

## ИЗМЕНЕНИЕ ВНУТРИПОЛУШАРНОЙ КОГЕРЕНТНОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С ОСТРЫМ ИШЕМИЧЕСКИМ ИНСУЛЬТОМ, ОСЛОЖНЕННЫМ ОТЕКОМ МОЗГА

СТАФЕЕВА И. В., СУББОТИНА Н. С.

ГОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет»,  
ГУЗ «Республиканская больница им. В. А. Баранова»,  
Петрозаводск

**Стафеева И. В., Субботина Н. С.** Изменение внутриполушарной когерентности у пациентов с острым ишемическим инсультом, осложненным отеком мозга // Мед. академ. журн. 2009. Т. 9. № 2. С. 73–78. ГОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет», Петрозаводск, 185910, пр. Ленина, 33; ГУЗ «Республиканская больница им. В. А. Баранова», Петрозаводск, 185019, ул. Пирогова, 3.

Проведен анализ ЭЭГ с вычислением внутриполушарной когерентности в пораженном и здоровом полушарии у больных с острым нарушением мозгового кровообращения по ишемическому типу, у которых в острейшем периоде заболевания развился отек мозга. Было выделено 2 группы: пациенты с положительной и отрицательной динамикой заболевания (динамика по шкале NIHSS более 2 баллов). Было показано, что неблагоприятным прогностическим признаком течения инсульта является снижение показателей внутриполушарной когерентности в интактном полушарии в острейшем периоде заболевания. Для пациентов с положительной динамикой заболевания (по шкале NIHSS) было характерно достоверное компенсаторное увеличение внутриполушарных взаимосвязей в большинстве областей клинически интактного полушария в течение острейшего периода инсульта. Увеличение показателей внутриполушарной когерентности в лобно-височных и лобно-центральных областях клинически интактного полушария в течение всего острого периода ишемического инсульта, по нашему мнению, имеет благоприятное прогностическое значение для восстановления нарушенных функций, прежде всего, двигательной системы у пациентов данной группы.

**Ключевые слова:** ишемический инсульт, отек мозга, электроэнцефалография, внутриполушарная когерентность.

**Stafeeva I. V., Subbotina N. S.** Changes interhemispheric coherence eeg of patients with ischemic stroke from the brain hypostases during the acute period // Med. Acad. Journ. 2009. Vol. 9. № 2. P. 73–78. Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, 185910; Baranov hospital of Karelia Republic, 185019.

After making analysis EEG of patients with ischemic stroke from the brain hypostases during the acute period of their disease we calculate interhemispheric coherence of two hemispheres: the affected and the healthy. According to these figures all the investigated patients were divided into two groups: the first had positive dynamics of their disease and the second – negative dynamics (It means the dynamics on scale NIHSS more than 2 points). It has been shown that a decrease of the rates of interhemispheric coherence in healthy hemisphere during the acute period of disease seems to be unfavourable sign for a stroke's current for those patients which have positive dynamics of disease, the permanent increase of interhemispheric coherence in the majority of clinical healthy hemisphere's areas during the sharp period of stroke is typical. In our option an increase of clinical rates of interhemispheric coherence at fronto-temporalis and fronto-centralis areas of healthy hemispheres during the whole ischemic stroke's sharp period allows us to make such predictions as the recovery of disturbed functions (particularly of Impellent system) for the first group' patients.

**Key words:** stroke, brain hypostases, acute period, electroencephalography, interhemispheric coherence.

После наступления ишемии в качестве одного из основных ее осложнений развивается отек мозга. Вначале развивается цитотоксический отек мозга вследствие перемещения макромолекул, электролитов и воды из внеклеточного пространства внутрь клетки. На КТ наблюдается диффузное набухание вещества мозга с исчезновением четкой границы между серым и белым веществом. Если ишемия сохраняется длительное время и нарушается гематоэнцефалический барьер, составные части плазмы и с ними осмотически активные вещества начинают проникать во внеклеточное пространство, в связи с

этим во внеклеточном пространстве также увеличивается содержание воды (вазогенный отек). Позднее, при присоединении вазогенного компонента отека, свободная вода распространяется в белом веществе вдоль пучков нервных волокон. Выраженный отек может оказывать масс-эффект, приводящий к локальному или диффузному повышению внутричерепного давления. Это может приводить к ухудшению перфузии пенумбры, расширению зоны инфаркта и в конечном итоге к транстенториальному вклинению сверху вниз или снизу вверх [4–5, 9–11].



