

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОТЕНЦИАЛЫ МОЗГА ПРИ НЕПРОИЗВОЛЬНОМ ЗАПОМИНАНИИ СЛОВ¹

О. П. Марченко

Центр экспериментальной психологии МГППУ (Москва)
olga.marchenko@yahoo.com

Исследовались электрические потенциалы мозга, связанные с категоризацией слов, которые произвольно фиксировались и не фиксировались в памяти. Анализировалась как активность мозга, следующая за предъявлением слов, так и предвещающая их. Обнаружен ряд отличий между электрическими потенциалами мозга, связанными со словами, которые фиксировались и не фиксировались в памяти как до момента предъявления слов, так и после момента их предъявления.

Ключевые слова: ССП, память, категоризация.

Особо широкую популярность в последнее время приобрело изучение электрических потенциалов мозга, регистрируемых при произвольном (Fernández et al., 1999; Matzen, Federmeier, 2010) или произвольном запоминании слов. Для этого обычно используются разные модификации методики, позволяющей сравнивать потенциалы мозга, связанные со словами, которые впоследствии припоминаются и не припоминаются участниками исследования (Fabiani et al., 2007). Так, подобная экспериментальная процедура позволила обнаружить различия между имплицитной и эксплицитной памятью (Rug et al., 1998; Wais, 2008), зависимость эффективности последующего припоминания от интервалов между повторением одних и тех же слов на стадии обучения (Matzen, Federmeier, 2010) и т. п.

Обычно авторы исследуют процессы, разворачивающиеся после предъявления слов. Однако существуют данные о том, что определяющей является именно активность мозга, предвещающая события.

Так, при выполнении задачи обнаружения сигнала было показано, что различные исходы обнаружения определяются уже на этапе ожидания сигнала за счет разного состава систем, реализующих этот этап, и различной степени актуализации систем будущего поведения отчета. На протяжении ожидания сигналов происходит дифференциация набора: актуализация одного из подмножеств элементов, соответствующего определенному исходу обнаружения возрастает, в то время как других подмножеств – снижается (Александров, 1986). Поэтому наравне с использованием традиционной методики, позволяющей сравнивать активность мозга после предъявления слов, нами была разработана методика, дающая возможность оценивать активность мозга, предвещающую предъявление слов.

Процедура, позволяющая сравнивать активность мозга, предшествующая словам, которые потом припоминаются и не припоминаются, была использована в работе Оттена с соавт. (Otten et al., 2006). В этом исследовании перед каждым словом в учебной серии предъявлялись предупреждающие сигналы, в соответствии с которыми необходимо было выполнить категоризацию слов либо по семантическим, либо по орфографическим характеристикам. В другой экспериментальной серии предупреждающий сигнал сообщал о том, будет ли слово-мишень предъявлено визуально или на слух.

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке Федерального агентства по науке и инновациям, контракт №02.740.11.0420.

Так как именно семантические аспекты задачи определяли различия в активности мозга, предвещающей предъявление слов, то было решено модифицировать методику в этом направлении. В нашей работе предлагается методика, где вместо предвещающего сигнала использованы названия категорий слов (праймы), предъявляемые в случайном порядке. От участника исследования требуется принять семантическое решение о соответствии или несоответствии слов-мишеней прайму.

Преимуществом подобной методики, кроме того, что она позволяет изучать активность мозга, предшествующую предъявлению слов, является возможность исследовать одновременно несколько феноменов. Экспериментальная процедура, выбранная нами, позволяет изучать влияние эффекта конгруэнтности (соответствия) на последующее воспроизведение, долговременный прайминг эффект (так как методика состоит из двух серий с предъявлением повторяемых или неповторяемых слов). Кроме того, возможно сравнение эффектов памяти, прайминга и когруэнтности для разных семантических категорий.

