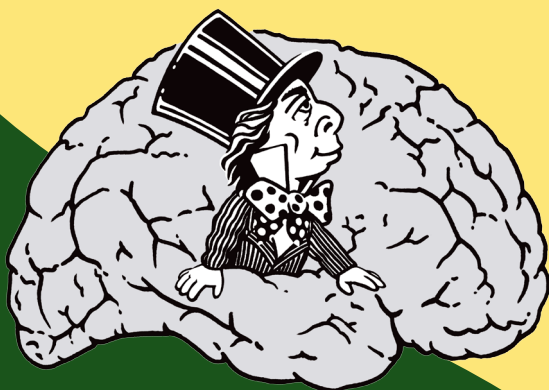


КОГНИТИВНАЯ НАУКА

В МОСКВЕ



НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

МАТЕРИАЛЫ
КОНФЕРЕНЦИИ
2023

Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман, А.Я. Койфман

УДК 159.9
ББК 88.25
К57

Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 21 – 22 июня 2023 г. Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман, А.Я. Койфман. – М.: ООО «Буки Веди», Московский институт психоанализа. 2023 г. – 604 стр.

© Авторы статей, 2023

ISBN 978-5-4465-3880-5

УДК 159.9
ББК 88.25

ISBN 978-5-4465-3880-5

© Авторы статей, 2023

ВЛИЯНИЕ АУДИАЛЬНОЙ РИТМИЧЕСКОЙ СТИМУЛЯЦИИ НА ГРАММАТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ: КРОСС-МОДАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

М. О. Маркевич*, А. Жунусова, А. Б. Ребрейкина,
Т. И. Логвиненко, О. В. Сысоева
maksitwen@gmail.com
Научно-технологический университет «Сириус», Сочи

Аннотация. Ряд предыдущих исследований показал, что ритм влияет на языковые и когнитивные процессы. Данное исследование с использованием метода вызванных потенциалов посвящено изучению влияния аудиальной стимуляции на обработку грамматики в визуальной модальности и впервые проводится на материале русского языка. В исследовании приняли участие 36 подростков от 13 до 17 лет. Участникам визуально предъявлялись предложения в режиме чтения с саморегулировкой скорости. Как только появлялось последнее слово, участник принимал решение, является ли предложение грамматически правильным. Перед каждым блоком предложений участники слушали ритмический прайминг или контрольное условие тишины. Мы не обнаружили грамматического эффекта и эффекта регулярного прайминга на амплитуду P600, однако эффект грамматичности проявился в условии нерегулярного ритмического прайминга. Наши результаты могут указывать на модальную специфичность эффекта ритмического прайминга. Для более точных выводов может потребоваться контрольное исследование с использованием слуховой и визуальной модальности.

Ключевые слова: ритмический прайминг, ритм, музыка, язык, грамматика

Финансирование проекта осуществлялось Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (Соглашение № 075-10-2021-093; Проект COG-RND-2138).

Введение

В ряде исследований было показано, что прослушивание музыкальных ритмов влияет на языковые процессы — в частности, на обработку синтаксической информации (Ladányi et al., 2021; Slevc et al., 2009). Влияние ритмов на языковые процессы часто рассматривают в рамках теории динамического внимания (Jones, 2019): регулярная временная структура ритмов, синхронизируясь с нейронными колебаниями, усиливает внимание слушателя и способствует облегчению обработки последующих стимулов. На поведенческом уровне данный эффект проявляется в улучшении результатов при решении грамматических задач, а на психофизиологическом уровне — в повышении компонента P600, отражающего обработку грамматических аномалий, после предъявления регулярного ритмического прайминга у взрослых с дислексией

и участников контрольной группы (Canette et al., 2020; Chern et al., 2018). В большинстве исследований влияние ритма на синтаксические процессы изучалось в рамках слуховой модальности при предъявлении аудиальных задач (Fiveash et al., 2021; Canette et al., 2020). Настоящее исследование посвящено изучению влияния аудиальной ритмической стимуляции на обработку грамматики в визуальной модальности. Полученные результаты помогут определить актуальность разработки музыкально-ритмических интервенций для улучшения процессов чтения.