Исследуя электроэнцефалограммы больных с повреждением головного мозга, Harmony T. et al. [17] показали значительное снижение внутрислоушарной когерентности в пораженном полушарии. Эти данные согласуются с данными О.М. Гриндель и соавт. [2–3]. У больных с опухолями мозга, расположенными в одном из полушарий, эти авторы выявили значительное снижение значений внутрислоушарной когерентности на стороне опухоли, тогда как в здоровом полушарии уровень когерентности был повышен. Возможен путь восстановления, основанный на парной деятельности полушарий, который заключается в том, что структуры, симметричные поврежденным, будучи функционально однородными, оказывают значительное модулирующее влияние, направленное на компенсацию нарушенных функций. Система парного анализатора начинает функционировать как единая интегративная структура, включающая левую и правую части полушарий, ускоряя тем самым восстановление нарушенных функций. Подтверждением данного положения являются результаты исследований методами позитронно-эмиссионной и функциональной магнитно-резонансной томографии, которые позволяют изучить процессы восстановления в коре головного мозга, развивающиеся после инфаркта [14, 16, 22]. В ряде работ было показано, что в процесс реорганизации вовлекаются оба полушария [13, 15, 18]. По данным Rossini P.M., Dal Forno G. [20], после инсульта происходит соматотопическая реорганизация сенсомоторной коры в обоих полушариях головного мозга. Важную роль в восстановлении утраченных функций играет реорганизация корковых нейронов в непораженном полушарии [12]. У лиц с хорошим восстановлением двигательных функций при проведении позитронно-эмиссионной томографии и функциональной магнитно-резонансной томографии отмечается сначала повышение активности в области моторной коры непораженного полушария, а в конце раннего восстановительного периода – пораженного полушария [13].

Анализ функции когерентности, отражающей сочетанность биоэлектрических процессов, используется для оценки силы функциональных связей между областями мозга [21]. Изучение организации таких связей при патологических состояниях необходимо для понимания природы патологического процесса. Высокий уровень внутрислоушарной когерентности между процессами свидетельствует об их происхождении из общего источника или о функциональной взаимосвязи источников этих процессов. И наоборот, когерентность между функционально разобщенными областями будет низкой [1–3, 7–8].

Целью настоящего исследования явилось изучение динамики спектрально-когерентных показателей

ЭЭГ у больных с отеком мозга в остром периоде ишемического инсульта.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследовано 24 человека с ишемическим инсультом в острейшем периоде, у которых в клинической картине заболевания наблюдалось ухудшение состояния вследствие развития отека головного мозга, с первым в анамнезе нарушением мозгового кровообращения по ишемическому типу с полушарной локализацией инфаркта. Среди них мужчин было 20 (75%), женщин – 4 (25%). Средний возраст пациентов составил  $69,13 \pm 9,8$  года. Контрольную группу составили 35 практически здоровых лиц, сопоставимых по возрасту и полу, без неврологических нарушений. Все исследуемые были правшами.

У всех больных проводили клиничко-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 (Brott T. et al., 1989). С целью проведения детальной количественной оценки нарушений неврологического статуса с учетом функциональных возможностей больного использовалась шкала В. Lindmark (1988).

Для регистрации ЭЭГ использовали 19-канальный цифровой электроэнцефалограф-нейрокартограф фирмы “МБН” (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 внутрислоушарной 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 сут заболевания. Статистическая обработка данных проводилась при помощи пакета статистических программ S-Plus 2000 (Math Soft Inc) с использованием методов непараметрической статистики. Для выявления достоверных различий между средними выборками использовались критерии Вилкоксона и Колмогорова.



## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

У всех пациентов выявлены общемозговая симптоматика в виде головной боли, тошноты, нарушения сознания до степени оглушения; менингеальные симптомы. В 11 (45,8%) случаях, преимущественно при левополушарной локализации очага, отмечался парез зрения в сторону, противоположную очагу ишемии. У 2 (8,3%) пациентов с тяжелым инсультом (лево- и правополушарная локализация очага) на 2-е сут появились признаки вторичного стволового синдрома – парез зрения в сторону, противоположную очагу ишемии, спонтанные нистагмоидные подергивания глазных яблок. Отмечалось нарастание гемипареза преимущественно в дистальных отделах руки. Было выделено 2 группы: пациенты с положительной и отрицательной динамикой заболевания (динамика по шкале NIHSS более 2 баллов) (табл. 1). У пациентов с положительной динамикой заболевания (N=7) на 7-е сут от начала заболевания отмечалось улучшение состояния, что характеризовалось исчезновением общемозговых и менингеальных симптомов, признаков вторичного стволового синдрома. Группу пациентов с отрицательной динамикой составили 17 пациентов, у которых в клинической картине острейшего периода отмечалось нарастание общемозговой и очаговой симптоматики (динамика по шкале NIHSS + 2 балла). Летальность в этой подгруппе составила 41,2% (7 человек). У 2 (11,8%) пациентов с левополушарной локализацией ишемии ухудшение состояния, вследствие развития повторного нарушения мозгового кровообращения, отмечалось к концу острого периода (18–19-е сут), в результате чего наступил летальный исход. У 5 (29,4%) пациентов, преимущественно с левополушарной локализацией очага, отмечалось неуклонно прогрессирующее течение заболевания с летальным исходом в течение первых двух недель. В этих случаях смерть наступила при явлениях нарастания отека мозга и развития дислокационного стволового синдрома с нарушением жизненно важных функций.

При анализе ЭЭГ пациентов с отеком мозга в 1-е сут заболевания показатели внутриполушарной когерентности во всех частотных диапазонах в большинстве областей обоих полушарий были выше по сравнению с группой здоровых испытуемых. Наблюдались достоверно более высокие ( $p < 0,05$ ) показатели в альфа-1 и альфа-2 диапазонах в центрально-затылочных областях обоих полушарий, лобно-височных отделах клинически интактного полушария, в бета-, тета- диапазонах в центрально-затылочных областях, лобно-височных и центрально-височных отделах обоих полушарий по сравнению с группой здоровых лиц (рис. 1). Наиболее выраженные изменения отмечались в лобно-височных, центрально-височных и затылочно-височных областях полушарий ( $p < 0,05$ ). Эти данные коррелировали с тяжестью клинического состояния, оцениваемого по шкале NIHSS.

При анализе динамики показателей внутриполушарной когерентности у пациентов с отрицательной динамикой заболевания было выявлено, что к концу 1-й нед происходило резкое уменьшение показателей когерентности в обоих полушариях во всех частотных диапазонах по сравнению с предыдущим исследованием. Особенно выраженное уменьшение показателей наблюдалось в лобно-височных и центрально-затылочных областях в альфа- и тета-диапазонах ( $p < 0,05$ ). Эти данные также коррелируют с изменениями тяжести неврологического дефицита по шкале NIHSS. Отмечалось некоторое преобладание изменений в клинически интактном полушарии.

К концу 2-й нед отмечалось дальнейшее уменьшение показателей внутриполушарной когерентности в альфа-, тета- и дельта-диапазонах в обоих полушариях с некоторым преобладанием изменений в интактном полушарии по сравнению с предыдущим исследованием. Наблюдалось достоверное уменьшение ( $p < 0,05$ ) когерентности в лобно-височной области интактного полушария по сравнению с показателями на 7-е сут в альфа-1 и тета-диапазонах. Получены корреляции между показателями по шкалам NIHSS,

Таблица 1

Динамика клинического состояния больных с отеком мозга в остром периоде ишемического инсульта (по шкалам NIHSS, Lindmark)

