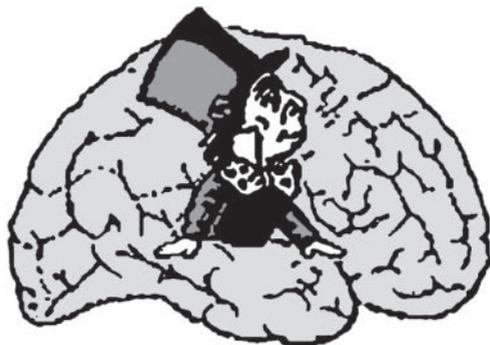


КОГНИТИВНАЯ НАУКА В МОСКВЕ
НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ



**МАТЕРИАЛЫ
КОНФЕРЕНЦИИ
2017**

ПОД РЕД. Е.В. ПЕЧЕНКОВОЙ, М.В. ФАЛИКМАН

УДК 159.9

ББК 81.002

К57

К57 Коллективный

Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 15 июня 2017 г.

Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман. – М.: ООО «Буки Веди», ИППИП. 2017 г. – 596 стр.

Электронная версия

ISBN 978-5-4465-1509-7

УДК 159.9

ББК 81.002

ISBN 978-5-4465-1509-7

© Авторы статей, 2017

НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ЗРИТЕЛЬНОЙ ВЕРБАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ В ПРОСТОМ КОНТЕКСТЕ СЛОВ, ОТНОСЯЩИХСЯ К РАЗНЫМ ЛЕКСИЧЕСКИМ КАТЕГОРИЯМ

П. А. Продиус*, Н. С. Нужина, И. В. Мухина

prodiusnn@yandex.ru

Нижегородская государственная медицинская академия Минздрава,
Н. Новгород

Аннотация. Мы изучили особенности переработки зрительной вербальной информации в виде пары слов с низкой ассоциативностью в условиях, когда второе слово нужно было отнести к конкретным или абстрактным. В первой серии первое слово было эмоционально нейтральным, во второй – негативным. По амплитуде ССП (связанные с событием потенциалы) сопоставляли лексические различия нейтральных и негативных слов, конкретных и абстрактных слов. Мы выявили особенности обработки произвольной и автоматической обработки, сравнивая амплитуду ССП абстрактных и конкретных слов с первым нецелевым словом. Мы обнаружили сохранение поведенческих и нейрофизиологических различий для целевых слов и нивелирование для нецелевых слов. Мы выявили существенные различия поздних компонентов ССП для теменных отделов между первым (нецелевым, праймом) и последним (целевым) словом. Мы обнаружили влияние эмоционально негативных нецелевых слов на поздние компоненты ССП целевых слов. Мы обсудили лексические различия в обработке слов в контексте влияния на регуляцию поведения.

Ключевые слова: связанные с событиями потенциалы, конкретные и абстрактные слова, регуляция умственной деятельности, переработка зрительной вербальной информации, негативная валентность слов, время категоризации

Введение

Зрительная вербальная коммуникация является одним из важнейших каналов информации для современного человека. На сегодняшний день накоплены экспериментальные данные, указывающие на то, что скорость, точность и легкость переработки зрительной вербальной информации зависит от ряда факторов (Holcomb, 1993; Kutas, 2000). Ниже приведены несколько факторов, влияющих на пространственно-временные характеристики ССП.

Лексические различия. Лексические единицы могут обрабатываться быстрее, если они относятся к конкретным и нейтральным словам, абстрактные слова могут обрабатываться дольше. На переработку слов, обозначающих одушевленные объекты, тратится меньше времени, чем на слова, обозначающие неодушевленные объекты. Конкретные слова, которые человек в процессе

индивидуального развития осваивает гораздо раньше, нежели абстрактные, обладают большей способностью вызывать образы в сознании человека и считаются более простыми для распознавания, понимания и воспроизведения в памяти. Выявлены амплитудные и зональные различия ССП для компонентов N400 и LPP. Лексические различия между абстрактными словами объясняются теорией двойного кодирования (Paivio, 1991). К списку лексических особенностей можно отнести эмоциональную валентность, длину слова, частотность употребления (Barber, 2013; Kanske, 2007).

