

Когерентный анализ ЭЭГ показателей при реальных и мысленных движениях



21 Июнь, 2010 - 23:48 — Кирилл Афонин

- [Алгоритмы и методы обработки информации](#)

Афонин К.В. Ст.Гр.БМИм-109

По Материалам XV Международной конференции по нейрокибернетике

О.М. Бахтина, НИИ Нейрокибернетики ЮФУ, Ростов-на-Дону, Россия

Введение

Имеются немногочисленные данные о том, что пространственно-временная динамика мозговых процессов, отображающая реально происходящие внешние события и их мысленное отображение, в достаточной степени близка [1, 5, 6]. Возможная тождественность нейрофизиологических процессов в этих разных условиях весьма существенна для решения проблемы создания интерфейса мозг-компьютер, поскольку дает реальные основания для выделения электрофизиологических маркеров мыслительных событий. Очевидно, что поиски таких маркеров целесообразно вести с позиций нейродинамической концепции [2], которая опирается на формирование пространственно-временных паттернов функциональных мозговых блоков, существующих локально во времени и ограничено в пространстве. Одним из способов решения этой задачи является идентификации специфических электрографических паттернов, лежащих в основе формирования и реализации двигательных актов, а также их мысленных представлений на базе использования функции когерентности, как меры функциональной связи мозговых структур

Методика

Материал работы. Исследование ЭЭГ-активности проведено на 5 взрослых (18-22 года) праворуких испытуемых. Всего для проведения когерентного анализа было отобрано 832 безартефактных участков ЭЭГ-активности

Регистрация ЭЭГ. Проводили 14-канальную регистрацию ЭЭГ активности по схеме 10-20 с частотой квантования сигнала 250 Гц (система «Энцефалан -131- 03», элитная версия, «Медиком МТД». Г. Таганрог, Россия). Запись ЭЭГ-активности осуществлялась в монополярном режиме от симметричных пар отведений: f3, f4, f7, f8, c3, c4, t3, t4, t5, t6,

p3, p4, o1, o2. Нейтральный электрод фиксировался в области лба. Одновременно регистрировалась ЭМГ-активность с обеих рук и окулограмма. Характеристика деятельности испытуемых. В задачу испытуемых входило выполнять движения правой или левой рукой, а также представлять мысленно эти движения. Типов движения (и их мысленных отображений) было три: сгибание в локте вверх-вниз, движение в локте вправо-влево, сжимание кисти в кулак. Символы соответствующих типов движения и мысленных представлений, запускающие работу, появлялись на мониторе в случайном порядке с рандомизированной паузой в пределах 2500-3500 мс.

Предварительный отбор данных. После эксперимента производилась автоматическое удаление из ЭЭГ-отведений артефактов, связанных с движением глаз и мышечными движениями. После этого производилась нарезка фрагментов ЭЭГ отдельно для каждого типа деятельности. Каждый фрагмент содержал отрезок записи ЭЭГ длительностью 1 сек непосредственно после соответствующей метки. Все фрагменты, соответствующие определенному типу деятельности «сшивались» в один большой фрагмент, относительно которого и рассчитывалась когерентность. Длительность такого фрагмента в среднем составляла 20-25 сек.

Статистический анализ.

Коэффициенты когерентности (КоГ) между всеми парами используемых отведений определялись посредством вычислительных средств системы «Энцефалан-121-03» в следующих диапазонах: альфа, 8-13 Гц, бета-1, 14-19 Гц, бета-2, 20-30 Гц и гамма, 40-60 Гц. В дальнейшем совокупность данных подвергалась процедуре Анона-анализа, дизайн которой включал в себя такие факторы, как «испытуемые» (1), «рука» (2), «тип деятельности» (3), диапазоны ЭЭГ-ритмов» (4) и «отведения» (5). Процедура Анона-анализа проводилась посредством программы «Statistica-6» с использованием процедуры «Repeated Measures Anova». Распределение значений когерентности, вычисленные для каждого типа деятельности сравнивались с состоянием пассивного бодрствования (глаза открытые) и между собой.

Результаты

Процедура Анона-анализа показала следующий результат. На уровне Mean-эффекта обнаруживается достоверное влияние на распределение когерентности практически всех рассматриваемых факторов. Для части факторов, такое влияние очевидно, например индивидуальные особенности испытуемых, поэтому мы сконцентрировали внимание на тех факторах, которые, на наш взгляд наиболее интересны с позиций тех проблем, которые мы исследовали. В первую очередь подлежала рассмотрению значимость таких факторов, как тип деятельности, диапазоны ЭЭГ-ритмов и отведения, а также эффекты их взаимодействия. На уровне Main-эффекта обнаруживаются достоверные различия между отдельными типами деятельности, но более существенно то, что оказывается значимым и взаимодействие этого фактора с таким, как рука и диапазоны на уровне двух- и трехфакторного взаимодействия. Взаимодействие факторов дает надежду на выделение

