

КОГНИТИВНАЯ НАУКА В МОСКВЕ: НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

2013

**МАТЕРИАЛЫ
КОНФЕРЕНЦИИ**



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

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВАЦИИ НА МОЗГОВУЮ ОРГАНИЗАЦИЮ РАБОЧЕЙ ПАМЯТИ

Розовская Р.И.* (1), Печенкова Е.В. (2), Мачинская Р.И. (1)

renata.rozovskaya@gmail.com

1 – Институт возрастной физиологии РАО

2 – Центр лучевой диагностики в составе
Лечебно-реабилитационного центра Минздрава

В работе представлена экспериментальная модель, разработанная для исследования взаимодействия эмоциональной активации и произвольной организации когнитивной деятельности (управляющих функций) у взрослых и подростков. Несмотря на большое количество исследований управляющих функций в когнитивной психологии и нейронауках, вопрос о роли эмоциональной составляющей в организации когнитивной деятельности и поведения остается открытым (Pessoa, 2009). Кратковременное удержание информации, необходимой для достижения цели поведения, — рабочая память (РП) — является важнейшим компонентом управляющих функций и познавательной деятельности в целом. РП является ключевым фактором для многих когнитивных процессов и играет важную роль в обучении (Baddley, 2012). Мозговая организация РП представляет собой сложную функциональную систему, включающую префронтальные и теменные области коры, а также глубинные структуры мозга (Gazzaley, 2004). Мы предполагаем, что эмоциональная интерференция различной валентности в процессе выполнения когнитивной задачи может оказать влияние на функциональную мозговую организацию (степень активации и характер функционального взаимодействия структур мозга) и эффективность рабочей памяти. Основная задача данной работы состояла в разработке и апробировании экспериментальной модели, которая позволила бы выявить перестройки функциональной мозговой системы зрительной РП в зависимости от силы и валентности эмоциональной активации и сопоставить изменения функциональной организации РП с поведенческими параметрами выполнения когнитивных заданий.

Цель будущего основного исследования состоит в сопоставлении функционального взаимодействия корковых зон (данные количественного анализа ЭЭГ) с активацией мозговых структур (данные фМРТ) для выявления функциональной организации РП и ее изменений в условиях эмоционального стимулирования. В основном эксперименте предполагается проведение ЭЭГ и фМРТ-исследований с использованием одной и

той же экспериментальной модели (см. рис. 1) т. е. по два исследования на каждом испытуемом. Показатели активации мозга (по данным фМРТ) и функционального взаимодействия корковых зон (по данным ЭЭГ) будут сопоставляться в следующих экспериментальных условиях: (1) состояние спокойного бодрствования с открытыми глазами (отдых), (2) мобилизационное неспецифическое внимание (после восклицательного знака и до появления эталонного стимула) (3) во время удержания информации в РП при предъявлении нейтральных изображений, (4) во время удержания информации в РП при предъявлении негативно эмоционально окрашенных изображений, (5) во время удержания информации в РП при предъявлении позитивно эмоционально окрашенных изображений. Предполагается, что сопоставление условий (3) и (2), (3) и (1) позволит оценить мозговую организацию РП при удержании информации о нейтральных реалистических сценах, а сопоставление условий (4) и (3), (5) и (3), (4)+(5) и (3) даст возможность оценить влияние эмоциональной активации в зависимости и вне зависимости от знака эмоций на мозговую организацию РП. Предполагается, что регистрация данных об активности мозга исключительно в период удержания информации в рабочей памяти (но не на этапе запечатления и извлечения) позволит исключить результаты, связанные с эмоциональной активацией в момент предъявления стимула, и сосредоточиться главным образом на эффектах, связанных с функциональной перестройкой рабочей памяти. Настоящая работа представляет собой предварительное методическое исследование, в котором ставились следующие задачи: оценка возможности использования эмоциональных сцен из международных баз данных на российской выборке; оценка уровня сложности предлагаемой когнитивной задачи и подбор стимулов для оптимального уровня сложности, когда задача решается с вероятностью от 0.6 до 0.8; оценка модели с точки зрения возможности ее использования в фМРТ-исследовании.

Эксперимент 1. Ранжирование субъективного восприятия стимулов из международных баз данных (IAPS, GAPED). В первом поведенческом эксперименте приняли участие 10 испытуемых, которые оценивали свою эмоциональную реакцию при просмотре каждого из 120 изображений по шкалам базы IAPS (valence, arousal, dominance) в баллах от 1 до 5.

