

КОГНИТИВНАЯ НАУКА В МОСКВЕ: НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

2013

**МАТЕРИАЛЫ
КОНФЕРЕНЦИИ**



Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман

психофизиологии Е.Н. Соколова. Вест. Моск. Ун-та, сер. 14. Психология, 2010. № 4. С. 149–164.

3. Палихова Т.А. Синапсы, идентифицируемые в париетальных ганглиях виноградной улитки // Журн. ВНД. 2000. Т. 50. № 5. С. 775–790.

4. Palikhova T.A. Plasticity of identified synapses in *Helix* depends on presynaptic spike pattern // *J. Physiol. (Paris)*. 2002. Vol. 96. P. 154–155.

5. Sokolov E.N., Palikhova T.A. Immediate plasticity of identifiable synapses in the land snails *Helix lucorum* // *Acta Neurobiol. Exp.* 1999a. Vol. 59. P. 161–169.

МОЗГОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ ПРЕДНАСТРОЙКИ К ОПОЗНАНИЮ НЕПОЛНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Петренко Н.Е., Курганский А.В., Фарбер Д.А., Мачинская Р.И.*

develop.physiol@inbox.ru

ФГНУ «Институт возрастной физиологии РАО»

Функциональное состояние мозга в предстимульный период является важным предиктором результатов когнитивной деятельности. Избирательная активация корковых зон при подготовке к решению когнитивной задачи обеспечивается механизмами селективного внимания и зависит от прошлого опыта. Изучению периода подготовки к выполнению когнитивной деятельности посвящено значительное число исследований, большая часть которых базируется на анализе ритмической электрической активности мозга. Показано, что в организации преднастройки к восприятию информации существенная роль принадлежит альфа-ритму. При этом основное внимание обращено на показатель мощности альфа-ритма, снижение которой характеризует мобилизационную готовность к обнаружению объекта и его анализу. Между тем, для выявления специфики организации мозга в период преднастройки более информативной, как показали исследования предстимульного модально-специфического внимания (Мачинская, 2006), является оценка функциональных связей между различными зонами коры на основе анализа когерентности ритмических компонентов их электрической активности (ЭА). Согласованность ритмических осцилляций ЭА нейронов в различных участках мозга рассматривается как системообразующий фактор, обеспечивающий их объединение в единую нейрокогнитивную сеть (Bressler, Tognoli, 2006).

Цель настоящего исследования состояла в изучении функциональной организации коры головного мозга в период подготовки к опознанию неполных объектных изображений. Для оценки функционального взаимо-

действия корковых зон применялся апробированный нами ранее показатель (Кошельков, Мачинская, 2010; Мачинская, Курганский, 2012) — мнимая часть функции когерентности — $J(f)$ (Nolte, 2004).

Методика. В качестве когнитивной задачи использовалась модель опознания 16 фрагментарных знакомых изображений предметов и животных без предварительной демонстрации полных изображений. Изображения пяти уровней фрагментации предъявлялись последовательно, каждое в течение 750 мс, от трудно опознаваемых (второй уровень) до полных изображений (восьмой уровень). Всего было использовано по 16 изображений каждого уровня фрагментации. В течение всей экспериментальной пробы испытуемые фиксировали взор на точке в центре экрана. Предупреждающий стимул в виде восклицательного знака предъявлялся за 1250–1350 мс до целевого изображения. Через такой же временной интервал после целевого стимула появлялся знак вопроса, после которого испытуемый должен был ответить, что было изображено на экране. Пауза между пробами варьировалась от 3 до 5 секунд. В том случае, если изображение не было опознано, испытуемый отвечал «Не знаю». В исследовании участвовали 36 взрослых испытуемых (средний возраст 24.01 ± 0.05 лет). Предварительный анализ индивидуальных данных выявил существенный разброс поведенческих показателей эффективности опознания изображений. На основе кластерного анализа порога опознания и количества ошибок все испытуемые были разделены на три группы. В настоящей работе представлены результаты исследования 13 испытуемых, составляющих группу с высокими показателями эффективности опознания, все они совершали не более двух ошибок (среднее количество ошибок -0.46 ± 0.14) при среднем пороговом уровне фрагментации опознанного изображения 5.13 ± 0.12 . ЭЭГ регистрировали от отведений F(Fz, F3/4), Fi (F7/8), C (Cz, C3/4), P (P3/4), O (O1/2), Ta (T3/4), Tr (T5/6) с численно усредненным ушным референтом. Использовалась частота опроса 250 Гц и частота пропускания усилителя 0.1–70 Гц. У каждого испытуемого в каждой ситуации после исключения артефактов предстимульная ЭЭГ длительностью 1000 мс разбивалась на одинаковые временные отрезки по 200 мс. Множество таких отрезков объединялись в эпохи длительностью 8 секунд, что соответствовало минимальной индивидуальной безартефактной записи ЭЭГ одного испытуемого. Для 8-секундной эпохи вычислялась отдельная VAR-модель 20 порядка. Количество 8-секундных эпох ЭЭГ варьировало от испытуемого к испытуемому, и для каждого испытуемого вычислялись средние значения по всем VAR-моделям. Величины $J(f)$ в альфа-диапазоне (8–12.5 Гц) ЭЭГ сопоставлялись в следующих экспериментальных условиях (ЭУ): перед предупреждающим сигналом (ЭУ_1); перед предъявлением целевого неопознанного стимула (ЭУ_2); перед предъявлением первых успешно опознанных