Контекстуальные различия. При предъявлении пары слов можно обнаружить влияние первого слова на время реакции и амплитудные характеристики ССП второго (прайминг-эффект). Положительный прайминг-эффект можно обнаружить при чередовании слов, относящихся к одной семантической категории. Время реакции на второе слово будет короче, а амплитуда N400 уменьшена (Besson, 2002; Zhang, 2006). Чтение предложений с конгруэнтным смысловым содержанием, например «Повар варит сосиски», вызывает в ССП на последнее слово более низкую амплитуду N400, чем на последнее слово фразы «Повар принтер». ССП чувствительны к порядку слов в предложении. N400 на слова в начале предложения выше, чем в конце. Амплитуда N400 снижается для словосочетаний с высокой ассоциативностью (Koivisto, 2001). Контекстуальные особенности переработки вербальной информации чувствительны к времени экспозиции, интервалу между стимулами (inter stimulus interval, ISI) и времени между началом предъявления первого и второго слова (stimulus-onset asynchrony, SOA). Прайминг-эффект, например, исчезает, если SOA меньше 250–300 мс. Контекстуальные особенности когнитивной обработки слов описывает модель контекстуальной доступности (Bransford, McCarrell, 1974).

Произвольная и автоматическая переработка. Регуляцию семантической обработки слов предложено делить на автоматическую и стратегическую (контролируемую) (Posner, Snyder, 1975). Регулировать механизмы семантической обработки можно с помощью целеполагания. Целью задания можно выбрать содержание предложения, словосочетания или отдельное слово. Важную роль в регуляции переработки информации играют временные ограничения. При короткой экспозиции, коротком SOA мозг вынужден прибегать к более быстрой автоматической переработке.

Ранее было показано, что при выполнении задания классификации отдельных слов и псевдослов или категоризации в поздних компонентах ССП были выявлены различия между абстрактными и конкретными словами. Но когда они находились в конце предложения, эти лексические различия нивелировались (Holcomb, 1999). Нашей целью стала проверка сохранения лексических различий между абстрактными и конкретными словами в простом контексте (словосочетании). Поскольку имеются подтверждения сохранения лексических различий слов с разной эмоциональной валентностью в составе словосочетаний при выполнении семантического задания, мы предполагаем сохранение лексических различий и в нашем эксперименте. Второй целью является проверка влияния нецелевого слова с негативной валентностью на время категоризации и ССП абстрактного и конкретного слова. Предполагаем, что конкретные

слова в большей степени могут подвергаться регулятивному воздействию негативных слов. Третья задача состояла в сравнении поздних компонентов ССП между целевым и нецелевым словом. Если слова в словосочетании обрабатываются как единое целое, то различий быть не должно. Мы предполагаем, что у целевых слов поздние компоненты могут быть более выражены.

Материалы и методы

Регистрация и обработка ССП проводилась на электроэнцефалографе «Нейрон-Спектр» ВПМ «Нейрософт» с помощью программы «Нейрон-Спектр. Net». Активные электроды были расположены согласно системе 10–20 (F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz и P4). В качестве стимульного материала предъявляли 80 пар слов, представляющих собой сочетание прилагательного с конкретным либо абстрактным существительным. В первой серии прилагательные имели нейтральную эмоциональную валентность, во второй – негативную. Пары слов – прилагательное и существительное – подбирали с низкой частотой ассоциации с помощью «Русского ассоциативного словаря». Из стимульного материала убрали высоко- и низкочастотные слова с помощью «Нового частотного словаря русской лексики». Средняя длина прилагательных 6–7 букв, существительных – 5–6 букв. Стимульный материал предъявляли на мониторе с помощью программы «PsychoPy». Испытуемые должны были нажимать на левую кнопку при появлении на экране конкретных существительных и на правую – при появлении абстрактных. Каждое слово предъявлялось в течение 1200 мс с интервалом в 200 мс. Сравнение времени категоризации проводили с использованием непараметрического критерия Уилкоксона для зависимых выборок. Достоверность поточечного сравнения средних значений амплитуды ССП и времени реакции проводили с помощью *t*-критерия Стьюдента. Коррекцию на множественное сравнение с помощью критерия перестановок проводили в модуле NME для Python (Gramfort et al., 2013; 2014).

Результаты

Сравнение времени реакции и амплитуды ССП абстрактных и конкретных слов. Время категоризации абстрактных существительных после нейтральных слов было на 37.4 мс дольше конкретных (385.5 и 348.1 мс, $p \leq 0.004$) после негативных слов – различий нет (367.1 и 366.1 мс).

