

КОНФЕРЕНЦИЯ

**«КОГНИТИВНАЯ НАУКА
В МОСКВЕ: НОВЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ»**

16 ИЮНЯ 2011 г.

ТЕЗИСЫ



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

ИЗМЕНЕНИЯ ВЫЗВАННОЙ КОРКОВОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА МЕЖДУ ПРЕДУПРЕЖДАЮЩИМ И ЦЕЛЕВЫМ СТИМУЛАМИ И ФОРМИРОВАНИЕ “ВНУТРЕННЕГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ” ОБ ИНТЕРВАЛАХ ВРЕМЕНИ

Е.А.Черемушкин*, М.Л.Ашкинази, И.А.Яковенко
ivnd@mail.ru

Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН

В последние годы высказывается предположение о том, что в процессе обучения у субъекта на неосознаваемом уровне формируется «внутреннее представление» о временных интервалах между стимулами. Это представление влияет на избирательное внимание на интервале между предупреждающим и целевым стимулами таким образом, чтобы создавались оптимальные условия для восприятия. Функция избирательного внимания осуществляется на основе рабочей памяти. Система рабочей памяти кроме сохранения информации осуществляет и другие мозговые функции: избирательное внимание к когнитивной задаче, извлечение из долгосрочной памяти информации, если она необходима для решения данной задачи, активное подавление восприятия нерелевантных стимулов путем торможения корковых структур, участвующих в их обработке [1]. Взаимозависимость внимания и рабочей памяти у человека исследуется с помощью анализа ритмов ЭЭГ тета и альфа-диапазонов, связанных с этими функциями. Одним из методических приемов здесь является увеличение и уменьшение нагрузки на рабочую память путем изменения величины межстимульных интервалов. Целями нашей работы было 1 – выявление наиболее информативных частотных составляющих ЭЭГ человека для оценки динамики корковой активности на отдельных временных отрезках в ситуации предупреждающий сигнал – целевой стимул; 2 – определение модуляции селективного внимания на отдельных этапах рабочей памяти при разной нагрузке на нее.

Исследовали 16 здоровых людей ($M = 27.5 \pm 1.0$). Предупреждающий сигнал – стрелка предьявлялась в центре экрана монитора в течение 150 мс, ее направление, вправо или влево, менялось в каждой пробе в случайном порядке. Через 2 секунды после изображения стрелки в одной серии эксперимента или через 9 с – в другой одновременно в левом и правом полях зрения в течение 350 мс экспонировались буквенные таблицы (целевой стимул). Таблицы состояли из изображений буквы «Т» и пробе-

лов, распределенных случайным образом. В матрицах было по три колонки, в каждой из которых было шесть строк, состоящих из 2 — 4 букв. Буквы были зеленого цвета, за исключением одной — целевой — синего цвета. Буква синего цвета одновременно экспонировалась в обеих матрицах, но ее местоположение было различным. После окончания экспозиции матриц, через 1 с в центре экрана высвечивался зеленый круг диаметром 10 мм и экспозицией 1 с. Тогда испытуемый должен был нажать на верхнюю или нижнюю кнопку джойстика — в зависимости от того, в верхней или в нижней части таблицы, на которую указала стрелка, находилась буква «Т» синего цвета. Пауза между исчезновением зеленого пятна и предъявлением предупреждающего сигнала менялась в случайном порядке от 3 до 7 с. В каждой серии, с 2 и 9 секундной паузой предъявлялось по 30 проб со стрелкой, направленной влево и 30 проб — вправо, обозначающей релевантную в данной пробе матрицу. Чередование таких проб происходило в случайном порядке. В начале опыта предъявлялась серия с 2-х секундной или 9-секундной паузой, их чередование также было случайным; затем с паузой в 1-2 минуты проводилась вторая серия.

В течение всего опыта от 24 электродов отводилась ЭЭГ. На основании Фурье-преобразования для каждого испытуемого вычислялась так называемая ведущая частота — частота наибольшей величины спектральной мощности в альфа-диапазоне анализируемых ЭЭГ. Амплитуда ведущей частоты наиболее существенно изменяется на значимые стимулы [2]. Это важно при изучении постстимульных (induced) изменений корковых потенциалов. Ведущая частота используется для определения индивидуальных диапазонов альфа-1, альфа-2 и низкочастотного тета (полоса, содержащая ведущую частоту и 1 Гц до ведущей частоты, полоса 2 Гц после, а также полоса за 2-4 Гц перед индивидуальным альфа-1, соответственно). Ведущая частота в данной выборке испытуемых варьировалась от 9 до 10 Гц ($M=9.6\pm 0.2$). Таким образом, индивидуальные тета-диапазоны изменялись от 4 до 6 Гц, индивидуальные альфа-1 — от 8 до 10, индивидуальные альфа-2 — от 10 до 12 Гц. Далее для краткости изложения мы будем опускать слово «индивидуальные». Кроме этого, выделялся бета-диапазон — полоса частот от 14 до 25 Гц. В полученных полосах частот на основании Фурье-преобразования производилась фильтрация ЭЭГ. Для оценки изменений корковых потенциалов, вызванных предупреждающим сигналом, применялся метод анализа вариационных кривых [3]. В каждой полосе частот для отдельных отрезков ЭЭГ со скользящим окном в 100 мс и сдвигом в 10 мс определялась вариационная кривая. В качестве показателя, характеризующего изменения функции, использовались ее средние значения, вычисляемые на секундных отрезках. По определению вариационная кривая является произведением ампли-