изображений (ЭУ_3). Первое экспериментальное условие (ЭУ_1) характеризовало состояние неспецифического мобилизационного внимания. Второе условие (ЭУ_2) в наиболее чистом виде отражало состояние внимания, направленного на релевантный стимул. Предполагалось, что поскольку этому условию соответствовали отрезки ЭЭГ, предшествующие неопознанным изображениям, то оно в меньшей степени включало активацию процессов сличения последовательно появляющихся фрагментарных стимулов с эталоном, хранящимся в долговременной памяти. Третье условие (ЭУ_3) характеризовало процессы активного сопоставления хранящейся в рабочей памяти (РП) информации с эталоном. Для оценки значимости анализируемого параметра ЭЭГ использовался дисперсионный анализ (MANOVA).

Результаты. Дисперсионный анализ применялся отдельно к различным подмножествам внутрислоушарных пар отведений. В схему дисперсионного анализа были включены три внутрисубъектных фактора: УСЛОВИЕ (три уровня) × ПОЛУШАРИЕ (два уровня) × ЛОКАЛИЗАЦИЯ (количество уровней изменялось в зависимости от количества пар отведений, входящих в подмножества). Исходя из литературных данных об участии фронтальных областей мозга в обеспечении различных аспектов произвольного внимания и РП, а также результатов наших предыдущих исследований зрительного опознания фрагментарных изображений (Фарбер, Петренко, 2008) и РП (Мачинская, Курганский, 2012), при статистической обработке параметров когерентности ЭЭГ мы сосредоточились на парах отведений, где первым членом пары были фронтальные отведения (Fz, F3/4, F7/8), а вторым — все другие отведения.

Для подмножества пар с фокусом в лобном сагиттальном отведении (Fz) было обнаружено значимое взаимодействие факторов УСЛОВИЕ (три уровня) × ПОЛУШАРИЕ (два уровня) × ЛОКАЛИЗАЦИЯ (семь уровней), $F(12,1) = 661.470$, $p = 0.030$.

Post-hoc анализ этого взаимодействия выявил значимые различия между экспериментальными условиями для удаленных (Fz–O2, Fz–P4) и близко расположенных фронтальных (Fz–F4, Fz–F8) пар отведений правого полушария, при этом величина когерентности была в ЭУ_2 значимо выше, чем в ЭУ_1 ($F(1,12) = 4.990$, $p = 0.050$). Других значимых различий по фактору УСЛОВИЕ для пар отведений с фокусом в Fz выявлено не было.

Для подмножества пар отведений, включающих внутрислоушарные связи между фронтальными, передневисочными и задневисочными отведениями (см. схему на рис. 1) было выявлено значимое взаимодействие УСЛОВИЕ (три уровня) × ПОЛУШАРИЕ, $F(2,11) = 4.495$, $p = 0.037$.

Данные, представленные на рис. 1 свидетельствуют о том, что величи-

на когерентности была максимальной для пар отведений левого полушария в период предшествующий правильному опознанию изображения (ЭУ_3), а для пар отведений правого полушария — в период ожидания целевого неопознанного стимула (ЭУ_2).