Методика

Процедура с категоризацией без прайма

Учебная серия. Для учебной серии из списка слов случайным образом была отобрана половина. Каждое слово предъявлялось только один раз. Каждая проба начиналась с предъявления фиксационного крестика (+), который сохранялся на экране все время в интервале между пробами. Задача участника исследования состояла в том, чтобы решить, является ли предъявленное слово названием одушевленного или неодушевленного объекта, нажав для этого клавишу «1» или «2» соответственно. Для половины участников порядок клавиш был инвертирован. Решение необходимо было принимать как можно быстрее и при этом стараться не ошибаться. Длительность предъявления каждого слова составляла 300 мс. Слова, принадлежащие различным категориям, предъявлялись в случайном порядке.

Тестовая серия. Тестовый блок начинался через 20 минут. Слова, которые использовались в учебной серии, предъявлялись наряду с новыми словами. От участников исследования требовалось определить, предъявлялось ли слово в учебной серии или это было новое слово (рисунок 1а). Необходимо было отвечать как можно быстрее и стараться не ошибаться. Для ответов использовались клавиши «1» и «2». Для половины участников порядок клавиш был инвертирован.

Процедура с использованием прайма

Учебная серия. Основные характеристики процедуры, использованной в первом исследовании, были сохранены. Только теперь слова предвещались предъявлением названия какой-либо из категорий (праймы) (рисунок 1б). Задача участника исследования состояла в том, чтобы решить, принадлежит ли слово категории, обозначенной праймом. Решение необходимо было принимать как можно быстрее и при этом стараться не ошибаться. Название категории предвещалось за 1000 мс до предъявления слова-мишени и держалось на экране все это время. Длительность предъявления второго слова-мишени составляла 300 мс. Названия категорий предвещались в случайном порядке. И их предъявление было равновероятным. Слова, принадлежащие различным категориям, также предъявлялись в случайном порядке.

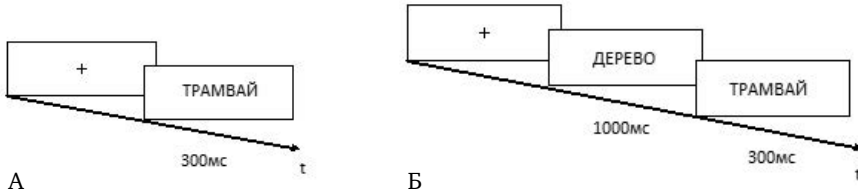


Рис. 1. Схема экспериментальной процедуры. А. Серия без использования прайма. Б. Серия с использованием прайма

Тестовая серия. Тестовый блок начинался также через 20 минут. Особенности процедуры и инструкция были теми же, что и в первом исследовании.

Участники исследования. В исследовании без использования прайма приняли участие 18 человек (6 мужчин и 12 женщин) в возрасте от 18 до 46 лет ($M = 19$). В исследовании с использованием прайма приняли участие 24 человека (9 мужчин и 15 женщин) в возрасте от 18 до 42 лет ($M = 19$). Участники являлись студентами психологических факультетов различных вузов г. Москвы и были задействованы в исследовании либо как добровольцы, либо в рамках прохождения учебной практики. Все они обладали нормальным или корректируемым до нормального зрением и доминирующей правой рукой.

Для регистрации ЭЭГ использовалась система «Неокортекс». Для реализации экспериментальной процедуры использовалась программа E-Prime 2.0.

