

- ских домов: метод. рекомендации. – Екатеринбург: УГМА, 2003. – 13 с.
2. Глебская А.В. Патогенез заболеваний пародонта // Стоматология сегодня. – 2002. – № 8. – С. 38–46.
3. Григорьян А.С., Фролова О.А., Иванова Е.В. Морфогенез ранних стадий воспалительных заболеваний пародонта // Стоматология. – 2002. – № 1. – С. 19–25.
4. Дмитриева Л.А., Крайнова А.Г. Современные представления о роли микрофлоры в патогенезе заболеваний пародонта // Пародонтология. – 2004. – № 1. – С. 8–15.
5. Кузнецов В.Е., Микробная флора полости рта и ее роль в развитии патологических процессов. Терапевтическая стоматология: учеб. пособие / под ред. Л.А. Дмитриевой. – М.: МЕДпресс-информ, 2003. – С. 178–212.
6. Кузьмина Э.М., Царев В.Н. Влияние комплекса лечебно-профилактических средств President Active на уровень гигиены, состояние тканей пародонта и состав микрофлоры полости рта у пациентов с гингивитом // Пародонтология. – 2008. – Т. 48, № 3. – С. 59–63.
7. Ковальчук Л.В., Ганковская Л.В., Иванюшко Т.П. и др. Локальная иммуноцитокинотерапия в лечении воспалительных заболеваний пародонта // Иммунология. – 2000. – № 1. – С. 46–48.
8. Мартынова Е.А., Макеева И.М., Рожнова Е.В. Полость рта как локальная экологическая система // Стоматология. – 2008. – № 3. – С. 68–75.
9. Мащенко И.С., Самойленко А.В. Новые аспекты патогенеза и лечения генерализованного пародонтита // Вісник стоматології. – 2002. – № 1. – С. 12–15.
10. Михалева Л.М., Шаповалов В.Д., Бархина Т.Г. Хронический пародонтит. Клиническая морфология и иммунология. – М.: Триада-Фарм, 2004. – С. 126.
11. Сивовол С.И. Клинические аспекты пародонтологии // Стоматолог. – 2002. – № 3. – С. 13–21.
12. Способ оценки функциональной активности нейтрофилов человека по реакции восстановления нитросинего тетразолия: методич. рекомендации / сост. М.Е. Вискман, А.Н. Маянский. – Казань, 1979. – 14 с.
13. Теплова С.Н. Оценка факторов неспецифической защиты организма от инфекции в клинической практике: методич. рекомендации. – Челябинск, 1978. – 57 с.
14. Тец В.В. Роль микрофлоры полости рта в развитии заболеваний человека // Стоматология. – 2008. – № 3. – С. 76–80.
15. Ценов Л.М. Лечение хронического генерализованного пародонтита: движение стоматологов по замкнутому кругу. Является ли оно эффективным? // Пародонтология. – 2006. – Т. 40, № 3. – С. 3–5.
16. Ценов Л.М. Микрофлора полости рта и ее роль в развитии воспалительных генерализованных заболеваний пародонта // Пародонтология. – 2007. – Т. 45, № 4. – С. 3–8.
17. Kumar P., Leys E., Bryk J. et al. Changes in periodontal health status are associated with bacterial community shifts as assessed by quantitative 16S cloning and sequencing // J. Clin. Microbiol. – 2006. – Vol. 44, N 10. – P. 3665–3673.
18. Loesche W., Grossman N.S. Periodontal disease as a specific, albeit chronic infection: diagnosis and treatment // J. Clin. Microb. Rev. – 2001. – № 1. – P. 727–752.

УДК 616.831-005.1.-005.4-073.7:616.831

ОЦЕНКА КОМПЕНСАТОРНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МОЗГА НА ОСНОВЕ НАПРАВЛЕННОЙ ПЕРЕСТРОЙКИ ИНТЕРЦЕНТРАЛЬНЫХ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ У БОЛЬНЫХ В ВОССТАНОВИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА

© Сидорова С.А.

Кафедра неврологии и нейрохирургии
Курского государственного медицинского университета, Курск
E-mail: feceris@rambler.ru

Медленный регресс неврологического дефицита функций при ишемическом инсульте связан с патологической генерацией церебральных структур. Для оценки компенсаторных возможностей мозга больным во время регистрации ЭЭГ формировали временную связь на световой раздражитель путем многократного сочетания световой и звуковой стимуляции. Вычисляли количество альфа-колебаний, коэффициенты парной и многосторонней корреляции частотных флюктуаций в количестве альфа-волн, интегральный коэффициент корреляции для каждой из исследуемых зон.

О формировании новых интерцентральных взаимоотношений можно судить по степени выраженности феномена генерализации и времени возникновения явления концентрации формируемой условной связи. Патологические интеграции церебральных структур характеризуются высоким уровнем скоррелированности заднемедиальных отделов мозга. Уменьшение интегрального показателя скоррелированности зон и высокие показатели уровня скоррелированности правой затылочной зоны являются предиктором высокого реабилитационного прогноза.

Ключевые слова: ишемический инсульт, условный рефлекс, компенсация функций.

ESTIMATION OF COMPENSATORY POSSIBILITIES OF THE BRAIN ON THE BASIS OF THE DIRECTED REORGANIZATION OF MULTILATERAL INTERRELATIONS IN PATIENTS IN THE REGENERATIVE PERIOD OF THE ISCHEMIC STROKE

Sidorova S.A.

Neurology and Neurosurgery Department of the Kursk State Medical University, Kursk

Slow regression of neurological function deficiency in ischemic stroke is connected with the pathological generation of cerebral structures. To estimate the compensatory possibilities of the brain the patients during EEG registration were formed the time communication on light stimulus by a repeated combination of light and sound stimulation. We calculated the quantity of alpha fluctuations, factors of pair and multilateral correlation of frequency fluctuations in amount of alpha waves, and integrated factor of correlation for each of the zones investigated.

New interrelations are possible to be judged by the degree of expressiveness of a generalization phenomenon and time of occurrence of the concentration of the formed conditional communication. The pathological integrations of cerebral structures are characterized by the high level correlations of the back-medial parts of the brain. Reducing the integrated indicator of the correlatedness of the zones and high indicators of the correlatedness of the right occipital zone are predictors of the favorable rehabilitation prognosis.