туды сигнала на частоту. Если учесть, что влияние изменений частоты на данный показатель в узком диапазоне частот минимизировано, можно говорить о нем, как о показателе мощностного (амплитудного) типа [3]. Чтобы оценить, как постстимульные корковые потенциалы меняются по отношению к предстимульным, из средних значений функции на секундных отрезках между стрелкой и матрицами вычиталось среднее значение вычисленное на секундном отрезке непосредственно перед предъявлением стрелки. Положительная величина разности рассматривалась нами как синхронизация вызванной (предупреждающим сигналом) корковой активности, отрицательная – десинхронизация. Таким образом, изменения корковой электрической активности на всех секундных отрезках между стрелкой и матрицами мы относим к вызванным (induced) реакциям, а не только десинхронизацию/ синхронизацию непосредственно после действия первого в паре стимула (стрелки).

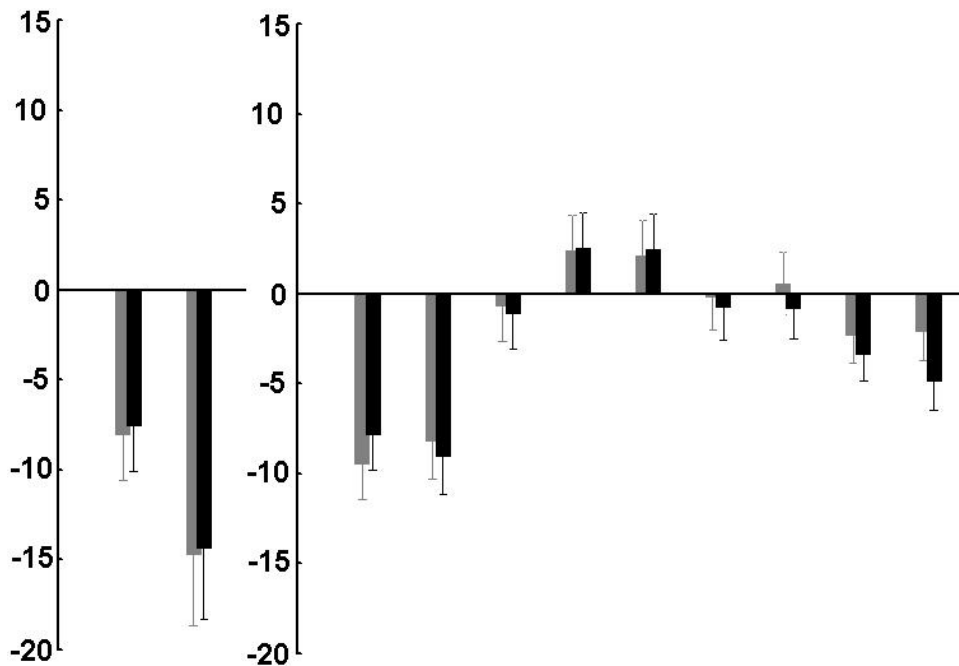


Рис. Динамика вызванной десинхронизации/синхронизации низкочастотного альфа-ритма (8-10 Гц) в паузах 2 с и 9 с между предупреждающим и целевым стимулами. По вертикали – показатель десинхронизации/синхронизации по всем отведениям ЭЭГ, вычисленный на основании вариационной функции (мкВ/с); по горизонтали – односекундные отрезки межстимульного интервала; светлые столбики – левое полушарие, темные – правое полушарие. Показаны доверительные интервалы ($p < 0.05$).