Во время выполнения задач у участников исследования регистрировали электроэнцефалограмму (ЭЭГ). Регистрацию проводили монополярно в 30 отведениях Fp1, Fp2, F3, F4, F7, Fz, F8, Ft7, FC3, FCz, FC4, FT8, T3, C3, C4, T4, Cz, TP7, CP3, CPz, CP4, TP8, T5, P3, Pz, P4, T6, O1, Oz, O2 (система 10–20). Для регистрации использовались активные неполяризующиеся хлорсеребряные электроды. Индифферентными электродами служили электроды, прикрепленные к мочкам ушей. Верхняя граница полосы пропускания электрических колебаний регистрирующей системы составляла 70 Гц, постоянная времени – 1 с. Для контроля над движениями глаз регистрировали вертикальную и горизонтальную составляющую электроокуло-

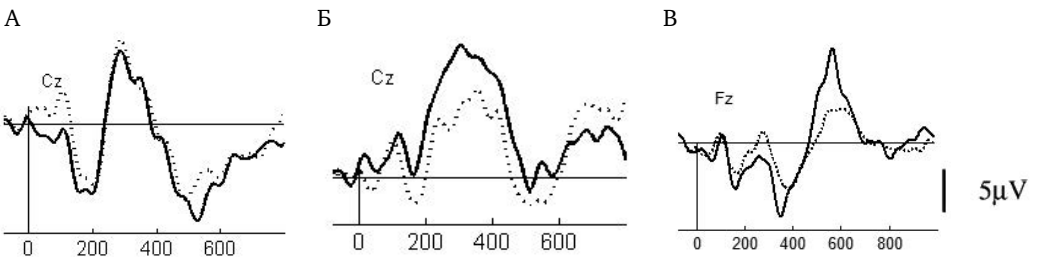


Рис. 2. Потенциалы, связанные с категоризацией слов в учебной серии

Примечание. Жирная линия – потенциалы, связанные со словами, которые впоследствии припомнились. Пунктирная линия – потенциалы, связанные со словами, которые впоследствии не припомнились. «0» – момент предъявления слова. А. Потенциалы, связанные с категоризацией слов в серии без предъявления праймов. Б. Потенциалы, связанные с категоризацией слов в серии с предъявлением прайма. В. Потенциалы, связанные с предъявлением праймов.

граммы (ЭОГ). Фрагменты, в которых присутствовали глазные артефакты, удалялись из обработки. В качестве средней линии брали среднее мгновенных амплитуд в интервале за 100 мс до момента появления названия категорий при анализе связанных с предъявлением названий категорий потенциалов и за 100 мс до момента появления слов-мишеней при анализе потенциалов, связанных с предъявлением слов-мишеней. Для анализа данных использовалась программа EEGLAB 8.0.3.5b, MATLAB и SPSS 18. Для сравнения латентных периодов и амплитуд использовался метод ANOVA и Т-тест.

Результаты и их обсуждение

Распределение времени категоризации значимо отличалось от нормального ($Z = 79,01$, $p = 0,00$). Время категоризации было нормализовано методом Тьюки для того, чтобы можно было применять параметрические методы анализа. После этой процедуры полученное распределение незначимо отличалось от нормального ($Z = 0,3$, $p = 1,00$). Время категоризации слов, которые впоследствии припоминались, было короче времени категоризации слов, которые забывались ($F = 85,53$, $p = 0,00$).

Было обнаружено, что активность мозга, связанная со словами, которые непроизвольно запоминаются, отличается от активности мозга, связанной со словами, которые не запоминаются (рис. 2а, б, в). Значимые различия были обнаружены для ряда компонентов как потенциалов, связанных с категоризацией мишеней, так и потенциалов, связанных с предъявлением праймов ($p < 0,01$).

Таким образом, было показано, что активность мозга как до, так и после предъявления слов определяет эффективность непроизвольного запоминания. В исследовании Оттена и др. эффекты памяти были обнаружены на более поздних интервалах после предъявления слов (больше чем через 1 секунду после их предъявления). В нашей же работе обнаружены более ранние различия.