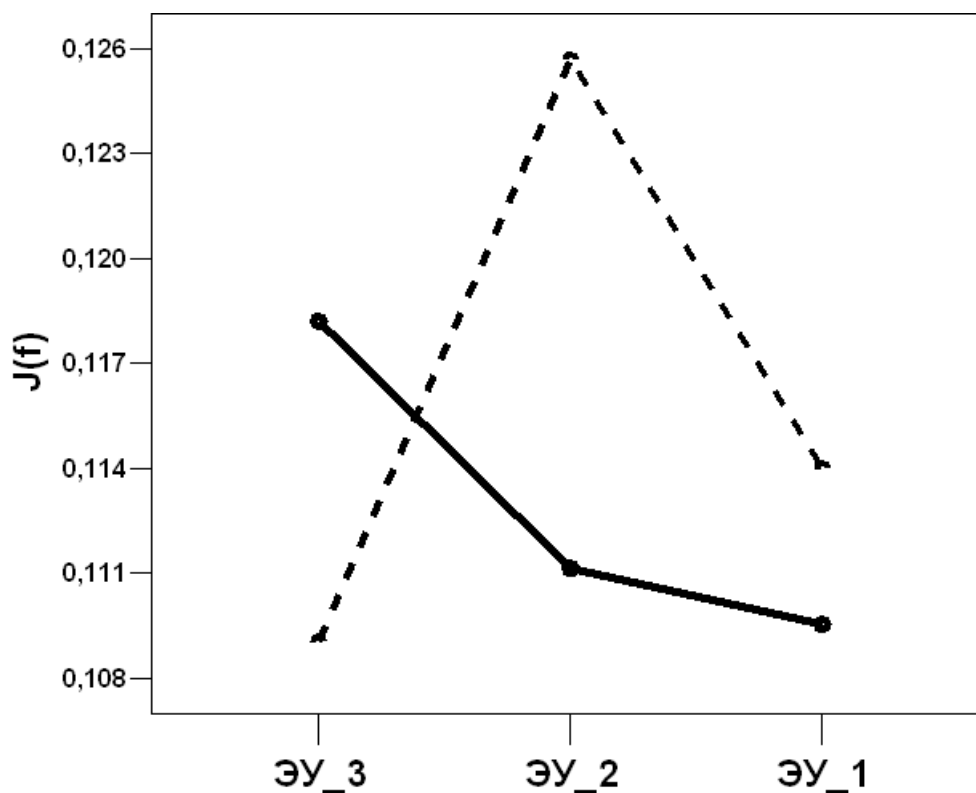


Рис. 1. Зависимость мнимой части когерентности альфа-ритма ЭЭГ от экспериментальных условий и полушария. По горизонтали — экспериментальные условия (обозначения см. в тексте), по вертикали — величина $J(f)$, усредненная для симметричных подмножеств внутриполушарных пар отведений (пары отведений, включенные в это подмножество, представлены на схеме справа от графика). Сплошная линия — левое полушарие, пунктир — правое полушарие.

Заключение. Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что в период подготовки к опознанию неполных знакомых изображений меняются функциональные связи лобной коры с другими, в том числе зрительными, ассоциативными зонами. Сравнение величины мнимой части когерентности альфа-ритма ЭЭГ позволило обнаружить межполушарные различия функциональной организации мозга в предстимульный период опознания фрагментарных изображений. Возрастание степени функционального внутрикоркового взаимодействия в правом полушарии не было связано непосредственно с эффективностью опознания, а наблюдалось в период ожидания целевого стимула. В данной экспериментальной ситуации, предполагающей удержание в РП предшествующей информации об изображении, эти изменения могут отражать

участие правого полушария в обеспечении произвольного предстимульного внимания при ожидании значимого сигнала и/или избирательного удержания в РП информации о предшествующих изображениях. Изменения функционального взаимодействия префронтальных зон левого полушария отмечены в период, предшествующий правильному опознанию фрагментарных изображений, что позволяет предположить участие префронтальных областей левого полушария в процессах сопоставления внутренней репрезентации с эталоном, извлекаемым из долговременной памяти.

Литература

1. Кошельков Д.А. Мачинская Р.И. Функциональное взаимодействие корковых зон в процессе выработки стратегии когнитивной деятельности. Анализ когерентности тета-ритма ЭЭГ // Физиология человека, 2010. Т. 36. № 6. С. 55–60.
2. Мачинская Р.И. Функциональное созревание мозга и формирование нейрофизиологических механизмов избирательного произвольного внимания у детей младшего школьного возраста // Физиология человека, 2006. Т. 32. № 1. С.26–36.
3. Мачинская Р.И., Курганский А.В. Сравнительное электрофизиологическое исследование регуляторных компонентов рабочей памяти у взрослых и детей 7-8 лет. Анализ когерентности ритмов ЭЭГ// Физиология человека, 2012. Т. 38. № 1. с. 5–19.
4. Фарбер Д.А., Петренко Н.Е. Опознание фрагментарных изображений и механизмы памяти// Физиология человека, 2008. Т. 34. № 1. С. 5–19.
5. Bressler S. L., Tognoli E. Operational principles of neurocognitive networks. // Int J. Psychophysiol, 2006. V.60. N2. P.139–148.
6. Nolte G., Bai O., Wheaton L. et al. Identifying true brain interaction from EEG data using the imaginary part of coherency // Clin. Neurophysiol., 2004. V. 115. № 10. P. 2292–2307.

Работа выполнена при поддержке РГНФ (проект № 12-06-00052).