Группы больных	N	Шкалы	Интегральная тяжесть по шкале в течение острого периода, М ± m			
			1-е сут	7-е сут	14-е сут	21-е сут
Общая группа	24	NIHSS	17,6±9,1	18,9±9,1	19,6±6,8 <sup>2</sup>	17,6±5,2
		Lindmark	308,4±75,8	292,1±80,5	295,3±82,0	281,5±65,2
Инсульт с отрицательной динамикой	17	NIHSS	20,4±9,1	22,9±8,7	21,6±6,3	19,7±4,7 <sup>3</sup>
		Lindmark	261,8±59,6	258,9±71,9	250,1±58,3	254,0±54,8 <sup>3</sup>
Инсульт с положительной динамикой	7	NIHSS	13,8±2,4	13,25±2,9	11,7±2,5 <sup>2</sup>	10,0±4,5 <sup>3</sup>
		Lindmark	368,1±43,8	360,1±43,7	371,2±53,0	379,1±53,8

<sup>1</sup> – достоверное отличие показателей по шкале NIHSS на 1-е и 7-е сут,  $p < 0,05$ ; <sup>2</sup> – достоверное отличие показателей по шкале NIHSS на 1-е и 14-е сут,  $p < 0,05$ ; <sup>3</sup> – достоверное отличие показателей по шкале NIHSS на 1-е и 21-е сут,  $p < 0,05$



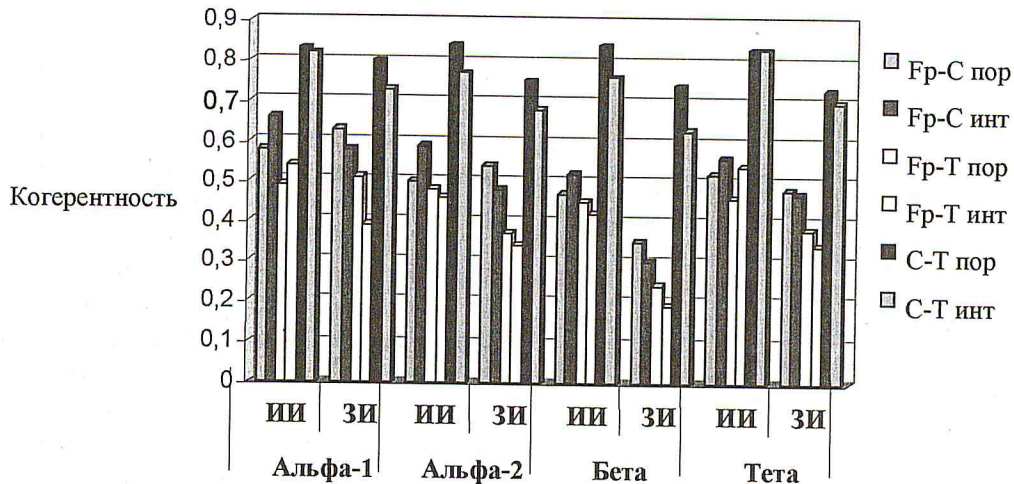


Рис. 1. Характеристика показателей внутриполушарной когерентности в лобно-височных, лобно-центральных и центрально-височных отделах у больных с отеком мозга – 1-е сут.

По оси ординат – величина когерентности, по оси абсцисс – диапазоны частот (ИИ – ишемический инсульт; ЗИ – здоровые испытуемые). Fr-C пор – лобно-центральный отдел пораженного полушария; Fr-C инт – лобно-центральный отдел клинически интактного полушария; Fr-T пор – лобно-височный отдел пораженного полушария; Fr-T инт – лобно-височный отдел клинически интактного полушария; C-T пор – центрально-височный отдел пораженного полушария; C-T инт – центрально-височный отдел клинически интактного полушария

Lindmark с показателями внутриполушарной когерентности в альфа- и тета-диапазонах в лобно-височных, центрально-затылочных и височно-затылочных отделах (рис. 2).

К концу острого периода отмечалось достоверное уменьшение показателей когерентности ( $p < 0,05$ ) в обоих полушариях, более выраженное в передних отделах полушарий, по сравнению с предыдущим исследованием. В центрально-затылочных и височно-затылочных областях уменьшение показателей было более выраженным в клинически интактном полушарии. Наиболее резкое уменьшение показателей внутриполушарной когерентности зарегистрировано в лобно-височной области обоих

полушарий, преимущественно в альфа-, тета- и дельта-диапазонах по сравнению с показателями на 14-е сут ( $p < 0,05$ ). Корреляции с изменениями по шкале NIHSS получены для центрально-затылочных и височно-затылочных отделов для всех частотных диапазонов и для лобно-височных отделов в бета- и дельта-диапазонах (рис. 3).

