

Электрофизиологические корреляты и поведенческие маркеры усвоения грамматических правил при пассивном слушании у русскоязычных взрослых

Дарья В. Мицюк

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва,
Россия, dmitsyuk@hse.ru

Чувствительность к грамматическим правилам в устной речи — необходимый этап в формировании языковых компетенций у детей и важная составляющая языковой обработки у взрослых. Одним из элементов для формирования правил является навык выявления несмежных зависимостей (НЗ; например, согласование глаголов с субъектом действия: *ты пишешь, они пишут*). Предыдущие электроэнцефалографические (ЭЭГ) исследования показали, что большинство взрослых участников не могут усвоить правила таким образом без задания [Mueller et al. 2012; Paul et al. 2021]. Такие выводы были сделаны на основании сравнения вызванных потенциалов (ВП) участников в ответ на слова, следующие установленным правилам и нарушающие их. Другие исследования показали, что взрослые всё же реагируют на девиантные стимулы, что выражается в MMN и позднем позитивном компоненте (LPC) [De Diego Balaguer et al. 2007]. Наше исследование ставит своей целью, во-первых, изучить успешность выявления правил НЗ у взрослых при пассивном слушании. Во-вторых, мы сравниваем две парадигмы предъявления стимулов, чтобы выявить влияние порядка на успешность научения. В-третьих, мы рассматриваем то, как успешность научения, которая оценивается поведенческими тестами, будет связана с ЭЭГ коррелятами в ответ на девиантные стимулы.

В нашем исследовании приняли участие 34 взрослых монолингвальных носителя русского языка (18—27 лет, среднее — 21 год). Процедура включала в себя ЭЭГ эксперимент и поведенческое тестирование. Во время эксперимента участники слушали 25-минутную запись из трёхсложных элементов (далее — слов) незнакомого им литовского языка с правилами НЗ (*tuXti* и *jieXta*, где *tu* и *jie* предсказывали окончания *ti* и *ta*, *X* — один из 12-ти односложных глагольных корней). Важно, что эти правила иногда нарушались: либо с точки зрения правил НЗ, либо с точки зрения фонетики (более высокая частота последнего слога). Фонетически девиантные стимулы были введены в качестве контрольного условия, на который мы ожидали увидеть реакцию в любом случае. Половина участников слушала фиксированную последовательность из шести грамматически верных слов и одного девиантного (фиксированное условие — ФУ). Другая половина испытуемых слушала правильные и

девиантные слова в случайном порядке (случайное условие — СУ). Поведенческое тестирование состояло из двух тестов, первый из которых проверял способность участников оценить 36 слов (правильных, девиантных, не звучащих в эксперименте) как часто, редко или не встречающиеся в эксперименте. Второй тест включал в себя задание на классификацию 24 слов из эксперимента как грамматически верных или девиантных.

Результаты поведенческих тестов показали, что точность выполнения участниками первого задания в среднем составила 42.4% (22.22-66.67%). Во втором задании точность составила в среднем 48.53% (41.67-66.67%). Сравнение ФУ и СУ показало, что парадигма предъявления стимулов не повлияла на выведение грамматического правила. Анализ ЭЭГ данных также показал, что различия между условиями не было. На материале данных из ФУ и СУ мы выявили отличия между обработкой стандартных стимулов как грамматических, так и фонетических девиантов, а также отличия в обработке слов между участниками с высокими и низкими баллами за тесты. В ответ на фонетические девианты участники продемонстрировали негативность рассогласования и LPC, в то время как грамматические девианты вызвали P2, P3 и тенденцию к LPC. С увеличением же числа баллов за тесты уменьшалась амплитуда негативности рассогласования для фонетических девиантов и P3 для грамматических девиантов, а для последних также появлялась тенденция к негативности рассогласования.

