

Исследование корковой интегративной структуры при выполнении задачи зрительно-пространственного профиля

В.Г. Григорян, А.Н. Аракелян, А.Р. Агабабян, А.Ю. Степанян

Кафедра физиологии человека и животных Ереванского государственного университета

375049 Ереван, ул. Алека Манукяна, 1

Ключевые слова: функциональное состояние, фокус максимальной активности, вызванные потенциалы, компьютерная игра, зрительно-пространственное восприятие, исходный уровень активности коры

Проблема перестройки интегративной системы коры мозга при выполнении определенных заданий является одной из наиболее актуальных при исследовании механизмов мозгового обеспечения различных видов умственной деятельности, в том числе при выполнении зрительно-пространственной задачи. Сохранность или смещение исходной интегративной структуры коры мозга в ходе деятельности так же, как развитие синхронной активации, являются индикатором степени сложности задания, выработки навыка [5,8].

Целью исследования являлся системный анализ внутрикорковой интегративной структуры при выполнении на компьютере задачи зрительно-пространственного содержания.

Материал и методы

Исследования проводились на 90 практически здоровых студентах с выраженной праворукостью. Задание заключалось в выполнении на компьютере в течение 3 часов задачи зрительно-пространственного профиля (помещение геометрических фигур, постоянно появляющихся на экране, в указанном пространстве за ограниченное время). Регистрировалась и усреднялась вызванная активность на свет. В качестве стимулов использовались световые вспышки средней интенсивности (0,4 Дж/с) с экспозицией 50 мс и межстимульными интервалами около 3 с. Стимулы предъявлялись в условиях произвольного (НВ) и произвольного внимания (ПВ). Анализировались следующие компоненты вызванных потенциалов (ВП): N_{200} и P_{300} . Проводились 4 серии регистрации: до начала работы на дисплее (T_0), после первого (T_1), второго (T_2) и третьего (T_3) часов работы. Был проведен системный анализ внутрикорковой интегративной структуры по локализации в коре фокуса максимальной активности (ФМА) исследуемых компонентов ВП. Для этого были ис-

пользованы среднестатистические амплитудные показатели 4 симметричных областей коры (фронтальная, центральная, теменная и затылочная) в двух ситуациях в динамике 3-часовой работы. ФМА определялся по локализации наибольшей амплитуды каждого компонента ВП для текущего момента регистрации, если имелась достоверная разница в амплитуде хотя бы в одной из трех областей коры головного мозга. Были составлены топографические карты по распределению ФМА с использованием компьютерной графики "Corel Draw".

Результаты и обсуждение

Системный анализ корковой интеграции левого полушария выявил следующую картину. По компоненту N_{200} максимальная амплитуда волны обнаружена в теменной области во все часы эксперимента как при НВ, так и при ПВ (рис. 1, А). ФМА компонента P_{300} при T_0 и T_1 (ситуации НВ и ПВ) локализован во фронтальной области после 2-го часа работы (T_2) и при T_3 перемещается в затылочную область (рис. 2, А).

В генезе волны N_{200} в правом полушарии наибольшую "заинтересованность" проявляет теменная область: в ситуации НВ ФМА компонента N_{200} располагается в теменной области, однако в ситуации ПВ доминантный очаг отсутствует (рис. 1, Б). Интересная картина наблюдается при анализе корковой интеграции по компоненту P_{300} (рис. 2, Б). В начале эксперимента в ситуации НВ отмечается синхронная активность исследуемых областей, после 2-го и 3-го часов работы максимальная амплитуда волны P_{300} обнаружена в затылочной области. В ситуации ПВ исходная корковая структура (T_0) такая же, как и при НВ. Но уже через час появляется доминантный очаг возбуждения: ФМА локализован во фронтальной области. При T_2 ФМА волны P_{300} перемещается в затылочную область.