Оттен объясняет полученные результаты тем, что при предъявлении предупредяющего сигнала активируются семантические аспекты выполняемой задачи, так как эффект памяти до предъявления слов не наблюдался при категоризации по орфографическим признакам. Так, если предъявление предупредяющего сигнала направляло внимание человека на решение семантической задачи, то последующая семантическая задача решалась более глубоко и эффективно, и поэтому слово лучше запоминалось. Кроме того, не во всех случаях наличие электрофизиологического эффекта памяти после предъявления слов сопровождалось наличием эффекта памяти до предъявления слов. Таким образом, нельзя сказать, что общий эффект памяти определяется активацией внимания при предъявлении предупредяющего сигнала. Запоминание же определяется не только характеристиками предъявляемых слов, которые могут повлиять на активность мозга, только начиная с момента предъявления слов. Дальнейший глубокий анализ данных и новые модификации методики позволят определить направление этих различий и четко сформулировать собственные объяснения полученных феноменов.

Подобная методика позволит исследовать связь между показателями активности мозга при запечатлении слов и при их припоминании, так как ЭЭГ у участников исследования регистрируется не только при выполнении учебных серий, но и во время тестовых серий. С помощью этой методики возможно будет исследовать предикторы забывания и память на события, которых на самом деле не было, так как в полученных данных выделяется четыре группы ответов: 1) слова, кото-

рые запомнились; 2) слова, которых не было в учебной серии, но они оцениваются как повторно предъявленные; 3) слова, которые были в учебной серии и не запечатлелись в памяти; 4) слова, впервые предъявленные в тестовой серии, распознаваемые как новые.

Литература

- Александров И. О.* Активность корковых нейронов при различных исходах обнаружения сигнал // *Нейроны в поведении: системные аспекты.* М.: Наука, 1986. С. 194–206.
- Fabiani M., Gratton G., Federmeier K. D.* Event-related brain potentials: Methods, theory, and applications // *J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary and G. G. Berntson (Eds). Handbook of Psychophysiology, Third Edition, Cambridge University Press. 2007. P. 85–119.*
- Fernández G., Effern A., Grunwald Th., Pezer N., Lehnertz K., Dümpelmann M., Van Roost D., Elger C. E.* Real-Time Tracking of Memory Formation in the Human Rhinal Cortex and Hippocampus // *Science.* 1999. V. 285. No. 5433. P. 1582–1585.
- Matzen L. E., Federmeier K. D.* Repetitions and Reminding: A Novel Analysis of the Dm Effect // *The 1st InterBrain Symposium IB2010 ICA Conference program and abstract book. 2010. P. 15–16.*
- Otten L. J., Quayle A. H., Akram S., Ditewig Th. A., Rugg M. D.* Brain activity before an event predicts later recollection // *Nature Neuroscience.* 2006. V. 9. No. 4. P. 489–491.
- Rugg M. D., Mark R. E., Walla P., Schloerscheidt A. M., Birch C. S., Allan K.* Dissociation of the neural correlates of implicit and explicit memory // *Nature.* 1998. Apr 9. 392 (6676). 595–598. *Nature.* 392. P. 595–598.
- Wais P. E. Mickes L. Wixted J. T.* Remember/know judgments probe degrees of recollection // *Journal of Cognitive Neuroscience.* 2008. V. 20. P. 400–405.

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТИПА ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ НА РЕЗУЛЬТАТ ПРОСЛУШИВАНИЯ МУЗЫКАЛЬНОГО ПРОИЗВЕДЕНИЯ

Г. С. Радченко

Нижегородский государственный университет
им. Н. И. Лобачевского (Нижний Новгород)
southpark@sandy.ru

Исследована связь динамики частотных характеристик спектра вариабельности сердечного ритма с изменениями психологического состояния до, во время и после прослушивания фрагмента музыкального произведения. Получены данные, свидетельствующие о влиянии исходного типа вегетативной регуляции на направление и степень изменений психофизиологического состояния при прослушивании.

Ключевые слова: музыка, вегетативная нервная система, вариабельность сердечного ритма.

Введение

Проблема оценки влияния музыкального произведения на функциональное состояние человека весьма актуальна в области психологического консультирования и клинической практики, где активно используются музыкальные произведения