Keywords: ischemic stroke, a conditioned reflex, compensation of functions.

Проблема реабилитации больных после перенесенного ишемического инсульта является приоритетной в современной ангионеврологии. Высокий уровень инвалидности и связанные с ним гуманитарные потери обусловлены значительной стойкостью и медленным регрессом неврологического дефицита функций при нефатальном ишемическом инсульте [5]. При развитии очага инсульта происходит дезинтеграция и перестройка межцентральных взаимоотношений. Со ста-

бильностью патологической системы, формированием детерминанты связано появление и закрепление новых связей между мозговыми центрами, прекращение деятельности определенных структур [3, 10].

Известно, что важную роль в обеспечении пластических перестроек в зоне инсульта и компенсации выпавшей функции необратимо поврежденных нейронов имеет приток информации с афферентных периферических структур [1, 6], а для выявления особенностей

реакций системы необходима адекватная нагрузка [2]. Сопряженная световая и звуковая стимуляция является более сильной физиологической нагрузкой для церебральной системы, чем каждый раздражитель, действующий изолированно. Для нейрофизиологического контроля перестройки интерцентральных связей, оценки функционального состояния мозга и эффективности терапии при ишемическом инсульте используется электроэнцефалографическое исследование – ЭЭГ [4, 6, 12]. На этом основании была разработана методика изучения картины интерцентральных связей с помощью ЭЭГ в режиме выработки временной связи во время одного сеанса, включающей сопряженную фото- и фоностимуляцию.

Проблема интерцентральных взаимодействий является предметом интенсивного изучения [3, 11]. Терапия, направленная на дестабилизацию и устранение патологической системы связей, считается патогенетической [10]. Вместе с тем не определены методы оценки степени выраженности дезинтеграции межцентральных взаимодействий, способы подавления патологической системы связей и формирования новой интеграции церебрального взаимодействия для реализации полезного результата. Эта проблема тем более актуальна, что ее решение открывает перспективы выработки прогностических критериев восстановления функций, предикторов компенсаторных возможностей мозга, пострадавшего в результате инсульта.

Цель исследования: разработать способ оценки компенсаторных возможностей мозга у больных в восстановительном периоде ишемического инсульта на основе изучения и направленной перестройки межцентральных взаимоотношений корковых зон при формировании временной связи в режиме сопряженной фото- и фоностимуляции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Клинико-неврологическое и нейрофизиологическое исследование проведено 87 больным, перенесшим ишемический инсульт, в восстановительном периоде заболевания (40 мужчин и 47 женщин). Средний возраст составил $64,5 \pm 2,6$ года. Очаги церебральной дисгемии локализовались в каротидном

(80,5%) и вертебробазилярном (19,5%) бассейнах. Неврологический дефицит характеризовался развитием контрлатеральных гемипарезов, чувствительных нарушений (гемигипестезии), атактических, глазодвигательных, бульбарных, речевых и когнитивных расстройств разной степени выраженности. Преобладали атеротромботический, кардиоэмболический и лакунарный подтипы инсульта с верификацией диагноза с помощью нейровизуализации.

Функциональное состояние мозга исследовали с помощью ЭЭГ на компьютерном 16-канальном электроэнцефалографе фирмы "Мицар" (г. Санкт-Петербург) монополярно. Электроды накладывали симметрично по международной схеме "10-20". Регистрировали частоту и амплитуду всех ритмов ЭЭГ лобных (Fd, Fs), височных (Td, Ts), теменных (Cd, Cs) и затылочных (Od, Os) областей. В качестве основного показателя использовали регистрацию количества альфа-колебаний (α) в секунду. Этот выбор обусловлен следующими особенностями. В состоянии спокойного бодрствования α -активность является доминирующей среди других ритмов и отличается высокой "отзывчивостью" на эфферентные раздражения. Сенсорные стимулы приводят либо к депрессии α -ритма, либо к "вспышкам" α -колебаний (3,8). Исследования А.В. Завьялова (1990) позволили установить, что флюктуации частоты альфа-ритма в секунду хорошо отражают колебания уровня функционального состояния мозга. При ишемическом инсульте и других патологических церебральных процессах анализ α -диапазона ЭЭГ применяется для оценки локализационных и нейродинамических процессов в мозге [6, 11, 12]. С целью выделения, характеристики параметров α -ритма использовали также специализированный комплекс для мониторинга, регистрации и анализа биопотенциалов мозга "Ritm System" (г. Харьков).

Характер интерцентральной корреляции характеризует системную кооперацию мозговых структур [7]. С целью объективной оценки сдвигов интерцентральной корреляции применена методика выработки условного рефлекса на световой и звуковой раздражитель в процессе одного исследования.

Больным, перенесшим мозговую инсульт, до начала лечения регистрировали ЭЭГ

с многократным сочетанием световой и звуковой стимуляции в режиме выработки временной связи на световой стимул. Для оценки скорости выработки условного рефлекса на световой сигнал шестое и двенадцатое сочетания были заменены на изолированное действие светового стимула. Первоначально в исходном состоянии анализировали отрезки ЭЭГ в течение 30 секунд. В последующем включали световой сигнал частотой 10 Гц длительностью 5 секунд и регистрировали ЭЭГ на фоне действия света и на 30-секундном отрезке после выключения сигнала. Затем в течение 5-секундного интервала воздействовали звуковым раздражителем 4,5 Дб и вновь регистрировали ЭЭГ на фоне действия звука и в течение 30 секунд после окончания стимуляции.

Следующий этап заключался в воздействии света (5 секунд) и сочетанного применения света и звука (5 секунд) с последующей 30-секундной регистрацией ЭЭГ без стимуляции. Затем следовала серия из 5 сочетаний светового и звукового раздражителей аналогично 1 сочетанию, но без регистрации ЭЭГ. Шестое сочетание было заменено на изолированное 10-секундное световое воздействие с записью ЭЭГ для оценки скорости выработки условнорефлекторной реакции. Серия из 5 сочетаний без регистрации ЭЭГ сменялась действием света, заменяющего 12-е сочетание в течение 10 секунд с регистрацией ЭЭГ.

