Направление: Физиологические основы высших психических функций в норме и патологии

Форма участия: доклад на симпозиуме (20 минут)

1. НАЗВАНИЕ:

МОЗГОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ КОГНИТИВНОГО КОНТРОЛЯ: ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННОГО АНАЛИЗА

BRAIN MECHANISMS OF COGNITIVE CONTROL: ELECTROENCEPHALOGRAPHIC STUDY WITH THE USE OF TIME-FREQUENCY ANALYSIS

2. УДК:

612.821+159.91

3. АВТОРЫ:

Б.В. Чернышев, Н.А. Новиков, Ю.М. Нурисламова, Н.А. Жожикашвили, Д.В. Брызгалов

B.V. Chernyshev, N.A. Novikov, Yu.M. Nurislamova, N.A. Zhozhikashvili, D.V. Bryzgalov

4. МЕСТО РАБОТЫ:

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», лаборатория когнитивной психофизиологии, Москва, Россия; Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, кафедра высшей нервной деятельности, Москва, Россия

National Research University Higher School of Economics, Laboratory of Cognitive Psychophysiology, Moscow, Russia; Lomonosov Moscow State University, Department of Higher Nervous Activity, Moscow, Russia

5. РЕЗЮМЕ (до 500 символов, включая пробелы):

Когнитивный контроль – это совокупность процессов, обеспечивающих гибкое целенаправленное поведение. Проведена серия электроэнцефалографических экспериментов при выполнении слуховой конденсационной задачи. Результаты исследований позволяют выделить три мозговые сети, обеспечивающие адаптивные процессы после совершения ошибочных ответов. Показано, что ответы с большим временем реакции совершаются при более низком уровне внимания и более высоком уровнем неопределенности.

Cognitive control is a set of processes that are responsible for flexible goal-directed behaviour. We did a series of electroencephalographic experiments during the auditory condensation task. The findings obtained allow distinguishing three brain networks that carry out adaptive processes after error commission. We also show that increased response time is associated with lower level of attention and higher level of uncertainty.

6. Ключевые слова (Через запятую, 5-7. Не более 100 символов с пробелами.):

когнитивный контроль, исполнительные функции, внимание, детекция ошибки, восприятие, движение

cognitive control, executive functions, attention, error detection, perception, movement

===================================================================

7. ТЕКСТ ТЕЗИСА (не более 4500 символов с пробелами):

Под когнитивным контролем в настоящее время понимают совокупность процессов, обеспечивающих адаптивное целенаправленное поведение и поддерживающих на оптимальном уровне вовлеченные когнитивные процессы [4]. В их число входит как специфические процессы – внимание, так и неспецифические процессы – регуляция моторного порога. Внимание является механизмом, позволяющим улучшить обработку релевантной информации; повышение моторного порога позволяет подавлять нерелевантные моторные реакции. Ухудшение работы каждого из механизмов может привести к совершению принципиально различных типов ошибок [3]. За ошибками следуют специфические адаптивные изменения текущих процессов.

Когнитивный контроль исследован при выполнении испытуемыми достаточно узкого круга задач – в зрительной модальности, с необходимостью осуществлять подавление доминирующих реакций (например, задача Струпа или фланговая задача). В настоящем исследовании применена разработанная нами модифицированная слуховая конденсационная задача [1; 2]. Таким образом, мы впервые реализовали задачу в слуховой модальности; решение данной задачи не имеет непосредственной связи с подавлением доминирующих реакций. После совершения реакции испытуемому подавали зрительную обратную связь, сообщающую о правильности или ошибочности ответа.

В эксперименте 1 анализировали правильные ответы, следующие за правильными ответами, правильные ответы, следующие за ошибками, и ошибки, следующие за правильными ответами. Во эксперименте 2 анализировали правильные ответы и ошибки, при этом ответы разделяли на быстрые и медленные по индивидуальной медиане времени ответа. Анализировали осцилляции электроэнцефалограммы в тета, альфа и бета диапазонах. Статистический анализ производили с помощью метода беспорогового усиления кластеров в сочетании с пермутационной статистикой, применяли также парный критерий Стьюдента, дисперсионный анализ и ранговую корреляцию Спирмена (с применением поправки Бонферрони).