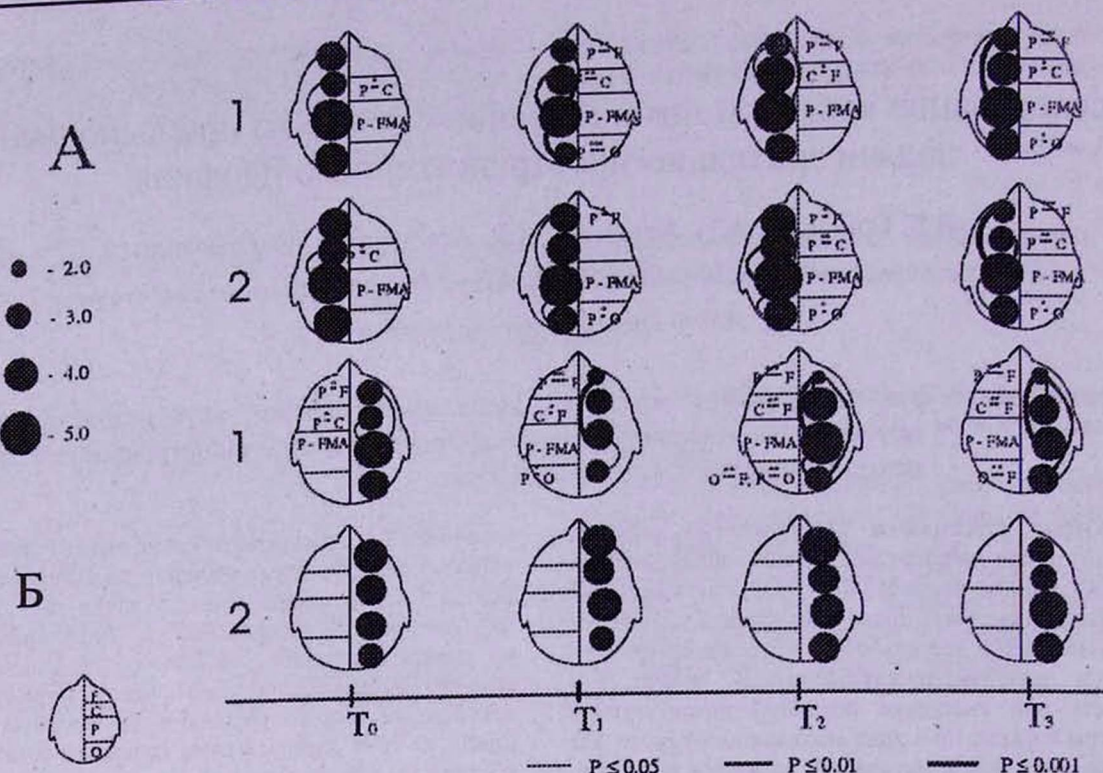


Рис 1. Локализация ФМА компонента N_{200} в исследуемых областях коры левого (А) и правого (Б) полушарий в ситуациях НВ (1) и ПВ (2) в динамике 3-часового выполнения зрительно-пространственной задачи на компьютере. Здесь и на рис. 2: T_0 , T_1 , T_2 , T_3 – экспериментальные серии до начала, через 1, 2, 3 часа работы соответственно

Таким образом, в генезе волны N_{200} наибольшую "заинтересованность" проявляет теменная область и в левом, и правом полушарии (за исключением ситуации ПВ, когда во всех областях отмечается высокая амплитуда N_{200}). Исходная корковая структура левого полушария по компоненту P_{300} нарушается: из фронтальной области при T_0 и T_1 ФМА волны P_{300} перемещается в затылочную область, при T_2 и T_3 – в обеих ситуациях. В правом полушарии изначально доминантный очаг отсутствует. При T_1 и T_2 в ситуации НВ ФМА P_{300} наблюдается в затылочной области, а в ситуации ПВ ФМА локализован в передних отделах правого полушария.

Итак, проведенная нами сравнительная оценка четырех исследуемых областей левого и правого полушарий по ФМА компонентов N_{200} , P_{300} зрительных ВП позволила дать топографофизиологическую характеристику системных процессов, происходящих в коре.

Влияние длительной умственной работы на функциональную топографию мозга отмечают ряд авторов [5, 7, 8, 12]. Так, локализация ФМА в префронтальной и фронтальной областях, отмечаемая О.А. Сидоровой и М.Б. Костюниной [7], при длительной умственной деятельности является электрофизиологическим кор-

релятом развития эмоционального напряжения. Успешное решение зрительно-пространственных задач, как показано в работах ряда авторов [5, 8], сопровождается повышением активности таких областей, как затылочная, височная, височно-теменно-затылочная.