Методика

Участники. Исследование проводилось с участием 36 подростков в возрасте от 13 до 17 лет (средний возраст = 15.25 лет, $SD = 1.46$). Подростки были обучающимися образовательных учреждений или приезжали на короткие образовательные программы на федеральной территории «Сириус».

Лингвистические стимулы. Стимульный материал состоял из 144 предложений на русском языке, имеющих одинаковую структуру: предложное словосочетание – простое глагольное сказуемое (в прошедшем времени) – вспомогательное словосочетание – подлежащее (целевое слово). Пример: «По улице шла, постукивая высокими каблуками, модница» (условие 1). Подлежащее выражалось словом или псевдословом, грамматически соответствующим или не соответствующим по роду глагольному сказуемому в предложении. Всего было четыре условия по типу целевого слова: (1) грамматически совпадающее слово, (2) грамматически совпадающее псевдослово, (3) грамматически не совпадающее слово и (4) грамматически не соответствующее псевдослово.

Музыкальные стимулы. Всего было четыре типа аудиальных ритмических последовательностей: (1) регулярный, (2) нерегулярный (эти ритмические последовательности были взяты из предыдущих исследований (Canette et al., 2020; Chern et al., 2018)). Дополнительно был сгенерирован (3) регулярный прайминг, соответствующий ритмической структуре использованных предложений (музыкальные и текстовые предложения включали шесть звуков/слов). Прайминг с (4) тишиной был использован как контрольное условие. Все ритмические последовательности предъявлялись в псевдослучайном порядке с ограничением, что две ритмические последовательности из одного условия не могут следовать друг за другом.

Процедура. Эксперимент проводился с использованием программно-обеспечения PsychoPy 2022.1.1 (Peirce et al., 2019). Предложения предъявлялись слово за словом в режиме чтения с саморегулировкой скорости (self-paced). Участников просили ответить, является ли предложение грамматически правильным или неправильным, с помощью нажатий на соответствующие кнопки на панели ответов Cedrus. Перед каждым блоком, состоящим из 12 предложений, участники слушали ритмический прайминг или контрольное условие тишины.

В ходе эксперимента были собраны поведенческие данные о точности ответа и времени реакции и электрофизиологические (ЭЭГ) данные от 68 ($N = 4$, (11%)) и 128 ($N = 32$, (89%)) электродов системы actiChamp (Brain

Products GmbH), настроенных по международной системе 10–20, с частотой дискретизации 500 Гц. Импеданс поддерживался на уровне менее 10 кОм. Электрод FCz служил электродом сравнения (reference), центральный фронтальный электрод – заземляющим электродом (ground). Сигналы ЭЭГ анализировали с помощью Brain Vision Analyzer. Записи ЭЭГ фильтровались с помощью низкочастотных фильтров – 0.1, высокочастотных – 70 Гц и режкторных (notch) фильтров 50 Гц. Плохие электроды были интерполированы. Сегменты с плохими записями, превышающими ± 400 мВ, были удалены из анализа. Анализ независимых компонентов (ICA) использовался для коррекции окулографических и других артефактов движения. Данные были перереферированы на усредненный по всем электродам референт. Данные были сегментированы от –200 до 1500 мс относительно целевого слова. Выполнены коррекция бейзлайна и удаление сегментов артефактов (± 100 мВ).

Для статистической обработки были подобраны группы электродов на интервале от 750 мс до 1050 мс на основе визуального анализа топографической карты активности мозга, что соответствует подобранным зонам в прошлых исследовательских работах (левое полушарие: O9, PO9, O1h, O1, POO9h, POO1, PO3, PO7, PPO9h, P9; правое полушарие: O10, PO10, O12h, O2, POO10h, POO2, PO4, PO8, PPO10h, P10) (Xu et al., 2019; Kuperberg, 2007).

Анализ данных. Статистический анализ был выполнен в программном обеспечении R (R Core Team, 2020) при помощи метода дисперсионного анализа с повторными измерениями (ANOVA).

Количество правильных ответов / время реакции: 2 (грамматический фактор: грамматический vs. неграмматический) \times 4 (тип аудиального ритмического прайминга: соответствующий, нерегулярный, регулярный, тишина).

Усредненная амплитуда компонента P600 в промежутке от 750 до 1050 мс: 2 (грамматический фактор: грамматический vs. неграмматический) \times 4 (тип аудиального ритмического прайминга: соответствующий, нерегулярный, регулярный, тишина) \times 2 (фактор полушария: левое vs. правое).