Первая серия – сравнение целевых слов после нейтральных прилагательных. Сравнительный анализ кривых ССП выявил более выраженную по амплитуде позднюю позитивную волну (LPP) для абстрактных слов в лобных отведениях (F3, Fz и F4). Наиболее значимыми отличия оказались для левого лобного отведения в интервале от 388 до 498 мс ($p \leq 0.0024$). Эти результаты согласуются с данными литературы (Kiefer, 2005). Амплитуда N400 в левом теменном отведении оказалась выше у абстрактных слов (от 309 до 372 мс, $p \leq 0.049$). Амплитуда N400 на одиночные слова и для прайминг-парадигмы больше у конкретных слов. Таким образом, обнаруженные ранее лексические различия

между конкретными словами и абстрактными словами в условиях нейтрального контекста сохраняются. Инверсия амплитуды N400 может указывать на большую роль компонента не в лексических, а в постлексических процессах. *Вторая серия* – сравнение целевых слов после негативных прилагательных. Сравнительный анализ кривых ССП не выявил амплитудных различий для компонентов N400 и LPP между абстрактными и конкретными словами. Для более позднего этапа, названного нами поздней негативной волной, обнаружена достоверно более негативная амплитуда для абстрактных слов в лобных и центральных отведениях (F3, Fz, F4, C3 и C4), чем для конкретных после негативного прилагательного. Наиболее продолжительными отличия на ССП оказались для правого центрального отведения в интервале от 688 до 852 мс ($p \leq 0.0006$). Таким образом, использование нецелевого слова с негативной валентностью привело к стиранию поведенческих и нейрофизиологических различий между конкретными и абстрактными словами.

Сравнение нейтральных и негативных прилагательных. Сравнительный анализ кривых ССП не выявил амплитудных различий для компонентов N400 и LPP между нейтральными и негативными словами.

Сравнение амплитуды ССП между нецелевым и целевым словом. Обнаружили общие (для конкретных и абстрактных слов) существенные различия в теменных отведениях (P3, Pz и P4) с прилагательными для компонентов N400, LPP поздней негативной волны. В левом теменном отведении для абстрактных слов различия начинались с 260 мс и заканчивались на 961 мс, у конкретных – с 289 до 934 мс. Визуально ССП нецелевых слов начинает уменьшаться после 400 мс. Поздняя часть кривых близка к изолинии и имеет признаки синхронизации в диапазоне альфа-ритма. На ССП целевых слов (абстрактных и конкретных существительных) амплитуда поздних компонентов нарастает примерно до 800 мс. В центральных и особенно лобных отведениях (кроме F3) целевые слова отличались наличием более выраженной поздней негативной волны. Более выраженные отличия между ССП прилагательных и существительных обнаружены у абстрактных слов. В левой лобной области (F3 и C3) амплитуда более выражена в интервале с 380 до 513 мс и с 611 до 769 мс соответственно. В области вертекса и в правом центральном отведении отличия с ССП прилагательных достоверны в интервале 160–270 мс (P160 и N200).

Обсуждение

Лексические различия для целевых слов в первой серии сохраняются для компонента LPP, что может говорить о существенной роли данного компонента ССП для лексической обработки уже в рамках контекста. Это подтверждает теорию двойного кодирования о качественных преимуществах переработки конкретных слов (Paivio, 1986). Стирание различий для компонента N400 уже не вписывается в данную теорию и может быть объяснено в рамках модели контекстуальной доступности слов (Bransford, McCarrell, 1984). Одна из групп могла оказаться более чувствительной к контексту и повлияла на амплитуду

N400 (известно, что абстрактные слова более чувствительны к контексту); второе предположение заключается в уменьшении различий на последнем месте предложения или словосочетания в связи с тем, что смысловая определенность на этой позиции максимальна (Van Petten, Kutas, 1990). По мере увеличения количества слов в предложении трудность переработки повышается и, следовательно, увеличивается роль произвольной регуляции.