Результаты тестов показывают, что только часть участников сознательно усвоила правила НЗ, а обработка ВП в ответ на фонетические девианты демонстрирует, что участники реагировали на очевидные нарушения установленных правил, что выражается в негативности рассогласования и LPC, связанных в том числе с фонетической обработкой стимулов [Näätänen 1992; Wachinger et al. 2018]. P2, P3 и тенденция к LPC в ответ на грамматические стимулы показывает, что участники действительно обучались правилам, так как увеличение амплитуды P2 связывают с успешностью усвоения правил [Näätänen et al. 1982; Shahin et al. 2007], в то время как P3 указывает на внимание к изменениям в воспринимаемых правилах [Squires et al. 1975], а LPC может отражать как фонетическую обработку стимулов [Wachinger et al. 2018], так и научение новым словам [Perfetti et al. 2005]. Уменьшение амплитуд ВП у участников с более высокими баллами может быть признаком привыкания к девиантным стимулам в силу их навыков статистического научения, а негативность рассогласования может быть знаком распознавания ошибок [De Diego Balaguer et al., 2007]. Так, наши результаты демонстрируют, что взрослые носители русского языка

могут выучить правила НЗ нового языка имплицитно. Сравнение результатов поведенческих тестов и ЭЭГ-анализа позволяет рассмотреть связь между сознательным и неосознанным выявлением правил, а в будущем может помочь выявить факторы, влияющие на успешность их осознанного усвоения.

Литература

- De Diego-Balaguer 2007 – De Diego-Balaguer, R., Toro, J., Rodriguez-Fornells, A., & Bachoud-Lévi, A.-C. (2007). Different Neurophysiological Mechanisms Underlying Word and Rule Extraction from Speech. *PloS One*, 2, e1175.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0001175>
- Mueller 2012 – Mueller, J. L., Friederici, A. D., & Männel, C. (2012). Auditory perception at the root of language learning. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(39), 15953–15958. <https://doi.org/10.1073/pnas.1204319109>
- Näätänen et al. 1992 – Näätänen, R. (1992). *Attention and Brain Function*. Psychology Press.
- Näätänen et al. 1982 – Näätänen, R., Simpson, M., & Loveless, N. E. (1982). Stimulus deviance and evoked potentials. *Biological Psychology*, 14(1–2), 53–98.
[https://doi.org/10.1016/0301-0511\(82\)90017-5](https://doi.org/10.1016/0301-0511(82)90017-5)
- Paul 2021 – Paul, M., Männel, C., van der Kant, A., Mueller, J. L., Höhle, B., Wartenburger, I., & Friederici, A. D. (2021). Gradual development of non-adjacent dependency learning during early childhood. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 50, 100975.
<https://doi.org/10.1016/j.dcn.2021.100975>
- Perfetti et al. 2005 – Perfetti, C. A., Wlotko, E. W., & Hart, L. A. (2005). Word Learning and Individual Differences in Word Learning Reflected in Event-Related Potentials. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 31(6), 1281–1292. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.31.6.1281>
- Shahin et al. 2007 – Shahin, A. J., Roberts, L. E., Miller, L. M., McDonald, K. L., & Alain, C. (2007). Sensitivity of EEG and MEG to the N1 and P2 Auditory Evoked Responses Modulated by Spectral Complexity of Sounds. *Brain Topography*, 20(2), 55–61.
<https://doi.org/10.1007/s10548-007-0031-4>
- Squires et al. 1975 – Squires, N. K., Squires, K. C., & Hillyard, S. A. (1975). Two varieties of long-latency positive waves evoked by unpredictable auditory stimuli in man. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 38(4), 387–401.
[https://doi.org/10.1016/0013-4694\(75\)90263-1](https://doi.org/10.1016/0013-4694(75)90263-1)
- Wachinger et al. 2018 – Wachinger, C., Volkmer, S., Bublath, K., Bruder, J., Bartling, J., &

Schulte-Körne, G. (2018). Does the late positive component reflect successful reading acquisition? A longitudinal ERP study. *NeuroImage: Clinical*, 17, 232–240.
<https://doi.org/10.1016/j.nicl.2017.10.014>