Таким образом, запись ЭЭГ выполнялась в исходном состоянии, на фоне световой, звуковой стимуляции, первом сочетании фото- и фоностимулов, фотостимуляции, заменяющей шестое и двенадцатое сочетания, а также в течение 30 секунд после каждого воздействия. Полученные данные сравнивали с результатами обследования 20 здоровых испытуемых.

Информативность методики анализа многосторонней корреляции α -активности корковых зон для выявления патологических нарушений в системной организации мозговых центров была показана в работах В.И. Комиссарова и Ю.К. Мухиной (1981), А.В. Завьялова (1990).

Вычисляли частоту альфа-колебаний в секунду (Гц) по каждому отведению, коэффициенты вариативности C_v (%), коэффициенты

парной (R) и многосторонней корреляции (R_m) частотных флюктуаций в количестве α -волн за секунду, интегральный коэффициент корреляции (R_{int}) для каждой из исследуемых зон по методу А.В. Завьялова (1990). Обработка данных проводилась с использованием корреляционного и дисперсионного анализа. Соотношения между значениями показателей оценивались с применением коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Достоверность различий определялась с помощью t-критерия Стьюдента и χ^2 [4]. Статистическая обработка цифровых данных выполнена с использованием программы Statistica 6.0. Предстатистическая обработка, корреляционный анализ проводились с помощью пакета компьютерных прикладных программ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

У здоровых испытуемых при первом предъявлении светового стимула среднее количество альфа-колебаний в секунду снижалось на 10,4%, а у больных - на 20,7% ($p < 0,001$). При действии звука и 1 сочетании депрессия частоты α -ритма удерживалась и была более значимой у здоровых лиц, не достигая значимых различий в группах (табл. 1). При действии света вместо 6 и 12 сочетаний у здоровых испытуемых отмечалась четкая тенденция нарастания частоты альфа-активности, не достигая исходных значений, в то время как у больных при общей положительной тенденции удерживались низкие значения показателя ($9,5 \pm 0,4$ и $9,7 \pm 0,3$ против $7,0 \pm 0,1$ и $7,3 \pm 0,2$; $p < 0,001$). По окончании сопряженной сенсорной стимуляции показатели здоровых на 24,8% превосходят значения больных ишемическим инсультом ($p < 0,001$). Следовательно, у здоровых лиц формирование временной связи при сопряженной сенсорной стимуляции сопровождалось значительным восстановлением исходной частоты α -колебаний, в то время как у больных положительная тенденция была менее выражена.

Анализ ранжированных рядов по частоте α -ритма позволяет заключить, что световая стимуляция приводила к увеличению показателя в левых лобной и теменной зонах на 6 и

4 позиции и снижению в правой лобной зоне

также на 4 позиции (табл. 2).

Таблица 1

Средние показатели частотных характеристик альфа-активности (Гц) при сопряженной фото-фоностимуляции в режиме выработки временной связи у больных ишемическим инсультом и здоровых испытуемых ($M \pm m$)

Состояние/ Группы	Свет	Звук	1 сочетание	Свет вместо 6 сочетания	Свет вместо 12 сочетания
Здоровые N=20	9,2±0,5	8,5±0,7	8,0±0,7	9,5±0,4	9,7±0,3
Больные N=87	6,2±0,2*	6,7±0,5	7,8±0,4	7,0±0,1*	7,3±0,2*

Примечание: * – статистическая значимость различий, $p < 0,001$.

Таблица 2

Ранжированный ряд распределения корковых зон по показателям частотных характеристик альфа-активности в режиме выработки временной связи у больных ишемическим инсультом и здоровых испытуемых

Ранги/Группы	1	2	3	4	5	6	7	8
Свет								
Здоровые N=20	Fd	Ts	Cd	Od	Td	Cs	Fs	Os
Больные N=87	Fs*	Cs	Ts	Cd	Fd*	Od	Os	Td
Сдвиг показателей	+6	+4	-1	-1	-4	-2	+1	-3
Звук								
Здоровые N=20	Ts	Od	Cd	Td	Os	Fd	Fs	Cs
Больные N=87	Od	Cs*	Fd	Ts	Os	Fs	Td	Cd
Сдвиг показателей	+1	+6	+3	-3	0	+1	-3	-5
Свет вместо 12 сочетания								
Здоровые N=20	Os	Od	Ts	Cs	Td	Cd	Fd	Fs
Больные N=87	Fs*	Cd	Fd	Os	Ts	Od*	Cs	Td
Сдвиг показателей	+7	+4	+4	-3	-2	-4	-3	-3

Примечание: шаг ранговых различий – $0,33 \pm 0,06$; * – статистическая значимость различий, $p < 0,01$. Свет – ранжированный ряд распределения корковых зон по частоте α -ритма при первом предъявлении светового стимула; Звук – при первом предъявлении звукового сигнала; Свет вместо 12 сочетания – при действии светового сигнала, заменяющего 12 сочетание (после одиннадцати сочетаний фото- и фоностимуляции).

При звуковой стимуляции у больных в сравнении со здоровыми происходило значительное возрастание α -ритмики в левой теменной зоне на 6 позиций и снижение в правой теменной зоне на 5 позиций. При действии света вместо 12 сочетания наибольшие изменения касались левой лобной доли с увеличением на 7 позиций, в меньшей степени – правой лобной зоны (4 позиции). В теменных зонах отмечались разнонаправленные тенденции в виде увеличения на 4 позиции для правой гемисферы и равного уменьшения для левой. Таким образом, перестройка межцентральных интеграций при сенсорной стимуляции по частоте альфа-колебаний характеризовалась наибольшим участием лобных зон

при действии света, теменных зон при действии звука и сочетании лобно-теменных перестроек при завершении формирования временной связи. Прослеживается характерная черта при сенсорной стимуляции у больных в виде незначительных сдвигов в функции височных и затылочных корковых зон при избыточной реакции лобных и темных областей. Обнаруженные особенности отражают избыточную, диффузную и неспецифическую реакцию сенсомоторных компонентов патологической генерации центров при церебральном инсульте на сенсорные стимулы, наиболее выраженную в морфологически заинтересованных дефицитарных зонах.