специфичных пространственно-временных паттернов КоГ, соответствующих определенным соотношениям типов деятельности, рук и диапазонов. При рассмотрении таблицы обращает на себя внимание настойчивое присутствие фактора «Диапазоны». На наш взгляд, это свидетельствует о существовании выраженных особенностей поведения КоГ в разных диапазонах ритмов ЭЭГ- активности. Как показал углубленный анализ, это в первую очередь связано с доминированием величины КоГ в альфа-диапазоне и минимальных уровнях, по сравнению с другими диапазонами, КоГ в гамма-диапазоне. Такие особенности формирования когерентных связей сохраняются при различных сочетаниях экспериментальных факторов. Во вторых, обнаруживается увеличение значений когерентности для многих связей в альфа-диапазоне по сравнению с состоянием пассивного бодрствования (открытые глаза) и параллельное снижение когерентности в более быстром гамма-диапазоне. Такое распределение паттернов КоГ вступает в противоречие с распространенным взглядом на роль синхронизации в области быстрых ритмов, которая обычно связывается с деятельным состоянием мозга. [4]

Заключение

Обсуждение результатов исследований КоГ, измеренных в ситуации реальных моторных действий и их мысленных представлений базируется на некоторых основных положениях, в соответствии с современными представлениями о роли различных мозговых структур в программировании, реализации и отслеживании такого рода деятельности. Согласно этим представлениям корковые структуры играют наиболее существенную роль в процессе обучения новым моторным координациям, при этом активируется комплекс мозговых структур, включающий префронтальную, париетальную и соматосенсорную кору, премоторную, первичную и дополнительную моторную кору, таламус и мозжечок [8, 10]. Конкретная пространственно-временная программа движения организуется мозжечком (для быстрых движений) и базальными ганглиями (для медленных движений) и реализуется через моторную кору. При этом специфическая роль моторной коры заключается в обслуживании процессов консолидации следов формирования навыка, что сопровождается усилением связи в премоторных и заднетеменных отделах коры. Аналогичное усиление связи между моторными и заднетеменными областями наблюдается и при длительном выполнении ранее заученного двигательного ритмического действия (8), что рассматривается как этап активации памятного следа консолидации и свидетельствует об определенной роли моторной коры и в реализации автоматизированных двигательных актов. Обнаружено, что при такой моторной деятельности, в отличие от процесса обучения, активность возникает в одном и том же полушарии, независимо от активной конечности [7]. Предполагается, что корковый контроль при двигательной практике может сохраняться также для торможения мешающих естественных синергий [3]. При мысленном выполнении движений «меченные ритмы» проявляются преимущественно в переднелобных, премоторных и моторных областях, особенно левого полушария и корреляция между этими областями устанавливается по разным ритмам [2]. При мысленном представлении сложных движений пальцев, как и при реальном обучении этим движениям и их повторных

движений, возникают специфические пластические реорганизации активности в зоне представительства пальцев в моторной коре [9]. Таким образом, можно говорить о том, что роль различных корковых структур значима не только при формировании двигательных актов, что достаточно хорошо показано, но и в процессе выполнения уже заученных, автоматизированных, движений, аналогичным тем, что использовались в наших экспериментах. Следовательно, не лишены оснований поиски паттернов локальной и пространственной синхронизации на уровне корковых структур, специфичных для разных типов движений и их мысленного представления. Результаты наших экспериментов не обнаружили высокую специфичность таких паттернов для различных типов деятельности, как реальной, так и мысленной, что снижает перспективность использования КоГ для задач ВСІ. В то же время, особенности формирования КоГ внутри разных ритмов ЭЭГ дают основания для обсуждения функциональной роли пространственной ритмозависимой синхронизации ЭЭГ-активности для реализации деятельности.

Список используемых источников

1. Жаворонкова Л.А. Правши-левши. Межполушарная асимметрия электрической активности мозга человека. М.: Наука. 2006. 223 с.
2. Кирой В.Н., Белова Е.И. Механизмы формирования и роль осцилляторной активности нейронных популяций в системной деятельности мозга // ж. В.Н.Д. 2000. т.50. в.2. с.179-191.
3. Иоффе М.Е. Механизмы двигательного обучения М. Наука., 1991.
4. Мачинская Р.И. Нейрофизиологические механизмы произвольного внимания (аналитический обзор) // ж. В.Н.Д. 2003. т.53. №2. с. 133
5. Холмская Е.Д. Нейропсихологический анализ межполушарной асимметрии мозга человека. М.: МГУ. 1986. 138 с.
6. Kornhuber N.N. // In: F.O. Schmitt F.G. Worden (eds.) The Neuroscience. Cambridge, MIT Press, 1974. P. 267-280.
7. van Mier H., Tempel L.W., Perlmutter J.S., Raichle M.E., Petersen S.E. Changes in Brai Activity During Motor Learning Measured with PET: Effects of Hand of Performance and Practice// J. Neuriphysiol. 1998. 80.2177-2199
8. Obayashi S., Subara T., Kwabe K., Okauchi T., Maeda J., Akine Y., Onoe H., Iriki A. Functional Brain Mapping of Monkey Tool Use // Neuroimage. 2001. 14.4. 853-61