. Затем в конце острого периода выявлялось некоторое уменьшение взаимосвязей внутри пораженного полушария. Тем не менее показатели внутриполушарной когерентности в клинически интактном полушарии оставались высокими по сравнению с группой здоровых испытуемых в течение всего острого периода ишемического инсульта, что, по нашему мнению, имело благоприятное прогностическое значение для восстановления нарушенных функций, прежде всего двигательной системы, у пациентов данной группы. Установлено, что для пациентов группы малого инсульта было характерным усиление внутриполушарных связей в острейший период инсульта сначала в пораженном, а к концу первой недели – в интактном полушарии, преимущественно в передних областях. При этом увеличение показателей было достоверно больше ($p < 0,05$) по сравнению с группой неврологического дефицита средней тяжести. Указанные изменения, по-видимому, носили компенсаторный характер. К концу острого периода показатели когерентности приближались по своим значениям к показателям группы здоровых испытуемых. В течение первых двух недель в центрально-височных областях обоих полушарий у пациентов с легким и среднетяжелым неврологическим дефицитом отмечались высокие показатели когерентности, что, по нашему мнению, явилось благоприятным прогностическим признаком в плане восстановления утраченных функций и соответствует данным О. М. Гриндель [2]. Именно восстановление сочетанной активности височных и центральных отделов доминирующего полушария, то есть моторно-речевой зоны коры, играет важную роль для дальнейшей нормализации межцентральных взаимодействий.

* Работа выполнена при поддержке Программы стратегического развития ПетрГУ в рамках реализации комплекса мероприятий по развитию научно-исследовательской деятельности на 2012–2016 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болдырева Г. Н., Шарова Е. В., Добронравова И. С. Роль регуляторных структур мозга в формировании ЭЭГ человека // Физиология человека. 2000. Т. 26. № 5. С. 19–34.
2. Гриндель О. М., Коптелов Ю. М., Машеров Е. Л., Пронин И. Н. Очаги патологической активности в головном мозге и их влияние на пространственно-временные отношения ЭЭГ // Журн. высш. нервн. деят. 1998. № 4. С. 671–686.

3. Гусев Е. И., Скворцова В. И., Журавлева Е. Ю., Яковлева Е. В. Механизмы повреждения ткани мозга на фоне острой фокальной ишемии // Журн. неврол. и психиатр. 1999. Т. 99. № 5. С. 55–59.
4. Гусев Е. И., Скворцова В. И., Коваленко А. В., Соколов М. А. Механизмы повреждения ткани мозга на фоне острой фокальной церебральной ишемии // Журн. неврол. и психиатр. 1999. № 2. С. 65–69.
5. Зверева З. Ф., Советов А. Н. Электрофизиологическая характеристика показателей межполушарной асимметрии при восстановительных процессах в мозге после его одностороннего повреждения // Вестн. РАМН. 2000. № 3. С. 31–37.
6. Жаворонкова Л. А., Максакова О. А., Смирнова Н. Я., Кроткова О. А., Найдин В. Л. Межполушарные соотношения когерентности ЭЭГ при реабилитации больных с тяжелой черепно-мозговой травмой // Физиология человека. 2001. Т. 27. № 2. С. 5–14.
7. Крыжановский Г. Н. Пластичность в патологии нервной системы // Журн. неврол. и психиатр. 2001. № 2. С. 5–6.
8. Пекна М., Пекни М., Нильссон М. Модулирование нейрональной пластичности как основа реабилитации после инсульта // Журнал Национальной ассоциации по борьбе с инсультом / Stroke. Российское издание. 2013. № 1. С. 85–96.
9. Ago T., Kitazono T., Ooboshi H., Takada J., Yoshiura T., Mihara F., Ibayashi S., Iida M. Deterioration of pre-existing hemiparesis brought about by subsequent ipsilateral lacunar infarction // J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry. 2003. Vol. 74. (8). P. 1152–1153.
10. Cramer S. C., Bastings E. P. Mapping clinically relevant plasticity after stroke // Neuropharmacology. 2000. Vol. 39. P. 842–851.
11. Greifzu F., Schmidt K.-F., Kreikemeier K., Löwel S., Schmidt S., Witte O. W. Global impairment and therapeutic restoration of visual plasticity mechanisms after a localized cortical stroke // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2011. Vol. 108 (37). P. 15450–15455.