У пациентов с положительной динамикой к концу 1-й нед, начиная с 7-х сут от начала заболевания, отмечалось резкое снижение показателей когерентности в пораженном полушарии. Зарегистрировано статистически значимое уменьшение ( $p < 0,05$ ) внутриполушарной когерентности в центрально-височной и лобно-височной областях пораженного

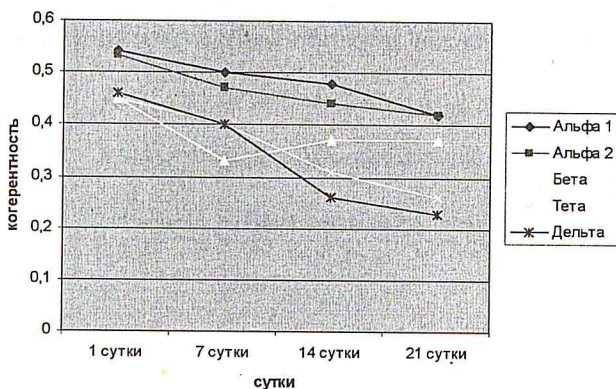


Рис. 2. Динамика внутриполушарной когерентности у больных с отеком мозга в лобно-височных отделах пораженного полушария при отрицательной динамике заболевания.

По оси ординат – значения внутриполушарной когерентности, по оси абсцисс – сутки ишемического инсульта

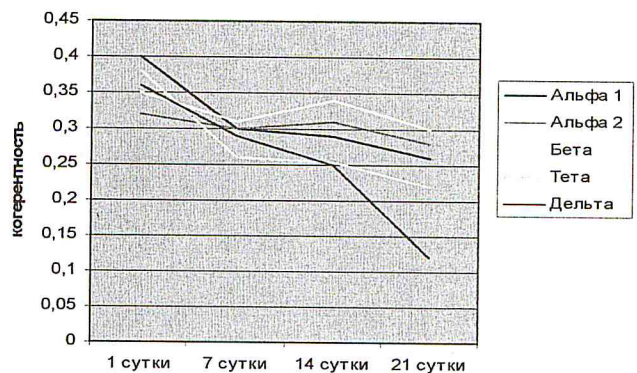


Рис. 3. Динамика внутриполушарной когерентности у больных с отеком мозга в лобно-височных отделах клинически интактного полушария при отрицательной динамике заболевания.

По оси ординат – значения внутриполушарной когерентности, по оси абсцисс – сутки ишемического инсульта



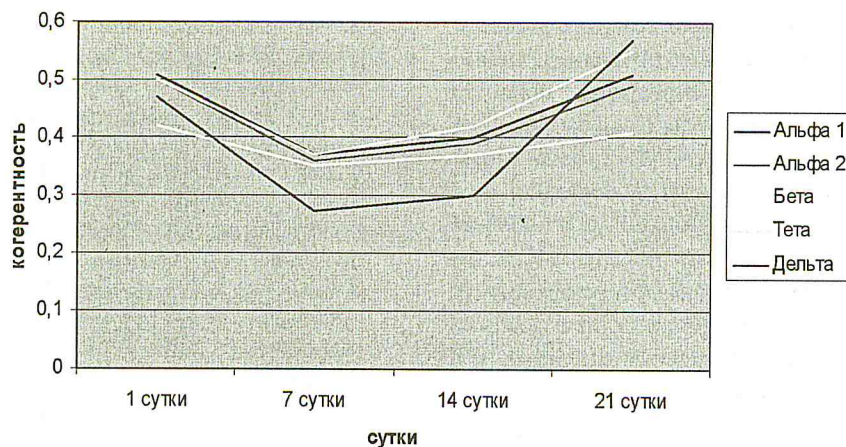


Рис. 4. Динамика внутриполушарной когерентности у больных с отеком мозга в лобно-височных областях пораженного полушария при положительной динамике заболевания.