Для объяснения изменения лексических различий в сторону более поздних этапов после негативных прилагательных можно предположить наличие второго окна (поздний прайминг-эффект). Такая активация может, в свою очередь, повлиять на процессы внутренней речи, антиципации, актуализации аффективных следов памяти. В нашем случае произошло усиление переработки в передних отделах мозга у абстрактных слов. Поведенчески это проявляется в тенденции к ускорению времени категоризации. Больше всего в этих результатах удивляет то, что негативные прилагательные помогают в обработке абстрактных слов и затрудняют анализ конкретных. Однако в исследованиях слов английского языка обнаружилось, что абстрактные слова обладают более высокой активацией эмоциогенных структур мозга и имеют более выраженную эмоциональную валентность, чем конкретные (Herbert et al., 2008; Vigliocco et al., 2013). Все эти данные подталкивают сделать предположение об особой роли эмоционально окрашенных и абстрактных слов в поведении человека. Возможно, эти лексические группы в первую очередь участвуют в практике, то есть обеспечивают вербальную мобилизующую подготовку к действиям. Конкретные слова в большей степени нужны для узнавания, называния и описания окружающего мира (гнозиса). Несмотря на имеющиеся данные о нейрофизиологических различиях прилагательных с разной эмоциональной валентностью (Van Petten, Kutas, 1990), в нашем случае ССП нейтральных и негативных прилагательных не отличались. Основной причиной могла стать вспомогательная роль прилагательных в задании. Интересно, что в пределах одного словосочетания выявлены значительные различия для поздних компонентов ССП. У целевых слов происходило усиление поздних когнитивных этапов переработки информации. В обработке зрительной информации произвольный контроль со стороны лобной коры особенно проявлялся в усилении ССП теменных отделов. Более выраженные различия с нецелевым словом у абстрактных существительных могут быть связаны с особой ролью абстрактных слов в письменной речи с более сложным контекстом, где преобладает произвольная регуляция. Конкретные слова имеют большее значение в устной коммуникации в виде фраз и идиом, где регуляция речи более автоматизирована. Можно предположить, что поздняя негативная волна, более выраженная в ССП существительных, является отражением такой рефлексивной обработки информации.

Литература

Bransford J.D., McCarrell N.S. A sketch of a cognitive approach to comprehension: Some thoughts on what it means to comprehend // *Coalition and the symbolic processes* / W. Weimer, D. Palermo (Eds.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1974. P.189–230.

Gramfort A., Luessi M., Larson E., Engemann D.A., Strohmeier D., Brodbeck C., Parkkonen L., Hämäläinen M.S. MNE software for processing MEG and EEG data // *NeuroImage*. 2014. Vol.86. P.446–460. doi:10.1016/j.neuroimage.2013.10.027

Gramfort A., Luessi M., Larson E., Engemann D., Strohmeier D., Brodbeck C., Goj R., Jas M., Brooks T., Parkkonen L., Hämäläinen M. MEG and EEG data analysis with MNE-Python // *Frontiers in Neuroscience*. 2013. Vol.7. P.267 – 267. doi:10.3389/fnins.2013.00267

Herber C., Junghofer M., Kissler J. Event related potentials to emotional adjectives during reading // *Psychophysiology*. 2008. Vol.45. No.3. P.487–498. doi:10.1111/j.1469-8986.2007.00638.x

Kousta S.T., Vigliocco C., Vinson D.P., Andrews M., Del Campo E. The representation of abstract words: Why emotion matters // *Journal of Experimental Psychology: General*. 2011. Vol.140. No.1. P.14– 34. doi:10.1037/a0021446

Paivio A. *Mental representations: A dual coding approach*. Oxford, England: Oxford University Press, 1986.

Van Petten C., Kutas M. Interactions between sentence context and word frequency in event-related brain potentials // *Memory and Cognition*. 1990. Vol.18. No.4. P.380–393. doi:10.3758/bf03197127

Vigliocco G., Vinson D., Della Rosa P., Kousta S.T., Devlin J., Cappa S.F. The neural representation of abstract words: A role of emotion // *Cerebral Cortex*. 2013. Vol.24. No.7. P.1767–1777. doi:10.1093/cercor/bht025

Neurophysiological Characteristic of Visual Verbal Information Processing in Words from Different Lexical Categories in a Simple Context

Prodius P.A.*, Nuzhina N.S., Mukhina I.V.

prodiusnn@yandex.ru

Nizhny Novgorod State Medical Academy

Abstract. We investigated features of visual verbal information processing in the form of two words with low associativity in conditions when the second (target) word was to be categorized as either specific or abstract. In the first series, the first word was emotionally neutral, while in the second it was negative. On the ERP amplitude we compared lexical distinctions of neutral and negative words, and specific and abstract words. The results revealed features of controlled and automatic processing, comparing the amplitude of the ERP of the abstract and specific words to the first (filler) words. We found behavioral and neurophysiological distinctions for the target words and no difference for the distractor words. We also observed essential distinctions of the ERPs' late components for parietal brain regions between the first (filler, prime) and the last (target) word. The influence of emotionally negative filler words on the ERPs' late components of target words was revealed. We discuss lexical distinctions in the processing of words in the context of influence on behavior regulation.

Keywords: event related potential, concrete and abstract words, regulation of mental activity, processing of visual verbal information, negative valency of words, categorization time