При первом предъявлении светового стимула отмечалось увеличение коэффициента

вариативности у всех наблюдаемых групп

Таблица 3

Средние показатели коэффициентов вариативности C_v (%) частотных характеристик альфа-активности при сопряженной фото-фоностимуляции в режиме выработки временной связи у больных ишемическим инсультом и здоровых испытуемых ($M \pm m$)

Состояние/ Группы	Свет	Звук	1 сочетание	Свет вместо 6 сочетания	Свет вместо 12 сочетания
Здоровые N=20	26,7±0,5	30,5±0,8	23,2±0,4	20,5±0,8	14,3±0,2
Больные N=87	20,2±0,1*	29,7±0,8	27,3±0,3*	29,1±0,2*	19,9±1,6

Примечание: * – статистическая значимость различий, $p < 0,001$.

Таблица 4

Ранжированный ряд распределения корковых зон по показателям коэффициентов вариативности C_v частотных характеристик альфа-активности в режиме выработки временной связи у больных ишемическим инсультом и здоровых испытуемых

Ранги/Группы	1	2	3	4	5	6	7	8
Свет								
Здоровые N=20	Os	Fd	Td	Ts	Od	Fs	Cs	Cd
Больные N=87	Cs*	Fs*	Od	Td	Cd	Fd*	Ts	Os*
Сдвиг показателей	+6	+4	+2	-1	+3	-4	-3	-7
Звук								
Здоровые N=20	Od	Fd	Td	Cs	Fs	Os	Cd	Ts
Больные N=87	Cd	Td	Fd	Cs	Fs	Ts	Os	Od*
Сдвиг показателей	+6	+1	-1	0	0	+2	-1	-7
Свет вместо 12 сочетания								
Здоровые N=20	Ts	Os	Cd	Cs	Fs	Td	Fd	Od
Больные N=87	Fs	Cd	Os	Cs	Td	Fd	Ts*	Od
Сдвиг показателей	+4	+1	-1	0	+1	+1	-6	0

Примечание: шаг ранговых различий – 4,62±2,69; * – статистическая значимость различий, $p < 0,005$. Свет – ранжированный ряд распределения корковых зон по C_v при первом предъявлении светового стимула; Звук – при первом предъявлении звукового сигнала; Свет вместо 12 сочетания – при действии светового сигнала, заменяющего 12 сочетание (после одиннадцати сочетаний фото- и фоностимуляции).

(табл. 3). У здоровых лиц C_v возрастал в 2,9 раза, у больных – только в 1,7 раза ($p < 0,001$). При действии звука продолжалось увеличение C_v без значимых различий в группах. В последующем показатель имел общую тенденцию к снижению при первом сочетании до 23,2±0,4% у здоровых и 27,3±0,3% у больных ($p < 0,001$), при действии света вместо 6 сочетания до 20,5±0,8% и 29,1±0,2% ($p < 0,001$). При завершении сенсорной стимуляции уменьшалась величина коэффициентов вариативности на 46,5% у здоровых и только на 1,5% у больных ($\chi^2 = 55,509$; $p < 0,001$). Следовательно, способность мозговых структур стабилизировать свое состояние у боль-

ных оставалась резко ослабленной при сопряженной сенсорной стимуляции.

Ранжирование зон по величине C_v показало (табл. 4), что световая стимуляция у больных вызывала резкое ослабление вариативности в левой затылочной зоне (на 7 позиций) и значительное ее возрастание в левой теменной зоне (на 6 позиций). Левая лобная зона увеличивала и правая ослабляла вариативность в равной степени (4 позиции).

При звуковой стимуляции резкое ослабление на 7 позиций происходило в правой затылочной зоне и возрастание в правой теменной на 6 рангов. Действие света вместо 12 сочетания выявило резкое ослабление пози-

ций левой височной зоны на 7 рангов при увеличении на 4 ранга позиций левой лобной зоны. Таким образом, у больных ишемическим инсультом отмечалось резкое снижение способности стабилизировать нейродинамические процессы в специфичных (зрительной и слуховой) сенсорных корковых зонах. Неспецифичные сенсорные и моторные зоны оказались дефицитарными в меньшей степени. Наряду с этим, в отличие от реакции на первое предъявление светового сигнала после завершения сопряженной сенсорной стимуляции ранговые позиции правой затылочной и левой теменной зон совпадали у больных и здоровых испытуемых.

С учетом выявленных изменений C_v у больных с постинсультными сенсомоторными нарушениями и здоровых испытуемых были изучены средние коэффициенты корреляции R в частотных флюктуациях α -ритма правой затылочной (Od) и левой теменной (Cs) зон в процессе выработки временной связи. Анализ показал, что при первом предъявлении светового стимула увеличивается значение R на 69,9% у здоровых испытуемых: с $0,336 \pm 0,02$ до $0,571 \pm 0,04$, различия статистически значимы ($p < 0,001$) и только на 48,9% – с $0,298 \pm 0,04$ до $0,444 \pm 0,05$ у больных ишемическим инсультом ($p < 0,05$). При воздействии звука у здоровых испытуемых показатель R снижается на 8,3%, в то время как у больных возрастает на 15,3%. Первое сочетание света и звука, а также действие света как аналога 6 сочетания сопровождается резким уменьшением R у больных (на 15,8%) и мягким снижением показателя (на 1,7%) у здоровых лиц. При действии света вместо 12 сочетания у больных вновь резко возрастает значение R до максимально высокого уровня $0,658 \pm 0,05$, на 120,8% в сравнении с фоном, а у здоровых испытуемых, напротив, отмеча-

лось снижение показателя $0,366 \pm 0,06$ до исходного уровня, различия между группами статистически значимы, $p < 0,01$ (табл. 5).

Анализ коэффициентов многосторонней корреляции R_m по частотным флюктуациям α -ритма при первых шести сочетаниях светового и звукового раздражителей показал, что уровень скоррелированности корковых зон остается высоким у здоровых испытуемых и больных. В этом проявляется стадия генерализации нервных процессов, лежащих в основе временной связи.

