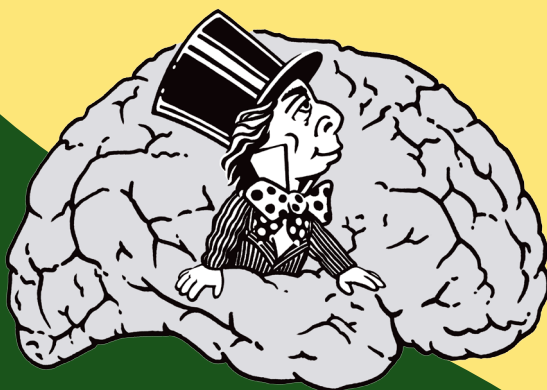


КОГНИТИВНАЯ НАУКА

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

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМАТИЧЕСКИХ РОЛЕЙ В ПРЕДЛОЖЕНИЯХ С ПАССИВНЫМ ЗАЛОГОМ ДЕТЬМИ 4 – 8 ЛЕТ ПО ДАННЫМ СВЯЗАННЫХ С СОБЫТИЯМИ ПОТЕНЦИАЛОВ

О. В. Кручинина*, Е. И. Гальперина

kruchinina_ol@mail.ru

ИЭФБ РАН, Санкт-Петербург

Аннотация. Усвоение тематических ролей при восприятии речи формируется на протяжении дошкольного и младшего школьного возраста и зависит от навыков анализа сложного синтаксиса, например пассивного залога. Мозговые механизмы овладения сложным синтаксисом у детей мало изучены. В ЭЭГ-исследовании с регистрацией связанных с событиями потенциалов (ССП) приняли участие 158 детей. Из них 105 дали более 60% правильных ответов при выполнении задания на сопоставление предложений в активном и пассивном залоге с сюжетными картинками. Данные этих испытуемых использовались в дальнейшем анализе связанных с событиями потенциалов мозга (ССП). Была показана специфическая активация мозга (brain sensitivity) в ответ на грамматические маркеры залога (окончание существительного, третьего слова в предложении). Данный эффект выражался в большей амплитуде вызванного ответа на предложения в пассивном залоге, чем в активном. Уже у детей 4 лет, успешно справляющихся с определением тематических ролей в предложениях с пассивным залогом, активация была обнаружена во всех исследованных зонах интереса (фронтально-центральной и височно-теменных областях обоих полушарий мозга). Наблюдалась позитивность на 200–400 мс, которая начиналась во фронтально-центральных областях и постепенно захватывала височно-теменные области обоих полушарий. Начиная с 6-летнего возраста значимый прирост эффективности понимания конструкций с пассивным залогом, а также снижение амплитуды СПП и проявление отличий вызванного ответа на позднем когнитивном компоненте Р600 в правой теменно-височной области свидетельствуют о формировании нового механизма синтаксической обработки речи, который, как считается, становится доминирующим только к 9 годам.

Ключевые слова: ЭЭГ, СПП, дети, пассивный залог, тематические роли, фронтально-центральная позитивность

Введение

Усвоение тематических ролей при восприятии речи формируется и совершенствуется на протяжении дошкольного и младшего школьного возраста и зависит от навыков грамматического анализа сложного синтаксиса, например пассивного залога. Мозговые механизмы овладения сложным синтаксисом у детей мало изучены. На примере немецкого языка показано, что механизм синтаксической обработки речи начинает доминировать над семантической только к 9 годам (Skeide, Friederici, 2016). Показано, что в русском

языке пассивные конструкции корректно интерпретируются некоторыми детьми уже в возрасте 4–5 лет, но даже у детей 7–8 лет с нормальным речевым развитием могут возникать затруднения, особенно в случае синтаксически сложных, обратимых предложений с пассивным залогом или обратным порядком слов (Ахутина и др., 2017). Ранее нами было показано, что популяция детей 4–5 лет неоднородна в понимании предложений с пассивным залогом (Kruchinina et al., 2022a). Успешно справляются с определением тематических ролей в обратимых предложениях, состоящих из трех слов, 65% детей, в то время как остальные выполняют задание на случайном уровне. Цель данного исследования — проследить возрастную динамику вызванного ответа мозга (топографию, латентности и амплитудные различия связанных с событиями потенциалов мозга — ССП) при восприятии предложений с активным и пассивным залогом детьми 4–8 лет.

