

Модуляция обработки предложений с помощью транскраниальной стимуляции переменным током в диапазоне альфа- и бета-ритма¹

Замбржицкая Мария Сергеевна¹, Хлебникова Ксения Владимировна², Новоселова Ксения Игоревна³, Райнич Кристина Александровна, Позднякова Виктория Андреевна, Антропова Дарья Владимировна, Малютина Светлана Александровна,

Буйволова Ольга Витальевна

¹zmrzhtsk@gmail.com

²kvkhlebnikova@edu.hse.ru

³severinaksenia333@yandex.ru

НИУ «Высшая школа экономики»

Идея “поверхностной” обработки языка (англ. good-enough language processing; Ferreira, 2003) предполагает, что при понимании предложений носители языка часто не проводят полный грамматический анализ предложения, а вместо этого опираются на эвристики (например, лексико-семантические ожидания) и строят неполные репрезентации смысла предложений, достаточные для коммуникативных целей. Хотя такой тип обработки позволяет понимать смысл предложения значительно быстрее, чем полный (алгоритмический) анализ, интерпретация может получаться неверной из-за возможных ошибок в присвоении семантических ролей.

Множество психолингвистических работ было посвящено “поверхностной” обработке (Ferreira, 2003; Patson et al., 2009), однако нейролингвистических исследований на эту тему практически нет. В частности, пока нет исследований, которые изучили бы роль ритмов (электрических колебаний активности) головного мозга при “поверхностной” обработке по сравнению с алгоритмической. На основании предыдущих исследований, изучавших роль ритмов мозга в обработке предложений в целом (Beese et al., 2018, Vassileiou et al., 2018, Lewis et al., 2016), можно выдвинуть гипотезу, что при “поверхностной” обработке будет повышена активность головного мозга в диапазоне альфа-ритма, а при алгоритмической обработке — в диапазоне бета-ритма. Цель данного исследования — проверить эту гипотезу с помощью транскраниальной стимуляции переменным током. Ожидается, что при стимуляции левополушарных речевых зон мозга в диапазоне альфа-ритма будет повышаться опора на “поверхностную” обработку, а при стимуляции тех же зон в диапазоне бета-ритма будет увеличиваться опора на алгоритмическую обработку.

Степень опоры на “поверхностную” или алгоритмическую обработку определялась с помощью языкового задания, выполняемого во время стимуляции. В этом задании, ранее валидированном в предыдущем исследовании (Nikiforova et al., 2019) пословно предъявлялись предложения, после чего на экране появлялся вопрос на понимание. Всего было 84 предложения: 28 стимулов и 56 филлеров. Стимулы состояли из предложений с причастным оборотом, где в одном условии причастие синтаксически относилось к одному из существительных именной группы главной клаузы, а семантически лучше сочеталось с другим существительным (семантически неожиданные предложения; например, “Алена заметила фанатку актрисы, снимающуюся во всенародно любимой комедии. Кто снимался во всенародно любимой комедии?”). В другом же условии причастие было синтаксически согласовано с тем существительным, к которому больше подходило и семантически (семантически ожидаемые предложения; “Алена заметила фанатку актрисы, караулящую

¹ Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

знаменитость у гримерной. Кто караулит знаменитость у гримёрной?"). Условия были сбалансированы по типу “закрытия”, т. е. согласования причастия с первым или вторым существительным из именной группы. В семантически неожиданных предложениях верный ответ на вопрос на понимание свидетельствует об опоре на алгоритмическую обработку, неверный ответ — на “поверхностную”.

Кроме языкового задания, участники выполняли контрольное неязыковое задания — тест Фланкера, в ходе которого на экране появляются ряды стрелок, и участник должен нажатием клавиши ответить, куда показывает центральная стрелка, игнорируя направление окружающих её стрелок. Контрольное задание служило для проверки того, будет ли стимуляция оказывать специфичный эффект именно на степень опоры на “поверхностную” обработку, либо же она будет оказывать более широкое влияние и на другие когнитивные функции.

Запланировано, что суммарно в исследовании примут участие 80 человек, из которых половина пройдёт стимуляцию мозга в диапазоне альфа-ритма, а другая половина — в диапазоне бета-ритма. Каждый участник пройдёт две экспериментальные сессии, выполняя задание под воздействием реальной стимуляции в альфа- или бета-диапазоне в один день и под воздействием плацебо-стимуляции в другой день (порядок рандомизирован). На данный момент в исследовании приняли участие 50 человек; обработаны данные 19 участников, прошедших стимуляцию в диапазоне альфа-ритма, и данные 6 участников, прошедших стимуляцию в диапазоне бета-ритма.

Предварительный анализ данных 19 участников, прошедших стимуляцию в диапазоне альфа-ритма, проводился в статистической программе Jamovi с помощью двухфакторного дисперсионного анализа ANOVA. В качестве зависимой переменной выступала правильность ответов в языковом задании, а в качестве факторов — тип предложения (семантически неожиданные или семантически ожидаемые) и условие (стимуляция или плацебо). Было установлено, что правильность ответов выше в семантически ожидаемых предложениях по сравнению с семантически неожиданными ($p < 0,001$, размер эффекта $\eta^2 = 0,674$). При этом влияние стимуляции на правильность ответов не было статистически значимым ($p = 0,792$), как и взаимодействие факторов типа предложения и стимуляции ($p = 0,933$). Окончательные выводы о влиянии стимуляции мозга в диапазоне альфа- и бета-ритма на степень опоры на “поверхностную” и алгоритмическую обработку предложений будут сделаны после завершения сбора и анализа данных.

Литература

Beese C., Vassileiou B., Friederici A. D., Meyer L. (2019). Age Differences in Encoding-Related Alpha Power Reflect Sentence Comprehension Difficulties. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 11, 183.

Ferreira, F., Engelhardt, P. E., and Jones, M. W. (2009). Good enough language processing: a satisficing approach. *Proceedings of the 31st Annual conference of the Cognitive Science Society*, 1, 413-418. Austin, TX: Cognitive Science Society.

Lewis A.G., Lemhöfer K., Schoffelen J. M., Schriefers, H. (2016). Gender agreement violations modulate beta oscillatory dynamics during sentence comprehension: A comparison of second language learners and native speakers. *Neuropsychologia*, 89, 254-272.

Nikiforova, A., Lopukhina, A., Maljutina, S., Laurinavichyute, A., Ryazanskaya, G., Savinova, E., & Simdianova, A. (2019). Good-Enough Sentence Processing in Adolescents and Adults under No-Noise and Auditory-Linguistic-Noise Conditions. *The Russian Journal of Cognitive Science*, 6(2), 25-32.

Patson, N. D., Darowski, E. S., Moon, N., and Ferreira, F. (2009). Lingering misinterpretations in garden-path sentences: evidence from a paraphrasing task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 35(1), 280.

Vassileiou B., Meyer L., Beese C., Friederici A. (2019). Alignment of alpha-band desynchronization with syntactic structure predicts successful sentence comprehension. *NeuroImage*, 175, 286-296.