Для определения доминирующих и наиболее дефицитарных зон по уровню скоррелированности определялись значения коэффициентов многосторонней корреляции R_m в частотных флюктуациях альфа-активности после 11 сочетаний сопряженной световой и звуковой стимуляции у больных и здоровых были ранжированы в порядке убывания. Выявлялись следующие факты. Корковые зоны неоднозначно реагировали на сенсорную сопряженную стимуляцию в режиме формирования временной связи по показателям коэффициентов корреляции R_m частотных характеристик α -ритма (табл. 6). Световая стимуляция сопровождалась значительным увеличением уровня скоррелированности левой височной и лобной зон. Минимальные значения отмечались в левой затылочной и правой теменной областях, которые у больных, напротив, имели максимальные значения при увеличении позиций на 7 и 5 рангов. Противоположный вариант реакции зон на первое предъявление света свидетельствует о наличии системных значительных изменениях нейродинамики при ишемическом инсульте.

Звуковое воздействие выявляло преобладание левой лобной и затылочной зон по показателям R_m у здоровых испытуемых при

Таблица 5

Средние показатели коэффициентов корреляции (R) частотных флюктуаций альфа-активности правой затылочной (Od) и левой теменной (Cs) зон при сопряженной фото-фоностимуляции в режиме выработки временной связи у больных ишемическим инсультом и здоровых испытуемых ($M \pm m$)

Сочетания/ Группы	Фон	Свет	Звук	1 сочетание	Свет вместо 6 сочетания	Свет вместо 12 сочетания
Здоровые N=20	$0,336 \pm 0,02$	$0,571 \pm 0,04$	$0,524 \pm 0,02$	$0,515 \pm 0,03$	$0,533 \pm 0,02$	$0,366 \pm 0,06^*$

Больные N=87	0,298±0,04	0,444±0,05	0,512±0,04	0,410±0,05	0,431±0,04	0,658±0,05
-----------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

Примечание: * – статистическая значимость различий, $p < 0,01$.

Таблица 6

Ранжированный ряд распределения корковых зон по показателям коэффициентов многосторонней корреляции Rm частотных флюктуаций альфа-активности корковых зон в режиме выработки временной связи у больных ишемическим инсультом и здоровых испытуемых

Ранги/Группы	1	2	3	4	5	6	7	8
Свет								
Здоровые N=20	Ts	Fs	Od	Fd	Cs	Td	Cd	Os
Больные N=87	Os*	Cd	Ts	Fd	Fs	Cs	Od	Td
Сдвиг показателей	+7	+5	-2	0	-3	-1	-4	-2
Звук								
Здоровые N=20	Fs	Os	Od	Ts	Fd	Cs	Cd	Td
Больные N=87	Ts	Od	Os	Fd	Fs	Td	Cs	Cd
Сдвиг показателей	+3	+1	-1	+1	-4	+2	-1	-1
1 сочетание света и звука								
Здоровые N=20	Ts	Od	Fd	Td	Cd	Cs	Fs	Os
Больные N=87	Cs	Os*	Od	Fd	Fs	Cd	Fd	Ts*
Сдвиг показателей	+5	+6	-1	-1	+2	-1	-4	-7
Свет вместо 6 сочетания								
Здоровые N=20	Od	Cd	Ts	Fd	Cs	Td	Fs	Os
Больные N=87	Cs	Cd	Os*	Fd	Fs	Od*	Td	Ts*
Сдвиг показателей	+4	0	+5	0	+2	-5	-1	-5
Свет вместо 12 сочетания								
Здоровые N=20	Fd	Ts	Os	Fs	Cs	Td	Cd	Od
Больные N=87	Cs	Os	Fd	Cd	Td	Ts	Od	Fs
Сдвиг показателей	+4	+1	-2	+3	+1	-4	+1	-4

Примечание: шаг ранговых различий – $0,29 \pm 0,1$; * – статистическая значимость различий, $p < 0,001$. Свет – ранжированный ряд распределения корковых зон по Rm при первом предъявлении светового стимула; Звук – при первом предъявлении звукового сигнала; 1 сочетание света и звука – при первом предъявлении сопряженной фото- и фоно-стимуляции; Свет вместо 6 сочетания – при действии света после 5 сочетаний светового и звукового стимулов, заменяющего 6 сочетание; Свет вместо 12 сочетания – при действии светового сигнала, заменяющего 12 сочетание (после одиннадцати сочетаний фото- и фоностимуляции).

минимальных значениях Rm в теменных и правой височной областях. У больных отмечались сходные тенденции, за исключением лидирования левой височной зоны при первом предъявлении звука с увеличением позиции на 3 ранга.

При первом сочетании света и звука у здоровых лиц имелась реакция сходная с первым воздействием звука. Лидировала левая височная зона, при минимальных позициях левой затылочной. У больных эти зоны имели максимальные отклонения в ранговых позициях и направленности сдвигов. Левая височная область ослабляла позиции на 7 рангов, а левая затылочная увеличивала на 6 рангов при самой высокой скоррелированности левой теменной зоны.

Все области правой гемисферы имели средние позиции с небольшими ранговыми отклонениями. При формировании временной связи после 5 сочетаний света и звука у здоровых лиц первую (Od) и последнюю (Os) позиции занимали затылочные зоны. В середине рангового ряда последовательно чередовались теменные, височные и лобные зоны двух гемисфер. В этой упорядоченности реагирования зон проявляется процесс формирования временной связи. У больных при воздействии света вместо 6 сочетания проявлялась иная реакция. Первую и вторую ранговые позиции занимали левая (положительный сдвиг на 4 позиции в сравнении со здоровыми) и правая теменные (без рангового сдвига позиций) зоны. Последние позиции принад-

лежали левой височной (отрицательный сдвиг на 5 позиций) и правой височной (отрицательный сдвиг на 1 позицию) зонам. Средние позиции занимали лобные доли при минимальном ранговом сдвиге.

После 11 сочетаний света и звука у здоровых испытуемых заключительная стадия формирования временной связи проявлялась следующей упорядоченностью ряда ранговых позиций. Лобные, височные и затылочные зоны последовательно чередовались. Пятая позиция устойчиво принадлежала левой теменной зоне при первом предъявлении света, действию света вместо 6 и 12 сочетаний. Правая теменная зона со второй позиции сместилась на 7 в сравнении с воздействием света вместо 6 сочетания. У больных упорядоченности в ранговом расположении корковых зон не отмечалось. Все зоны имели сдвиг позиций в сравнении со здоровыми испытуемыми

мыми от 1 до 4 позиций с отрицательными и положительными значениями. Однако нужно отметить, что на протяжении всего периода сопряженной сенсорной стимуляции левая теменная зона занимала первую позицию и на 4-5 рангов имела положительный сдвиг в сравнении со здоровыми испытуемыми.