Эксперимент 2. Тестирование экспериментальной модели. Оценка уровня сложности выполнения когнитивной задачи на удержание в РП реалистических изображений разной эмоциональной валентности. В данном эксперименте приняли участие семь испытуемых. Использовались те же стимулы и экспериментальная процедура, что и в эксперименте 3, проводился анализ процента правильных ответов и времени реакции у каждого испытуемого.

Эксперимент 3. Оценка возможности использования модели в

фМРТ-исследовании. В данном исследовании приняли участие восемь испытуемых.

Стимульный материал. Для исследования влияния эмоциональной активации (Bradley, 2000) на мозговую организацию и эффективность РП в предлагаемой модели в качестве целевых стимулов используются реалистические изображения различной эмоциональной валентности из двух стандартных баз изображений (американской базы IAPS и швейцарской базы GAPED). Были выбраны изображения трех видов: эмоционально нейтральные, негативные (вызывающие отрицательные эмоции) и позитивные (вызывающие положительные эмоции).

Экспериментальная процедура. Задача испытуемого состояла в сравнении (одинаковый vs. разный) тестового стимула с эталоном в ситуации попарного последовательного предъявления изображений (Owen, 2005). Первым предъявлялся эталонный стимул, который необходимо удерживать в памяти до появления тестового стимула. В половине случаев эталонный и тестовый стимулы совпадали, в половине различались некоторыми деталями (цвет фона, цвет деталей, поворот изображения, изменение яркости, контрастности и т. д.). Все измененные изображения уравнены как по сложности, так и по тематике и типу стимула. Всего использовалось 120 пар изображений (по 40 пар для каждой эмоциональной валентности).

Каждая проба (рис. 1) длилась от 29 до 31 секунды и содержала: 1) изображение восклицательного знака (предупреждение о начале пробы) длительностью 0.5 с; 2) фиксационный крест длительностью 2–2.5 с; 3) первое изображение (эталонный стимул), предъявляемое в течение 4 с, 4) интервал удержания изображения в рабочей памяти от 9.5 до 11 с, во время которого испытуемый смотрит на фиксационный крестик; 5) второе изображение (тестовый стимул), предъявляемое в течение 3 с. При появлении тестового изображения испытуемый должен был определить сходство/различие эталонного и тестового стимулов и нажать на одну из двух ответных кнопок. После ответа испытуемый отдыхал в течение 10 с, в это время на экране предъявлялось изображение звездочки.

Оборудование и параметры сканирования фМРТ. Сканирование проводилось на 1.5 Т сканере Siemens Magnetom Avanto. T2*-функциональные изображения были получены с помощью ЭП-последовательности с параметрами TR/TE/FA — 2000 мс / 50 мс / 83°. Регистрировалось по 23 среза по 64 × 64 изотропических воксела со стороной 3.2 мм. Функциональные изображения были дополнены структурными T1-взвешенными изображениями и картами неоднородности магнитного поля.

Результаты. 1. Результаты эксперимента 1 показали, что культурная специфичность не влияет принципиальным образом на эмоциональную реакцию в процессе просмотра выбранных нами изображений. Испытуе-

мые оценивали свою эмоциональную реакцию на изображения по каждой валентности в том же диапазоне, который указан в таблицах IAPS и GAPED.



Рис. 1. Последовательность событий в одной экспериментальной пробе.

2. В эксперименте 2 успешное выполнение когнитивной задачи, предусмотренной данной экспериментальной моделью (сравнение стимула с предыдущим), наблюдалось в среднем в 77.5 % проб со средним временем реакции 1669 мс.