Эксперимент 1. Исследовали адаптивные изменения осцилляторной активности после совершения ошибочных ответов. Выявлено значительное повышение фронтальных тета-осцилляций средней линии (ФТСЛ), а также подавление осцилляций в альфа диапазоне в левых центральных и теменных электродах. Была обнаружена корреляция между альфа-осцилляциями в левой центральной области и замедлением времени реакции после ошибок, альфа-осцилляции в теменных областях коррелировали с успешностью выполнения задания, а усиление ФТСЛ коррелировало с обоими поведенческими показателями.

В реализациях с правильными ответами, следующими непосредственно после ошибочных реализаций, наблюдалось значительное подавление осцилляций в альфа диапазоне, широко распределенное по всей поверхности головы и начинавшееся раньше ответа. При этом после ответа возникала более слабая ФТСЛ активность.

Полученные данные в совокупности указывают на существование трех механизмов пост-ошибочной адаптации мозговых сетей, модуляции активности которых связаны с ошибками: медиальная префронтальная сеть (контролирует необходимость увеличения когнитивного контроля), теменная сеть внимания (поддерживает устойчивое внимание) и сенсомоторная сеть (поддерживает принятие решений и выбор действия).

Эксперимент 2. Исследовали возможность по времени ответа произвести разделение реакций с высокими и низкими уровнями внимания и неопределённости. Непосредственно после моторного ответа усиление ФТСЛ происходило только после быстрых ошибок, тогда как после медленных ошибок данного эффекта не наблюдалось. Позднее подавление осцилляций в альфа диапазоне происходило только для медленных правильных ответов. В ответ на предъявление стимулов обратной связи, усиление префронтальных бета-осцилляций наблюдалось только после медленных ошибок. Таким образом, при быстрых ответах проявилась внутренняя детекция результата моторного ответа, при медленных – внешняя детекция на основе стимулов обратной связи. Полученные результаты показывают, что короткое время ответа сопряжено с более высоким уровнем внимания и низкой неопределенностью, а длительное время ответа – с низким уровнем внимания и высокой неопределенностью.

В целом, в проведенных исследованиях подтверждается ряд фундаментальных закономерностей, полученных в принципиально иных экспериментальных условиях [3; 4]. Более того, применение слуховой конденсационной задачи позволило получить новые знания о мозговых механизмах когнитивного контроля.

*Исследование осуществлено в рамках программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ в 2017 г.*

8. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

Оформляется согласно требованиям ГОСТ 7.1-2003. Указываются в алфавитном порядке вначале – русские, затем – иностранные источники. Объем – не более 1000 символов, с учетом пробелов. Буквы строчные, без переносов.

1. Chernyshev B.V., Lazarev I.E., Bryzgalov D.V., Novikov N.A. Spontaneous attentional performance lapses during the auditory condensation task: An ERP study / B.V. Chernyshev, I.E. Lazarev, D.V. Bryzgalov, N.A. Novikov // Psychol. Neurosci. – 2015. – Vol. 8, № 1. – P. 4-18.

2. Novikov N.A., Bryzgalov D.V., Chernyshev B.V. Theta and alpha band modulations reflect error-related adjustments in the auditory condensation task / N.A. Novikov, D.V. Bryzgalov, B.V. Chernyshev // Front. Hum. Neurosci. – 2015. – Vol. 9, № 673. – P. 1-13.

3. van Driel J., Ridderinkhof K.R., Cohen M.X. Not all errors are alike: theta and alpha EEG dynamics relate to differences in error-processing dynamics / J. van Driel, K.R. Ridderinkhof, M.X. Cohen // J. Neurosci. – 2012. – Vol. 32, № 47. – P. 16795-16806.

4. Yeung N. Conflict monitoring and cognitive control / N. Yeung // The Oxford Handbook of Cognitive Neuroscience: The Cutting Edges / Ochsner K.N., Kosslyn S. Oxford: Oxford University Press. – 2014. – P. 275–299.