В наших экспериментах системный анализ интегративной организации исследуемых областей коры левого и правого полушарий головного мозга по компоненту N_{200} , генез которого связан с восприятием стимула и его опознанием [2, 3], показал преимущественную локализацию ФМА в теменной области. А теменная область, как известно, являясь задней ассоциативной областью коры, обеспечивает оценку пространственных и временных параметров сигналов, учет и удержание в памяти пространственных отношений, элементов образов [6, 10]. По мнению ряда авторов [1, 9, 10, 13], в задней теменной коре локализованы две, казалось бы, далекие друг от друга функции: избирательное внимание и описание пространственных отношений. Исходя из того факта, что предложенное нами задание имело зрительно-пространственное содержание, доминирование теменной области на этапе формирования ощущения является вполне закономерным.

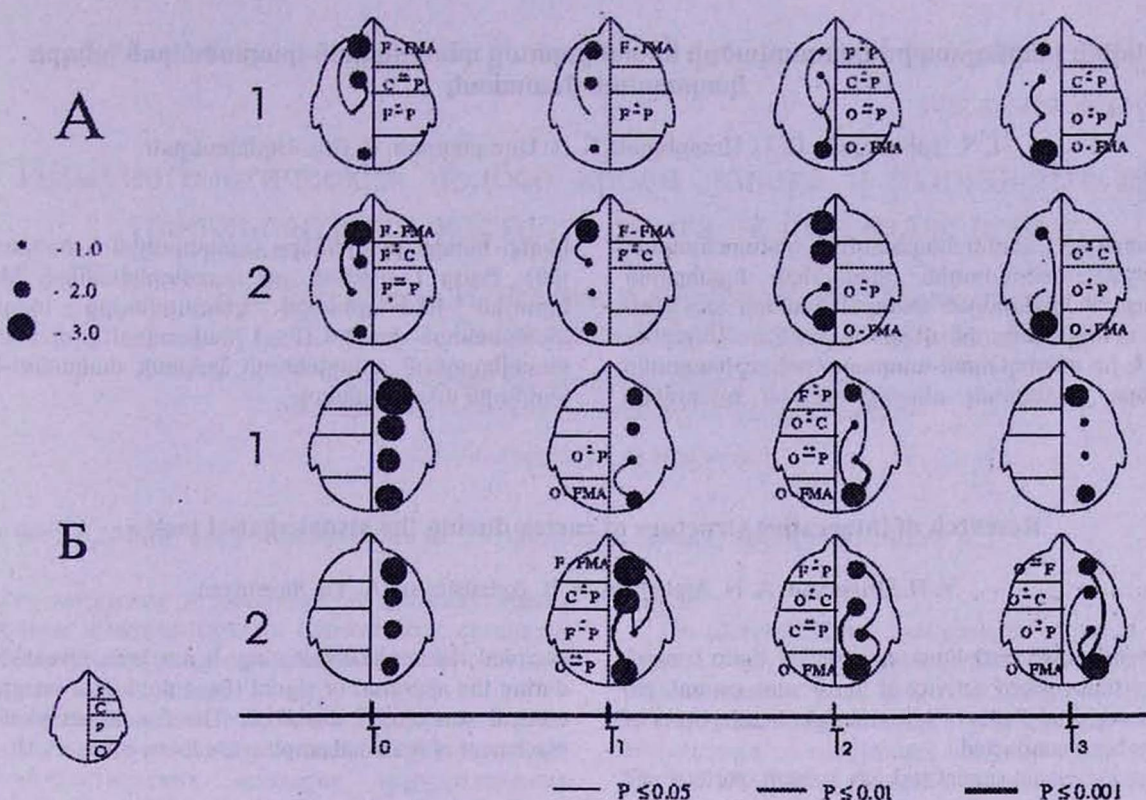


Рис 2. Локализация ФМА компонента R_{300} в исследуемых областях коры левого (А) и правого (Б) полушарий в ситуациях НВ (1) и ПВ (2) в динамике 3-часового выполнения зрительно-пространственной задачи на компьютере

Сравнительный анализ особенностей интегративной системы по компоненту R_{300} выявил нарушение исходной интегративной структуры коры и смещение ФМА из фронтальной в затылочную область, что можно объяснить необходимостью усиления зрительного гнозиса. Исходя из гетерогенной природы R_{300} [14], его корреляции с самыми разнообразными аспектами психической деятельности на уровне сознания [4] и выраженности компонента R_{300} в функционально неоднородных областях в зависимости от характера решаемой задачи [2, 11], мы полагаем, что при выполнении предъявленной нами деятельности зрительно-пространственного профиля большая задействованность зрительной коры в реализации завершающего этапа обработки сигнала является логичной.