Наименее скоррелированной во всех случаях оказалась правая затылочная (7 и 8 позиции) зона. В этом проявилось сходство реакций на сенсорную стимуляцию, что свидетельствует о единых закономерностях при выработке временной связи у больных ишемическим инсультом и здоровых испытуемых. Общая картина парной корреляции зон в отдельных сопоставлениях представлена на рис. 1.

Как показано на диаграмме (рис. 1), у здоровых испытуемых в сравнении исходным

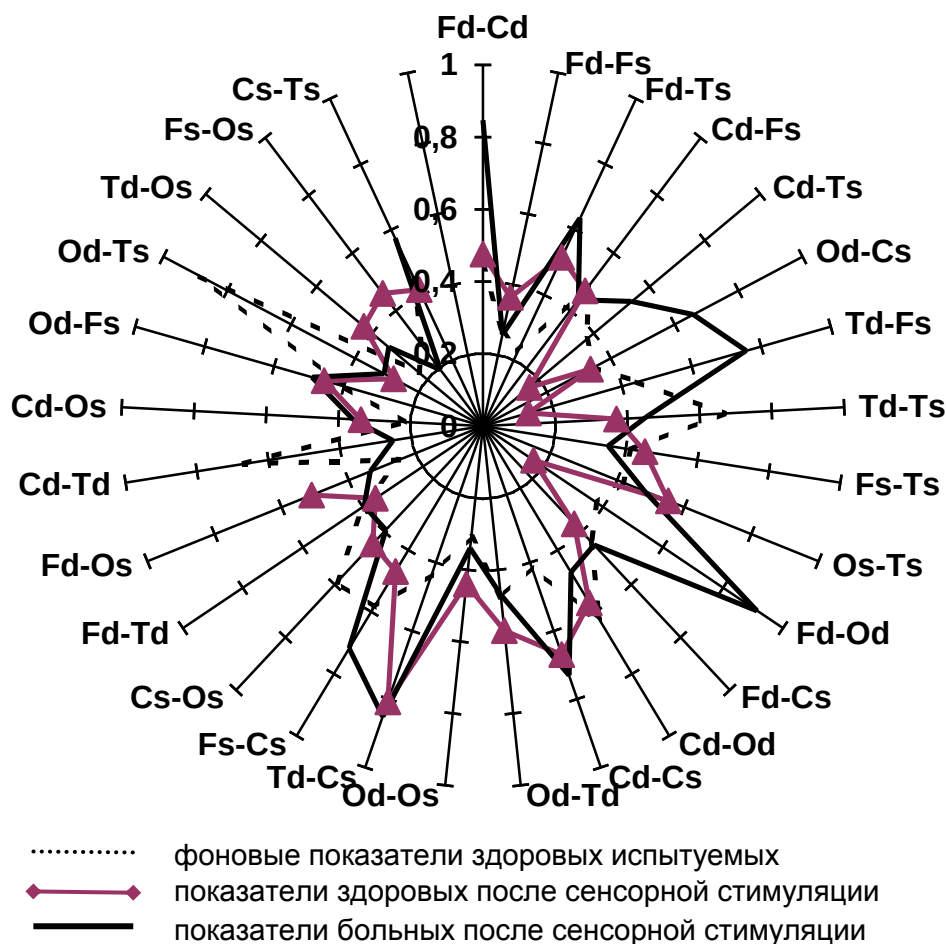


Рис. 1. Значения коэффициентов парной корреляции R в секундных флюктуациях колебаний альфа-активности у больных ишемическим инсультом (N=87) и здоровых испытуемых (N=20) при изолированном действии света после 11-кратного сочетания световой и звуковой стимуляции (свет вместо 12 сочетания).

Таблица 7

Средние показатели коэффициентов парной корреляции (R) височных и затылочных корковых зон при фото-фоностимуляции в режиме выработки временной связи у здоровых испытуемых (N=20) ($M \pm m$) в сравнении с фоном

Показатель/ Отведения	Фон	Свет	Звук	1 сочетание	Свет вместо 6 сочетания	Свет вместо 12 сочетания
Td-Od	0,47±0,01	0,58±0,05*	0,58±0,06	0,54±0,06	0,55±0,06	0,57±0,07
Ts-Os	0,42±0,03	0,64±0,06*	0,66±0,06**	0,61±0,06**	0,59±0,05**	0,55±0,06
Ts-Td	0,67±0,05	0,62±0,05	0,55±0,05	0,47±0,05**	0,52±0,06	0,37±0,05**
Os-Od	0,31±0,03	0,56±0,04***	0,51±0,05**	0,48±0,06*	0,46±0,05*	0,44±0,05
Ts-Od	0,89±0,01	0,48±0,06***	0,45±0,06***	0,43±0,06***	0,44±0,05***	0,28±0,05***
Td-Os	0,23±0,03	0,57±0,03***	0,63±0,05***	0,47±0,05***	0,48±0,05***	0,43±0,06**

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ – статистическая значимость различий.

Таблица 8

Средние показатели коэффициентов парной корреляции (R) височных и затылочных корковых зон при фото-фоностимуляции в режиме выработки временной связи у больных ишемическим инсультом (N=87) ($M \pm m$) в сравнении с фоном

Показатель/ Отведения	Фон	Свет	Звук	1 сочетание	Свет вместо 6 сочетания	Свет вместо 12 сочетания
Td-Od	0,38±0,04	0,53±0,06	0,54±0,06*	0,49±0,05	0,48±0,07	0,47±0,06
Ts-Os	0,32±0,04	0,48±0,06***	0,59±0,05***	0,46±0,05*	0,48±0,05*	0,48±0,06*
Ts-Td	0,32±0,05	0,49±0,05	0,46±0,06	0,38±0,05	0,43±0,05	0,45±0,05
Os-Od	0,33±0,04	0,44±0,06	0,48±0,06	0,43±0,05	0,41±0,06	0,34±0,05
Ts-Od	0,29±0,04	0,44±0,06	0,39±0,05	0,41±0,06	0,41±0,06	0,31±0,04
Td-Os	0,34±0,05	0,41±0,05	0,49±0,05*	0,39±0,05	0,35±0,05	0,34±0,05

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$ – статистическая значимость различий.