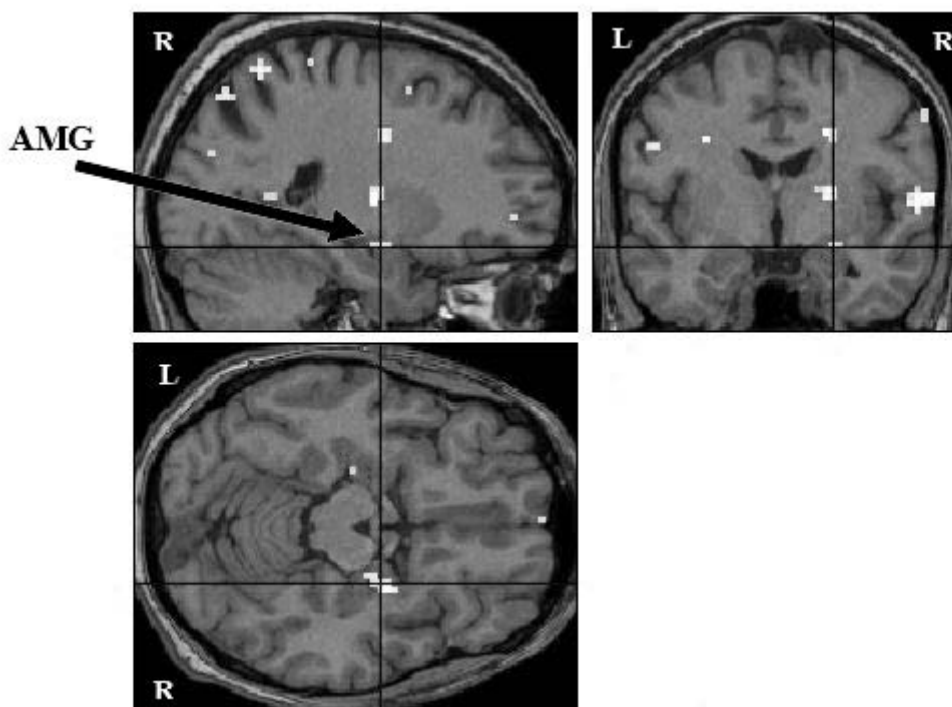


Рис. 2. Испытуемый А. Удержание в РП эмоциональных изображений. Положительные + отрицательные vs нейтральные ($p < 0.005$, без поправки на множественные сравнения). Активация в миндалине (AMG).

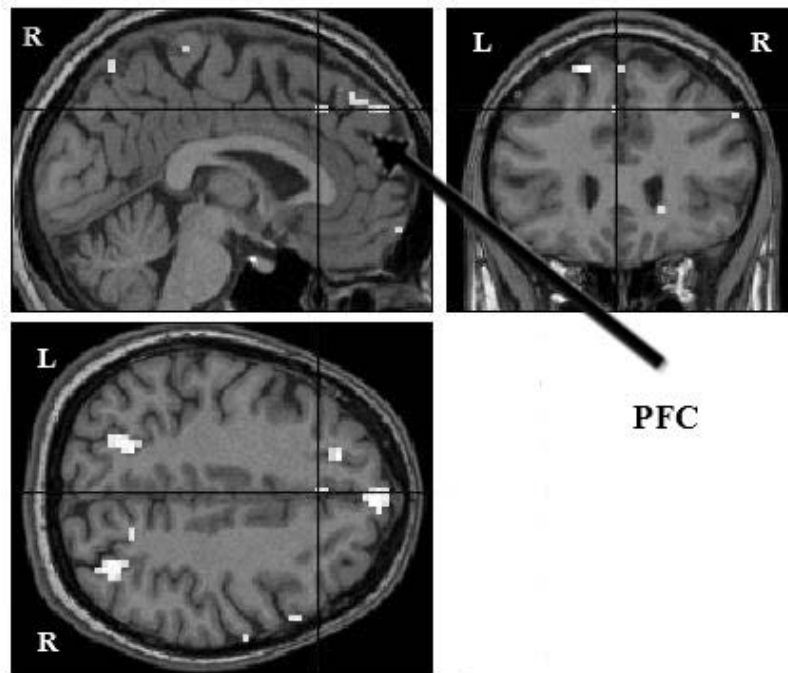


Рис. 3. Испытуемый А. Удержание в РП эмоциональных изображений. Положительные + отрицательные vs нейтральные ($p < 0.005$, без поправки на множественные сравнения). Активация в префронтальной коре (PFC).