По оси ординат – значения внутриполушарной когерентности, по оси абсцисс – сутки ишемического инсульта

полушария в альфа-1 и альфа-2 диапазонах, в лобно-височных областях в бета-, тета- и дельта-диапазонах по сравнению с предыдущим исследованием (рис. 4). В лобно-центральных и лобно-височных областях интактного полушария, по сравнению с показателями первых суток, отмечалось повышение показателей внутриполушарной когерентности в большинстве частотных диапазонов. Корреляции с изменениями по шкале NIHSS получены для центрально-височных и лобно-височных отделов для всех частотных диапазонов. В конце 2-й нед изменений внутриполушарных взаимосвязей в полушариях не наблюдалось.

К концу острого периода наблюдалось повышение показателей внутриполушарной когерентности во всех частотных диапазонах в лобно-центральной и лобно-височной областях интактного полушария по сравнению с предыдущим исследованием (рис. 5). В задних областях интактного полушария, центрально-затылочной и височно-затылочной, отмечалось увеличение показателей в альфа-диапазоне. Выяв-

лено увеличение внутриполушарной когерентности в альфа-2-, тета- и дельта-диапазонах в лобно-центральной, лобно-височной и височно-затылочной областях пораженного полушария по сравнению с показателями 14-х сут. В центрально-височных областях, преимущественно на стороне очага поражения, выявлялось увеличение показателей внутриполушарной когерентности во всех частотных диапазонах по сравнению со 2-й нед инсульта. Однако указанные изменения не являлись достоверными.

Таким образом, у больных с отеком мозга, начиная с первых суток заболевания, отмечалось достоверное увеличение показателей когерентности в большинстве областей обоих полушарий. Однако, начиная с 7-х сут, после окончания острейшего периода, при неблагоприятном течении заболевания отмечалось снижение показателей внутриполушарной когерентности в интактном полушарии. К концу острого периода отмечалось дальнейшее его снижение, что можно рассматривать как неблагоприятный прогностический признак течения инсульта. По сравне-

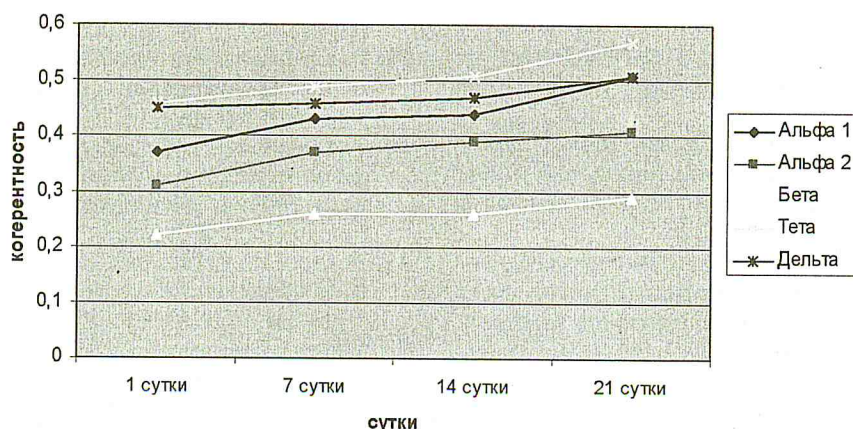


Рис. 5. Динамика внутриполушарной когерентности у больных с отеком мозга в лобно-височных областях клинически интактного полушария при положительной динамике заболевания.

По оси ординат – значения внутриполушарной когерентности, по оси абсцисс – сутки ишемического инсульта



нию с пациентами группы положительной динамики, наиболее выраженное снижение показателей когерентности наблюдались в лобно-височных областях обоих полушарий. Для пациентов с положительной динамикой заболевания (по шкале NIHSS) было характерно достоверное компенсаторное увеличение внутриполушарных взаимосвязей в большинстве, особенно в лобно-височных и лобно-центральных, областях клинически интактного полушария в течение острейшего периода инсульта. В конце острейшего периода отмечалось резкое, статистически значимое ( $p < 0,05$ ) уменьшение показателей внутривнутриполушарной когерентности в пораженном полушарии, однако в конце 2-й недели от начала заболевания отмечалось усиление взаимосвязей внутри пораженного полушария, что проявлялось увеличением показателей внутривнутриполушарной когерентности. Увеличение показателей внутривнутриполушарной когерентности в лобно-височных и лобно-центральных областях клинически интактного полушария в течение всего острого периода ишемического инсульта, по нашему мнению, имеет благоприятное прогностическое значение для восстановления нарушенных функций, прежде всего, двигательной системы у пациентов данной группы, что соответствует данным О.М. Гриндель (1985). Именно восстановление сочетанности активности височных и центральных отделов доминирующего полушария, т. е. моторно-речевой зоны коры, играет важную роль для дальнейшей нормализации межцентральных взаимодействий.