состоянием после сенсорной стимуляции уровень скоррелированности зон значительно уменьшался, особенно в четырех сопоставлениях: Od-Ts, Cd-Ts, Td-Fs, Fd-Od. У здоровых лиц реализуется эффект минимизации реакций при выработке временной связи. Возрастание скоррелированности в пяти сопоставлениях височных и затылочных зон: Td-Cs, Fd-Os, Os-Ts, Fs-Os, Fd-Ts отражает их принципиальную заинтересованность при фото- и фоностимуляции. У больных ишемическим инсультом, в целом, уровень скоррелированности зон резко возрастал в сравнении со здоровыми испытуемыми, особенно в шести сопоставлениях: Fd-Cd, Cd-Ts, Od-Cs, Td-Fs, Fd-Od, Fs-Cs.

Сенсорная сопряженная стимуляция со световым и звуковым воздействием вызывала организацию и реорганизацию различных зон головного мозга. Представляет интерес динамика коэффициентов парной корреляции в секундных флюктуациях альфа-колебаний при формировании временной связи непосредственно височных и затылочных зон коры у здоровых испытуемых (табл. 7) и больных ишемическим инсультом (табл. 8) при воздействии световых и звуковых стимулов по предложенной программе.

Анализ табл. 7 позволяет заключить, что у здоровых испытуемых при первом изолированном предъявлении светового и звукового стимулов отмечалось статистически значимое

увеличение параметра R_p в большинстве сопоставлений. В этом проявляется эффект избыточности связей зон в ответ на воздействие сенсорного стимула, феномен дезорганизации системы связей. При первом сочетании сенсорных стимулов имела тенденция к снижению параметра. Значимые различия в сравнении с исходными показателями отмечались во всех сопоставлениях парной корреляции за исключением Td-Od. Следовательно, у здоровых испытуемых уже к первому сочетанию отмечался феномен минимизации активности в височно-затылочных зонах.

При действии света, замещающего 6 и 12 сочетания, формировалась сходная картина коррелятивных связей с акцентом в двух сочетаниях: Ts-Td и Ts-Od. В этих зонах показатели значительно, достоверно отличались от исходных данных, демонстрируя феномен концентрации интегративной картины, смены стереотипа связей. В этом проявляется новая интеграция церебральных структур с максимальными взаимодействиями височных и затылочных зон у здоровых испытуемых. Обращает на себя внимание высокий уровень скоррелированности левой височной и правой затылочной зон, который в значительной степени угасает (на 31,5%) после 11 сочетаний фото- и фоностимулов. Значит, ипсилатеральные височно-затылочные связи формируются медленнее, с определенным "отставанием" при сохранении общей тенденции к минимизации и концентрации.

Как показано в табл. 8, у больных ишемическим инсультом до начала терапии отмечалась иная картина реагирования височных и затылочных зон на сенсорное воздействие. Во всех изучаемых позициях процесса выработки временной связи только в одном сопоставлении Ts-Os имелись достоверные различия с фоновыми показателями. Только изолированная фоностимуляция вызывала статистически значимые колебания в уровнях скорре-

лированности зон Td-Od и Td-Os, несколько приближаясь к картине здоровых испытуемых по этому параметру. В остальных сопоставлениях достоверных различий с фоном не отмечалось.

Возмущающее воздействие сенсорной стимуляции с функциональной перестройкой связей выражалась также в том, что показатели R более 0,4 у здоровых испытуемых встречались в 1,2 раза чаще: в 77,7% случаев, против 63,8% у больных ишемическим инсультом. Таким образом, интегративные перестройки височных и затылочных коррелятивных связей при сопряженной сенсорной стимуляции более активно происходили у здоровых лиц с целенаправленной иерархической перестройкой и доминированием межполушарных связей над взаимодействиями центров каждого из полушарий.

Для определения доминирующих и наиболее дефицитарных областей по уровню R_{int} после 11 сочетаний сопряженной световой и звуковой стимуляции изучаемые зоны были ранжированы в порядке убывания. У здоровых доминировала правая затылочная зона, а у больных – левая теменная область с увеличением на 4 ранговых позиции (табл. 9). Наименее скоррелированной во всех случаях оказалась правая височная зона. Остальные зоны имели небольшие сдвиги позиций на 1-2 ранга, а ранговое распределение левой височной зоны совпадало у больных и здоровых испытуемых. В этом проявилось сходство реакций на сенсорную стимуляцию, что свидетельствует о единых закономерностях при выработке временной связи у больных ишемическим инсультом и здоровых испытуемых.

После одиннадцати сочетаний фото- и фоностимуляции у здоровых испытуемых интегральный показатель скоррелированности зон уменьшался и в сравнении с фоновым

Таблица 9

Ранжированный ряд распределения корковых зон по показателям интегральных коэффициентов корреляции R_{int} частотных флюктуаций альфа-активности после 11 сочетаний сопряженной световой и звуковой стимуляции (свет вместо 12 сочетания) у больных ишемическим инсультом и здоровых испытуемых

Ранги/Группы	1	2	3	4	5	6	7	8
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---

Здоровые N=20	Od	Fs	Ts	Fd	Cs	Cd	Os	Td
Больные N=87	Cs*	Od	Ts	Fs	Os	Fd	Cd	Td
Сдвиг показателей	+4	-1	0	-2	+2	-2	-1	0

Примечание: шаг ранговых различий – $1,34 \pm 0,46$; * – статистическая значимость различий, $p < 0,05$.

состоянием и равнялся 108,9%, что отражает процесс концентрации условно-рефлекторной реакции и её минимизации. У больных этот показатель оставался высоким и в сравнении с исходом равнялся 220,8% ($p < 0,01$). Превышение фоновых цифр в 2,2 раза свидетельствует об отсутствии феномена концентрации и минимизации процесса многосторонней скоррелированности зон у больных ишемическим инсультом. Значит, у здоровых испытуемых при формировании временной связи к 12 сочетанию светового и звукового раздражителей определялась минимизация связей с выраженным снижением интегрального показателя Rint и четкая упорядоченность корковых зон по уровню скоррелированности. Доминирование у больных левой теменной области при некотором ослаблении позиций лобных и затылочных долей в отличие от картины корреляции здоровых испытуемых может расцениваться как свидетельство формирования патологических генераций при мозговом инсульте.