Методика

В исследовании приняли участие 158 детей в возрасте 4–8 лет, состояние речевых и других когнитивных функций у которых соответствовало возрастным нормативам, что было протестировано на I этапе исследования в ходе логопедического обследования, а также оценки внимания, памяти и интеллекта. На II этапе во время записи ЭЭГ дети выполняли тест на соотнесение картинки и предложения (sentence-picture matching task), который предъявлялся с помощью программы «Грамконструктор» (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020616013).

В состав теста входят парные сюжетные картинки и трехсловные предложения четырех типов — в активном/пассивном залоге с прямым/обратным порядком слов (всего 268 предложений). АП — активный залог с прямым порядком слов (например, *Внук обнял деда*), АО — активный залог с обратным порядком слов (*Деда обнял внука*), ПП — пассивный залог с прямым порядком слов (например, *Дед обнят внуком*), ПО — пассивный залог с обратным порядком слов (*Внуком обнят дед*). Типы стимулов рандомизированы.

Все предложения построены по схеме «существительное — глагол/причастие — существительное» (NP1-V-NP2). В качестве объекта и субъекта действия были подобраны пары одушевленных существительных, которые были сбалансированы по роду, склонению, количеству слогов и фактору частотности.

Структура пробы: предъявление парного сюжетного изображения — 0–2000 мс от начала пробы, на фоне изображения предъявляется первое слово в предложении — 2000–3000 мс от начала пробы, второе слово — 3000–4100 мс, третье слово — 4100–5100 мс, знак вопроса — от 5100 мс, разрешающий моторный ответ (нажать на заданную кнопку на клавиатуре под соответствующей картинкой). Лингвистический, слуховой и зрительный стимульный материал был уравновешен по параметрам, влияющим на вызванный ответ мозга (подробно методика и процедура исследования представлены в Kruchinina et al., 2022b).

По результатам выполнения испытуемым теста рассчитывали процент правильных ответов и время реакции. Достоверность различий этих показа-

телей в пяти возрастных группах оценивали с помощью H -критерия Краскела – Уоллиса. Проводили апостериорные сравнения с помощью U -критерия Манна – Уитни для каждого типа предложения для каждой возрастной группы детей. Обработка ЭЭГ и расчет связанных с событием потенциалов от начала предъявления каждого слова в предложении производились в программе WinEEG (версия 2.140.113). Для статистического анализа ССП усредняли группы отведений ЭЭГ по зонам интереса, наиболее часто выделяемым при описании восприятия речи (Skeide, Friederici, 2016). Фронтально-центральная зона интереса – 9 электродов (F3, F4, Fz, FC3, FC4, FCz, C3, C4, Cz), по 5 электродов теменно-височных зон правого (T8, TP8, P8, CP4, P4) и левого полушария (T7, TP7, P7, CP3, P3). Из 158 детей, принявших участие в исследовании, отбирали данные тех, кто дал не менее 60% правильных ответов в предложениях с ПП. В каждой возрастной группе (4 г., $n=13$; 5 л., $n=14$; 6 л., $n=16$; 7 л., $n=36$; и 8 л., $n=26$) сопоставляли средние амплитуды компонентов ССП для каждого слова в предложении на последовательных интервалах с шагом в 100 мс с помощью T -критерия Вилкоксона для связанных выборок. Статистический анализ производили в пакете программ IBM SPSS Statistics версия 26.