Результаты

Поведенческие данные. Мы обнаружили статистически значимый эффект грамматичности для точности ответов, $F(1, 35) = 6.694$, $p = .014$, $\eta_p^2 = .161$. Участники чаще отвечали правильно в случае, если предложение было грамматически согласовано.

Влияние фактора ритмического прайминга на точность ответов было статистически не значимо ($p = .412$), также мы не обнаружили статистически значимого взаимодействия факторов грамматичности и ритмического прайминга ($p = .367$). Для времени реакции мы также не обнаружили статистически значимых эффектов грамматичности ($p = .668$), ритмического прайминга ($p = .608$) и их взаимодействия ($p = .556$).

Психофизиологические данные. Для амплитуды P600 влияние фактора грамматичности было статистически не значимо ($p = .598$), также мы не обнаружили статистически значимого влияния фактора ритмического прайминга ($p = .3$). Однако взаимодействие факторов грамматичности и ритмического

прайминга было статистически значимо: $F(3, 104) = 4.938$, $p = .003$, $\eta_p^2 = .125$. Как показано на рис. 1, при нерегулярном прайминге амплитуда компонента P600 в неграмматическом условии выше, чем в грамматическом. Взаимодействие типа прайминга с фактором стороны полушария не было статистически значимо ($p = .51$).

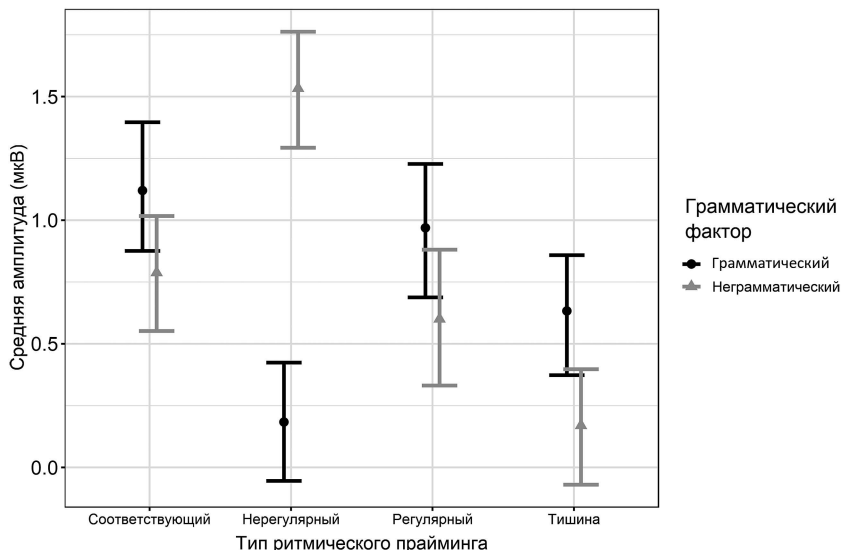


Рисунок 1. Усредненные значения амплитуды P600 для всех отведений в зоне интереса с 95% доверительными интервалами (Error bars) для взаимодействия типа ритмического прайминга и фактора грамматичности. Временной интервал от 750 до 1050 мс

Обсуждение и выводы

Предыдущие исследования показали грамматический эффект P600 и эффект регулярного прайминга на амплитуду P600 в условиях аудиальной модальности. После предъявления регулярного ритмического прайминга амплитуда компонента P600 была больше в сравнении с нерегулярным условием прайминга (Cannete et al., 2020). Мы не обнаружили грамматического эффекта P600 и эффекта регулярного прайминга на амплитуду P600 в условиях зрительной модальности. Однако эффект нерегулярного прайминга в зрительной модальности в нашем исследовании был статистически значим. Результаты предыдущих исследований о нерегулярном ритмическом прайминге противоречивы: эффект нерегулярного ритмического прайминга либо ухудшал выполнение задания у участников во время лингвистического задания (György et al., 2022), либо не оказывал влияния на последующую грамматическую обработку (Ladányi et al., 2021).

Мы предполагаем, что наши результаты могут свидетельствовать о модальной специфичности эффекта ритмического прайминга. Так как результаты не могут быть интерпретированы с точки зрения теории динамического внимания (Jones, 2019), для более точных выводов необходимо провести контрольное исследование с использованием аудиальной и зрительной модальности.