Динамика корковой электрической активности от начала действия предупреждающего сигнала и до предъявления целевого стимула наибо-

лее четко выявляется при анализе низкочастотного альфа-ритма. Известно, что по его изменениям можно судить о колебаниях активности функции селективного внимания у человека [1, 4-6]. Приуроченность десинхронизации альфа1-ритма к периоду, непосредственно предшествующему целевому стимулу, можно считать индикатором повышения корковой активности, предуготовленности к решению когнитивной задачи [1,6]. Синхронизация альфа1-активности в середине относительно большого межстимульного интервала может рассматриваться в свете концепции тормозного контроля когнитивной деятельности [1, 4-5, 7]. Вызванная синхронизация альфа-ритма служит показателем нисходящего тормозного контроля со стороны лобных структур на относительно длительном отрезке времени, когда происходит снижение психической активности. Авторы подчеркивают, что наблюдаемая ими синхронизация альфа-колебаний – это не усиление «ритма покоя», а результат активного высоко-специфичного нисходящего тормозного воздействия (top-down cognitive control) на нерелевантную когнитивную деятельность.

Мы предполагаем, что в результате многократного повторения стимулов у испытуемых формируется внутреннее представление о временных параметрах, в пределах которых осуществляется подготовка к когнитивной деятельности – решению зрительно-пространственной задачи. Это сформировавшееся на неосознаваемом уровне внутреннее представление (установка) служит источником модуляции селективного внимания в промежутках между стимулами, усиливая его перед наступлением релевантного события и понижая, когда оно не ожидается [8,9].

Литература

1. Klimesch W., Sauseng P., Hanslmayr S. EEG alpha oscillations: the inhibition-timing hypothesis. *Brain Research Reviews*. 2007. 53(1). 63-88.
2. Klimesch W., Doppelmayr M., Schwaiger J., Auinger P., Winkler T. "Paradoxical" alpha synchronization in a memory task. *Cognitive Brain Research*. 1999. 7: 493-501.
3. Козлов М.К. Оценка достоверности вариационных характеристик пре- и постстимульной кривой ЭЭГ по критерию хи-квадрат. *Журн. высш. нерв. деят.* 2009. 59(2): 281-290
4. Kelly S.P., Lalor E.C., Reilly R.B., Foxe J.J. Increases in alpha oscillatory power reflect an active retinotopic mechanism for distracter suppression during sustained visuospatial attention. *J. Neurophysiol.* 2006. 95: 3844–3851.
5. Klimesch W., Freunberger R., Sauseng P. Oscillatory mechanisms of process binding in memory. *Neuroscience and Behavioral Reviews*. 2010. 34: 1002-1014.
6. Worden M.S., Foxe J.J., Wang N., Simpson G.V. Anticipatory Biasing of Visuospatial Attention Indexed by Retinotopically Specific α -Band Electroen-

cephalography Increases over Occipital Cortex. The Journal of Neuroscience. 2000. 20 (63): 1-6.

7. Cooper N.R., Croft R.J., Dominey S.J.J., Burgess A.P., Gruzelier J.H. Paradox lost? Exploring the role of alpha oscillations during externally vs. internally directed attention and the implications for idling and inhibition hypotheses. International Journal of Psychophysiology. 2003. 47(1): 65-74.

8. Coull J.T., Nobre A.C. Where and When to Pay Attention: The Neural Systems for Directing Attention to Spatial Locations and to Time Intervals as Revealed by Both PET and fMRI. J. Neurosci. 2008. 18. 7426-7435.

9. Miniussi C., Wilding E., Coull J., Nobre A. Orienting attention in time: Modulation of brain potentials. Brain. 1999. 122: 1507-1518.

Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных исследований ОБН РАН «Физиологические механизмы регуляции внутренней среды и организации поведения живых систем».

БАЗАЛЬНОЕ КРУПНОКЛЕТОЧНОЕ ЯДРО КАК ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР, ОПОСРЕДУЮЩИЙ ВКЛЮЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ВНИМАНИЯ

Чернышев Б.В.*, Тимофеева Н.О., Мацелепа О.Б., Семикопная И.И.

b_chernysh@mail.ru

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова

Изучение структуры и механизмов внимания представляет собой одну из наиболее трудных областей когнитивной науки – причем как в психологическом, так и физиологическом аспекте. Видимо, это связано с тем, что внимание имеет многоуровневый характер, а в эксперименте его трудно отделить от других когнитивных процессов, таких как восприятие и память, с которыми оно тесно связано.

В настоящее время предполагается, что в обеспечении различных форм внимания важнейшую роль играет активирующая холинергическая система, и в особенности базальное крупноклеточное ядро переднего мозга, или ядро Мейнерта (далее БКЯ) [Voytko, 1996; Everitt, Robbins, 1997; Sarter et al., 2006; Woolf, Butcher, 2011 и др.]. Вероятным механизмом реализации внимания на уровне коры больших полушарий является синхронизация нервных сетей в диапазоне гамма-ритма [Данилова и др., 2005; Думенко, 2006; Uhlhaas et al., 2008; Doesburg et al., 2008 и др.], при