Результаты

Показано, что процент правильных ответов в тесте на сопоставление изображения и предложения увеличивался с возрастом (рис. 1). Выявлено влияние возраста испытуемых на процент правильных ответов и время принятия решения. Дети 4 и 5 лет отличаются по проценту правильных ответов и по времени реакции от детей 6–8 лет, что показано для всех 4 типов предложений (апостериорные сравнения по каждому параметру проводились с помощью U -критерия Манна – Уитни, $p=.001$). Дети 6, 7, 8 лет отличались между собой по скорости принятия решений ($p=.01$), а также при определении тематических ролей в предложениях с пассивным залогом ($p=.02$).

Средний процент правильных ответов по всем четырем типам предложений не менее 60% являлся критерием включения данных испытуемого для анализа вызванного ответа мозга. С возрастом увеличивается процент детей, справляющихся с определением тематических ролей в пассивном залоге на уровне выше случайного (>60%): 61% из обследованных детей 4 лет, 68% – 5 лет, 83% – 6 лет, 90% – 7 лет, 96% – 8 лет. При сравнении вызванного ответа мозга на предложения в активном и пассивном залоге с прямым порядком слов (например, *Девочка спасла собаку* и *Девочка спасена собакой*) статистически значимые отличия были выявлены только на третьем слове в предложении ($p=.01$) в каждой возрастной группе. По результатам дисперсионного анализа было показано влияние фактора «Возраст» на амплитуду ССП во временном окне 600–700 мс в левой височно-теменной области интереса ($F(4, 200)=4.262$, $p=.002$), 600–800 мс в правой височно-теменной области ($F(4, 200)=3.893$, $p=.005$) и 600–700 мс во фронтально-центральной области ($F(4, 200)=2.417$, $p=.05$). Апостериорные сравнения с использованием поправки Бонферрони показали различия между группами детей 4 и 7–8 лет ($p=.01$). Также было выявлено влияние фактора «Залог» (активный или пас-

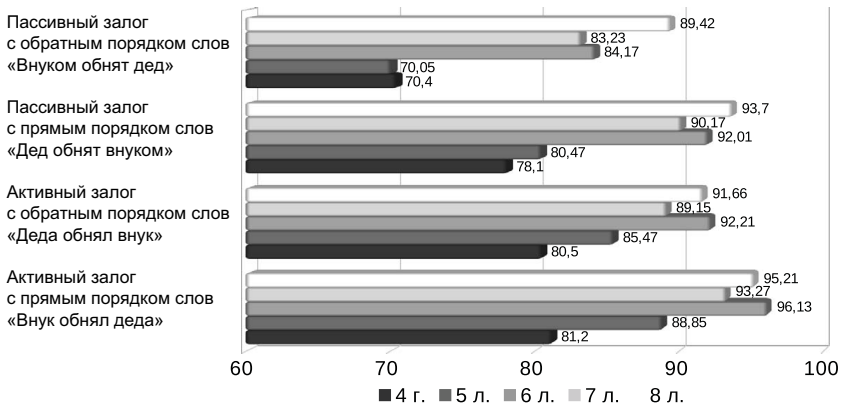


Рисунок 1. Процент правильных ответов при определении тематических ролей в предложениях с разными грамматическими конструкциями у детей 4–8 лет