Stafeeva I. V., Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)
Subbotina N. S., Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)

CHARACTERISTIC FEATURES OF HEMISPHERIC COHERENCE IN EEG PATIENTS DIAGNOSED WITH ISCHEMIC STROKE

Coherent EEG characteristics in 63 patients with ischemic stroke in the acute period were analyzed. Dynamics of intrahemispheric EEG coherence and clinical parameters in patients with varying severity of the condition were compared. It is shown that characteristics of changes in the values of the affected intrahemispheric coherence and clinically intact hemisphere in the acute phase have clear relationships with the severity of ischemic stroke. It also has an important prognostic value of the disease. In patients diagnosed with severe ischemic stroke, low rates of intrahemispheric coherence in the frontal-temporal and frontal-central areas of clinically intact hemisphere were observed.

Key words: ischemic stroke, electroencephalography, intrahemispheric coherence

REFERENCES

1. Boldyreva G. N., Sharova E. V., Dobronravova I. S. The role of the regulatory structures of the brain in the formation of human EEG [Rol' regulatorynykh struktur mozga v formirovanii EEG cheloveka]. *Fiziologiya cheloveka*. 2000. Vol. 26. № 5. P. 19–34.
2. Grindel' O. M., Koptelov Ju. M., Masherov E. L., Pronin I. N. Pockets of abnormal activity in the brain and their effects on the spatial and temporal relationship of EEG [Ochagi patologicheskoy aktivnosti v golovnom mozge i ikh vliyaniye na prostranstvenno-vremennyye otnosheniya EEG]. *Zhurn. vyssh. nervn. deyat.* 1998. № 4. P. 671–686.
3. Gusev E. I., Skvortsova V. I., Zhuravleva E. Ju., Yakovleva E. V. The mechanisms of tissue damage in the brain of acute focal ischemia [Mekhanizmy povrezhdeniya tkani mozga na fone ostroy fokal'noy ishemii]. *Zhurn. nevrol. i psikiatr.* 1999. Т. 99. № 5. С. 55–59.
4. Gusev E. I., Skvortsova V. I., Kovalenko A. V., Sokolov M. A. The mechanisms of tissue damage in the brain of acute focal ischemia [Mekhanizmy povrezhdeniya tkani mozga na fone ostroy fokal'noy tserebral'noy ishemii]. *Zhurn. nevrol. i psikiatr.* 1999. № 2. С. 65–69.
5. Zvereva Z. F., Sovetov A. N. Electrophysiological characteristics of indicators of asymmetry in regenerative processes in the brain after unilateral ablation [Elektrofiziologicheskaya kharakteristika pokazateley mezhpolusharnoy asimetrii pri vosstanovitel'nykh protsessakh v mozge posle ego odnostoronnego povrezhdeniya]. *Vestn. RAMN.* 2000. № 3. С. 31–37.
6. Zhavoronkova L. A., Maksakova O. A., Smirnova N. Ya., Krotkova O. A., Naydin V. L. Interhemispheric correlation of EEG coherence in the rehabilitation of patients with severe traumatic brain injury [Mezhpolusharnyye sootnosheniya kogerentnosti EEG pri reabilitatsii bol'nykh s tyazhelyoy cherepno-mozgovoy travмой]. *Fiziologiya cheloveka*. 2001. Vol. 27. № 2. С. 5–14.
7. Kryzhanovskiy G. N. Plasticity in the pathology of the nervous system [Plastichnost' v patologii nervnoy sistemy]. *Zhurn. nevrol. i psikiatr.* 2001. № 2. С. 5–6.
8. Pekna M., Pekni M., Nil'sson M. The modulation of neuronal plasticity as a basis for stroke rehabilitation [Modulirovaniye neyronal'noy plastichnosti kak osnova reabilitatsii posle insul'ta]. *Journal of the National Association for the Stroke / Stroke. Russian Edition*. 2013. № 1. С. 85–96.
9. Ago T., Kitazono T., Ooboshi H., Takada J., Yoshiura T., Mihara F., Ibayashi S., Iida M. Deterioration of pre-existing hemiparesis brought about by subsequent ipsilateral lacunar infarction // J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry. 2003. Vol. 74. (8). P. 1152–1153.
10. Cramer S. C., Bastings E. P. Mapping clinically relevant plasticity after stroke // Neuropharmacology. 2000. Vol. 39. P. 842–851.
11. Greifzu F., Schmidt K.-F., Kreikemeier K., Löwel S., Schmidt S., Witte O. W. Global impairment and therapeutic restoration of visual plasticity mechanisms after a localized cortical stroke // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2011. Vol. 108 (37). P. 15450–15455.

Поступила в редакцию 25.07.2013