Выделяют несколько механизмов компенсации нарушенных функций: реорганизация поврежденного центра и сопряженных функциональных систем, перестройка взаимоотношений в пределах одной системы, включение резервных возможностей мозга [10]. Данные процессы лежат в основе нейропластичности и базируются на полифункциональных свойствах нейрона или пула нейронов, их мультифункциональности, подразделении связей на моно- и полипроекционные, упорядоченности деятельности определенных систем в реализации функций [1]. Взаимодействие церебральных структур организовано по иерархическому принципу функциональной системы и направлено на достижение полезного для жизнедеятельности организма приспособительного результата [2].

Неблагоприятными в прогностическом отношении для восстановления функций у постинсультных больных являются большие размеры очага, низкий уровень коллатерального кровотока, пожилой и старческий возраст больных, грубый двигательный и сен-

сорный дефект в дебюте заболевания [5, 10]. Наряду с этим, важным фактором патологического процесса является формирование новой интеграции мозговых структур из первично и вторично измененных отделов центральной нервной системы. Патологическая система включает детерминанту, которая подчиняет и подавляет активность сопряженных структур, препятствуя восстановлению функций и реализации компенсаторных возможностей мозга [11].

Многосторонние связи между структурами сенсомоторной сферы дают основание рассчитывать на восстановление утраченных функций на основе дестабилизации сформировавшейся патологической системы связей между мозговыми центрами и перестройки интерцентральных отношений [1, 2]. Нейрофизиологические исследования показали, что изменение уровня активности различных зон влияет на замыкательную функцию коры [1]. Под влиянием потока сенсорной информации формируются новые временные связи, а в компенсаторном процессе участвуют неповрежденные структуры, функционально связанные с очагом повреждения [3, 8].

У здоровых испытуемых формирование временной связи после завершения сопряженной фото-фоностимуляции стимуляции сопровождалось в значительной степени восстановлением исходной частоты α -ритма, в отличие от больных, что свидетельствует об отсутствии должной стабилизации церебрального гомеостаза при инсульте.

После 11-кратного сочетания светового и звукового раздражителей у здоровых лиц интегральный показатель скоррелированности зон резко уменьшался (более чем на 100%) в сравнении с фоновым состоянием, что отражает процесс концентрации условно-рефлекторной реакции и её минимизации. У больных сохранялся эффект генерализации процесса многосторонней скоррелированности корковых зон и данный параметр оставался высоким, превышая фоновые значения более чем в 2 раза. Следовательно, постинсультные состояния характеризуются отсутствием феномена концентрации и минимиза-

ции процесса многосторонней скоррелированности корковых зон.

Значительно отличалась и упорядоченность корковых зон по уровню скоррелированности после 11-кратной сопряженной сенсорной стимуляции. У здоровых испытуемых доминировала в этом случае правая затылочная и левая лобная зоны, а у больных - левая теменная область и, в меньшей степени, правая затылочная, что свидетельствует о формировании патологических генераций при мозговом инсульте с акцентуацией в задне-медиальных отделах мозга. Сдвиг вектора активности в каудальном направлении сочетался с преобладанием связей одноименного полушария над межполушарным взаимодействием, что согласуется с данными литературы [15, 16].

Картина интерцентрального взаимодействия у постинсультных больных характеризовалась возрастанием многосторонней скоррелированности изучаемых зон мозга, особенно теменной зоны слева. Интегральный показатель скоррелированности зон превышал таковой в фоновом состоянии на 120,8%, в то время как у здоровых лиц - только на 8,9%. Это свидетельствует о выраженных процессах дезинтеграции при ишемическом инсульте, избыточности связей между структурами мозга, отсутствии должной стабильности и минимизации функций церебральных структур. По способу оценки компенсаторных возможностей мозга у больных с постинсультными состояниями получен патент [8].

Отсутствие эффекта минимизации в уровне скоррелированности корковых зон по секундным флюктуациям альфа-активности с превышением интегрального показателя скоррелированности зон более чем на 100% служит качественным критерием этого феномена. Наиболее информативным показателем, отражающим системные перестройки в процессе формирования временной связи на протяжении одного исследования, является коэффициент корреляции в секундных флюктуациях в количестве альфа-волн височных и затылочных зон.

Активация процесса образования временных связей с помощью сопряженной сенсорной стимуляции позволяет установить новые межцентральные взаимоотношения, заменить устойчивую патологическую систему связей

мозговых центров на новую констелляцию, более близкую к норме. В этой связи примененная методика формирования временной связи способствует активации процессов нейропластичности, реорганизации функций сопряженных физиологических систем.

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

1. О динамике формирования новых интерцентральных взаимоотношений в восстановительном периоде ишемического инсульта можно судить по параметрам многосторонней корреляции в частотных флюктуациях альфа-колебаний, степени выраженности феномена генерализации и времени возникновения явления концентрации формируемой условной связи.

2. Патологические интеграции церебральных структур при постинсультных состояниях характеризуются высоким уровнем скоррелированности левой теменной и правой затылочной зон при ослаблении тесноты связей лобных зон, что отражает патологическую систему межцентрального взаимодействия.

3. Уменьшение интегрального показателя скоррелированности зон в сравнении с фоновым состоянием и высокие показатели уровня скоррелированности правой затылочной зоны после 11-кратной сопряженной сенсорной фото- и фоностимуляции максимально приближены к картине здоровых лиц и являются предиктором высокого реабилитационного прогноза в восстановительном периоде ишемического инсульта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адрианов О.С. О структурной организации интегративных функций мозга // Вестн. АМН. - 1987. - № 8. - С. 28-34.
2. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. - М.: Медицина, 1975. - 447 с.
3. Беленков Н.Ю. Принцип целостности деятельности мозга. - М.: Медицина, 1980. - 311 с.
4. Беллман Р. Математические методы в медицине. Перевод с англ. - М.: Медицина, 1987. - 200 с.
5. Гехт А.Б. Спектральный анализ изменений ЭЭГ при счете и гипервентиляции у больных с окклюзирующими заболеваниями головы //