#### Литература

- Болдырева Г.Н., Шарова Е.В., Добронравова И.С. Роль регуляторных структур мозга в формировании ЭЭГ человека // Физиол. чел. 2000. Т. 26. № 5. С. 19–34.
- Гриндель О.М. Оптимальный уровень когерентности и его значение в оценке функционального состояния мозга человека // Журн. высш. нервн. деят. 1980. № 1 С. 62.
- 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.
- 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.
- 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. Т. 99. № 2 С. 65–69.
- 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.
- Жаворонкова Л.А., Добронравова И.С., Доброхотова Т.А. Когерентные характеристики ЭЭГ у нейрохирургических больных с поражением правого или левого полушарий мозга // Ритмы, синхронизация и хаос в ЭЭГ. М., 1992. С. 24.
- 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 // Физиол. чел. 2001. Т. 27. № 2. С. 5–14.
- Крыжановский Г.Н. Общая патофизиология нервной системы. М.: Медицина, 1997. С. 195–216, 317–332.
- Крыжановский Г.Н. Пластичность в патологии нервной системы // Журн. неврол. и психиатр. 2001. № 2. С. 5–6.
- Скворцова В.И. Клинический и нейрофизиологический мониторинг, метаболическая терапия в остром периоде церебрального ишемического инсульта: Дис. ... д-ра мед. наук. М., 1993.
- Ago T., Kitazono T., Ooboshi H. et al. Deterioration of pre-existing hemiparesis brought about by subsequent ipsilateral lacunar infarction // J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry. 2003. Vol. 74 (8). P. 1152–1153.
- Cramer S.C., Bastings E.P. Mapping clinically relevant plasticity after stroke // Neuropharmacology. 2000. Vol. 39. P. 842–851.
- Chollet F., DiPiero V., Wise R.J.S. et al. The functional anatomy of motor recovery after stroke in human: a study with positron emission tomography // Ann. Neurol. 1991. P. 2963–2967.
- Frackowiak R.S.J. Plasticity and the human brain: insights from functional imaging // Neuroscientist. 1996. Vol. 2. P. 353–362.
- Gevens A., Le J., Martin N.K. et al. High resolution EEG: 124-channel recording, spatial deblurring and MRI integration methods // Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol. 1994. Vol. 90. P. 337–358.
- Harmony Y., Marosi E., Fernandez T. et al. EEG coherences in patients with brain lesions // INT. 1994. Vol. 74. P. 1–4.
- Manganotti P., Patuzzo S., Cortese F. et al. Motor disinhibition in affected and unaffected hemisphere in the early period of recovery after stroke // Clin. Neurophysiol. 2002. Vol. 113. P. 936–943.
- Pascual-Leone A., Amedi A., Fregni F. et al. The plastic human brain cortex // Ann. Rev. Neurosci. 2005. Vol. 28. P. 377–401.
- Rossini P.M., Dal Forno G. Integrated technology for evaluation of brain function and neural plasticity // Phys. Med. Rehabil. Clin. N. Am. 2004. Vol. 15 (1). P. 263–306.
- Towle V.L., Carder R.K., Khorasani L., Lindberg D. Electroencephalographic coherence patterns // Clin. Neurophysiol. 1999. Vol. 16. P. 528.
- Weiler C., Ramsay S.C., Wise R.J.S. et al. Individual patterns of functional reorganization in the human cerebral cortex after capsular infarction // Ann. Neurol. 1993. Vol. 33. P. 181–189.

Представлена членом-корреспондентом РАМН И. П. Дудановым