Как известно, функционирование затылочных долей обеспечивает основные механизмы зрительного

гнозиса, играет важную роль в осуществлении адекватной глазодвигательной деятельности при решении различных зрительных задач [6].

Таким образом, системный анализ интегративной организации исследуемых областей коры левого и правого полушарий выявил большую задействованность задних отделов коры (теменной и затылочной) при выполнении задачи зрительно-пространственного содержания.

Сохранность исходной интегративной структуры коры рассматривается как признак адекватности выполняемой деятельности. С этой точки зрения выявленное нами нарушение этой структуры на этапе оценки сигнала (R_{300}) указывает на то, что выполнение предложенной компьютерной игры зрительно-пространственного профиля (в течение 3 часов) осуществляется за счет "высокой биологической цены".

Поступила 14.01.04

Կեղևի ինտեգրատիվ կառուցվածքի հետազոտումը տեսողական-տարածական խնդրի կատարման ժամանակ

Վ. Ն. Գրիգորյան, Ա. Ն. Արակյան, Հ. Ռ. Աղաբաբյան, Ա. Յու. Ստեփանյան

Կատարված է կեղևի ճակատային, կենտրոնական, զգաթային, ծոծրակային շրջանների հրահրված ակտիվության հիմնական կոմպոնենտների համեմատական ամպլիտուդային վերլուծություն: Հայտնաբերված է, որ տեսողական-տարածական աշխատանք կատարելու ժամանակ գերակշռում են գլխուղեղի

կեղևի հետին բաժինները (զագաթային և ծոծրակային): Յույժ է տրված, որ փորձարկվողների կեղևի ելքային ինտեգրատիվ կառուցվածքը ազդակի գնահատման փուլում (P_{300}) խախտվում է. դիտվում է առավելագույն ամպլիտուդի ֆոկուսի ճակատա-ծոծրակային տեղափոխում:

Research of integrative structure of cortex during the visual-spatial task

V. H. Grigoryan, A. N. Arakelyan, H. R. Aghababayan, A. Yu. Stepanyan

The comparative amplitude analysis of basic components of visual evoked activity of the frontal, central, parietal and occipital fields of left and right hemispheres of cortex has been conducted.

During the visual-spatial task, as a result, parietal and

occipital fields are dominating. It has been revealed that during the appraisal of signal (P_{300}) the initial integrative cortical structure is disturbed. The frontal-occipital displacement of maximal amplitude's focus is observed.

Литература

1. Глезер В. Д. Зрение и мышление. Л., 1985.
2. Иваницкий А. М., Стрелец В. Б. Журнал ВНД, 1982, 32 (5), с. 826.
3. Иваницкий А. М., Стрелец В. Б., Корсаков И. А. Информационные процессы мозга и психическая деятельность. М., 1984.
4. Костандов Э. А. Физиология человека, 1992, 18 (3), с. 17.
5. Мачинский Н. О., Мачинская Р. И., Труш В. Д. Физиология человека, 1990, 16 (2), с. 5.
6. Меерсон Я. А. Высшие зрительные функции. Л., 1986.
7. Сидорова О. А., Костюнина М. Б. Журнал ВНД, 1991, 41(6), с. 1094.
8. Черемушкин Е. А. Физиология человека, 1997, 23 (3), с. 5.
9. Шехтер М. С. Зрительное опознание. М., 1981.
10. Bushara R. O., Weeks R. A., Ishii K. et al. Nat. Neurosci., 1999, 2 (8): 759.
11. Donchin E., Coles M. G. H. Behavioral and Brain Sciences, 1988, 11 (3): 531.
12. Gevins A. S., Bressler S. L., Cuillio B. A. et al. EEG and Clin. Neurophysiol., 1990, 76 (4): 339.
13. Shen L., Hu X., Yacoub E., Ugurbil K. Human Brain Mapp., 1999, 8 (1): 60.
14. Squire L. R. Declarative and nondeclarative memory: multiple brain systems supporting learning and memory. In: Memory systems. London: A Bradford Book, 1994, p. 203.