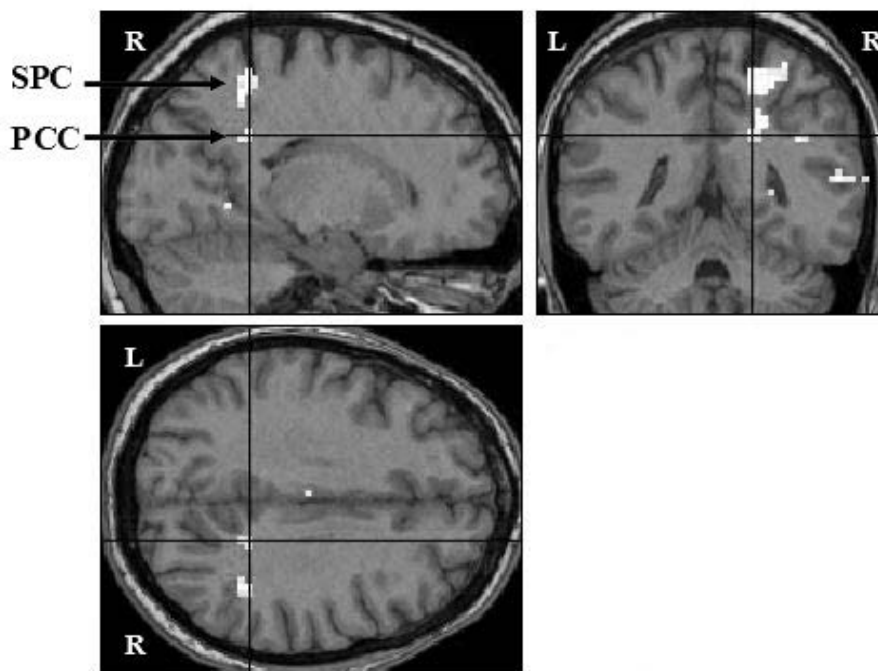


Рис. 4. Испытуемый В. Удержание в РП эмоциональных изображений. Положительные + отрицательные vs. нейтральные ($p < 0.005$, без поправки на множественные сравнения). Активация в задней части цингулярной коры (PCC) и в верхней теменной коре (SPC).

3. Пилотажное фМРТ-исследование показало, что эффективность выполнения задачи и время реакции аналогичны результатам поведенческого эксперимента. По индивидуальным данным была обнаружена активация в зонах мозга (участки дорсолатеральной префронтальной коры, теменной коры, зрительной коры, миндалины и цингулярной коры), которые в существующей литературе относят к системам эмоционально-мотивационной активации (напр., Ghashghaei, 2007) и управляющим структурам, связанным с рабочей памятью (напр., Habeck, 2005).

Выводы. Предлагаемая когнитивная задача решается со средней вероятностью 77.5 %, что заведомо выше случайного уровня, и вместе с тем представляет некоторую трудность для испытуемого, что дает возможность рассчитывать на вовлечение управляющего механизма РП. Индивидуальные результаты фМРТ-исследований указывают на то, что экспериментальные условия, задаваемые моделью, активируют зоны мозга, участвующие, согласно литературным данным, в реализации РП и регуляции эмоционального состояния. Реактивность этих зон мозга на изменения экспериментальных условий, предусмотренные моделью, позволяет рассчитывать на то, что ее применение позволит решить основную задачу исследования — выявление перестройки функциональной мозговой системы РП под влиянием эмоциональной активации.

Литература

1. Baddley, A. Working Memory: Theories, Models, and Controversies. *Annu. Rev. Psychol.* 2012. 63:1–29.
2. Bradley, M.M. & Lang, P.J. Motivation and emotion. *Handbook of Psychophysiology* (2nd Edition). (2000), New York: Cambridge University Press. P. 583–588.
3. Gazzaley A., Rissman J., D’Esposito M. Functional connectivity during working memory maintenance // *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*. 2004. V. 4. № 4. P. 580.
4. Ghashghaei H.T. et al. Sequence of information processing for emotions based on the anatomic dialogue between prefrontal cortex and amygdala. *NeuroImage* 34 (2007) 905–923.
5. Habeck C. et al. An event-related fMRI study of the neural networks underlying the encoding, maintenance, and retrieval phase in a delayed-match-to-sample task. *Cognitive Brain Research* 23 (2005) 207–20.
6. Owen A.M. et al. N-Back Working Memory Paradigm: A Meta-Analysis of Normative Functional Neuroimaging Studies. *Human Brain Mapping* 25:46–59(2005).
7. Pessoa L. How do emotion and motivation direct executive control? *Trends Cogn Sci.* 2009 Apr;13(4):160–6.