Литература

Canette L.-H., Fiveash A., Krzonowski J., Comeyllie A., Lalitte P., Thompson D., Trainor L., Bedoin N., Tillmann B. Regular rhythmic primes boost P600 in grammatical error processing in dyslexic adults and matched controls // *Neuropsychologia*. 2020. Vol. 138. P. 107324. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2019.107324>

Chern A., Tillmann B., Vaughan C., Gordon R.L. New evidence of a rhythmic priming effect that enhances grammaticality judgments in children // *Journal of Experimental Child Psychology*. 2018. Vol. 173. P. 371 – 379. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2018.04.007>

Fiveash A., Bedoin N., Gordon R., Tillmann B. Processing rhythm in speech and music: Shared mechanisms and implications for developmental speech and language disorders // *Neuropsychologia*. 2021. Vol. 35. No. 8. P. 771 – 791. <https://doi.org/10.1037/neu0000766>

György D., Saddy D., Kotz S.A., Franck J. Rhythmic priming of syntactic processing in Jabberwocky: A short-lived effect. Center for Open Science, 2022. <https://doi.org/10.31234/osf.io/52ey4>

Jones M.R. Time will tell: An overview of dynamic attending // *Time will tell: An overview of dynamic attending*. N.Y.: Oxford University Press, 2019. P. 1 – 8. <https://doi.org/10.1093/oso/9780190618216.003.0001>

Kuperberg G.R. Neural mechanisms of language comprehension: Challenges to syntax // *Brain Research*. 2007. Vol. 1146. P. 23 – 49. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2006.12.063>

Ladányi E., Lukács Á., Gervain J. Does rhythmic priming improve grammatical processing in Hungarian-speaking children with and without developmental language disorder? // *Developmental Science*. 2021. Vol. 24. No. 6. P. 1 – 12. <https://doi.org/10.1111/desc.13112>

Peirce J., Gray J., Simpson S., MacAskill M., Höchenberger R., Sogo H., Kastman E., Lindeløv J.K. PsychoPy2: Experiments in behavior made easy // *Behavior Research Methods*. 2019. Vol. 51. No. 1. P. 195 – 203. <https://doi.org/10.3758/s13428-018-01193-y>

Slevc L.R., Rosenberg J.C., Patel A.D. Making psycholinguistics musical: Self-paced reading time evidence for shared processing of linguistic and musical syntax // *Psychonomic Bulletin & Review*. 2009. Vol. 16. No. 2. P. 374 – 381. <https://doi.org/10.3758/16.2.374>

Xu J., Abdel Rahman R., Sommer W. Perceived language competence modulates criteria for speech error processing: Evidence from event-related potentials // *Language, Cognition and Neuroscience*. 2019. Vol. 35. No. 6. P. 752 – 765. <https://doi.org/10.1080/23273798.2018.1562558>

AUDITORY RHYTHM STIMULATION EFFECT ON GRAMMATICAL PROCESSING: A CROSS-MODAL STUDY

M. O. Markevich*, A. Zhunussova, A. B. Rebreikina, T. I. Logvinenko, O. V. Sysoeva
maksitwen@gmail.com

Sirius University of Science and Technology, Sochi

Abstract. Previous studies have shown that rhythm influences speech and cognitive processes. This study, conducted for the first time using Russian language materials, employs event-related potentials to investigate the effect of auditory stimulation on grammatical processing within the visual modality. The study included 36 adolescents between 13 and 17 years old. Participants were visually presented with sentences in a self-paced reading mode and were instructed to decide whether the sentence was grammatically correct. Prior to each block of sentences, participants listened to a rhythmic prime or silence. Our results did not find any significant difference in the effects of grammaticality on P600 amplitude between grammatical and ungrammatical sentences. However, the effect appeared to be mediated by the rhythmic priming; while there was no significant effect in the regular condition, we found a statistically significant effect of grammar in the irregular rhythm condition. Our findings could point to the modal specificity of the rhythmic priming effect. A control study using auditory and visual modalities may be required for more accurate conclusions.

Keywords: rhythmic priming, rhythm, music, language, grammar

Supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (Agreement 075-10-2021-093, Project COG-RND-2138).