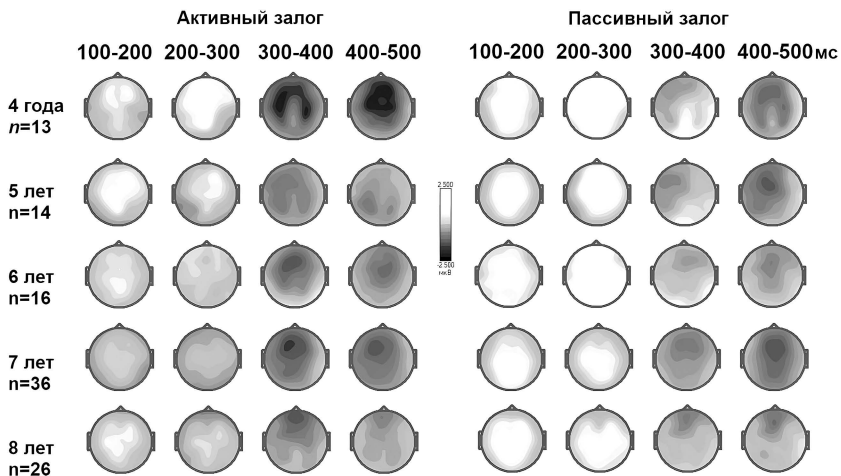


Рисунок 2. Топограммы ССП с шагом 100 мс от 100 мс с начала предъявления третьего слова в предложениях с активным и пассивным залогом с прямым порядком слов

сивный) на амплитуду ССП во временном окне 200–400 мс для всех зон интереса: фронтально-центральная – $F(4, 200) = 10.705, p = .001$; височно-теменная левого полушария – $F(4, 200) = 14.719, p = .001$; височно-теменная правого полушария – $F(4, 200) = 8.811, p = .003$. Во всех возрастных группах амплитуда позитивного компонента во временном окне 200–400 мс была больше на предъявление третьего слова в предложениях с пассивным залогом, чем

с активным: наблюдалась позитивность, которая начиналась во фронто-центральных областях и постепенно захватывала височно-теменные области обоих полушарий (рис. 2).

Обсуждение и выводы

На протяжении дошкольного и младшего школьного возраста происходит совершенствование навыка определения тематических ролей с опорой на грамматические маркеры. Качественный скачок в понимании конструкций с пассивным залогом происходит к 6–7 годам, что наблюдается для предложений как с прямым, так и с обратным порядком слов. При этом формирование навыка определения тематических ролей в грамматической конструкции с пассивным залогом и обратным порядком слов происходит медленнее всего, что подтверждается как процентом правильных ответов, так и скоростью принятия решения по сравнению с другими конструкциями у детей всех возрастных групп. У детей 4–8 лет, успешно справляющихся с определением тематических ролей, чувствительность к грамматическим маркерам залога (окончанию существительного, третьего слова в предложении) была обнаружена во всех исследованных зонах интереса (фронтально-центральной и височно-теменных областях правого и левого полушарий мозга) и проявлялась в большей амплитуде вызванного ответа на предложения в пассивном залоге, чем в активном. Наблюдалась позитивность на 200–600 мс, которая начиналась во фронто-центральных областях, захватывая височно-теменные области обоих полушарий. Начиная с шестилетнего возраста значимый прирост эффективности понимания конструкций с пассивным залогом, а также снижение амплитуды ССП и проявление отличий вызванного ответа на позднем когнитивном компоненте Р600 в правой теменно-височной области свидетельствуют о постепенном формировании нового механизма синтаксической обработки речи, который, по литературным данным (Skeide, Friederici, 2016), становится доминирующим только к 9 годам.

Литература

- Ахутина Т.В., Корнеев А.А., Матвеева Е.Ю. Возрастная динамика понимания логико-грамматических конструкций у младших школьников и ее мозговые механизмы // Специальное образование. 2017. Т. 47. № 3. С. 15–31.
- Kruchinina O., Stankova E., Guillemard D., Galperina E. Passive voice comprehension during thematic-role assignment in Russian-speaking children aged 4–6 is reflected in the sensitivity of ERP to noun inflections // Brain Sciences. 2022b. Vol. 12. No. 6. P. 693. <https://doi.org/10.3390/brainsci12060693>
- Kruchinina O.V., Stankova E.P., Guillemard D.M., Galperina E.I. The level of passive voice comprehension in the 4–5 years old Russian children reflects in the ERP's // Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology. 2022a. Vol. 58. No. 2. P. 395–409. <https://doi.org/10.1134/s0022093022020089>
- Skeide M.A., Friederici A.D. The ontogeny of the cortical language network // Nature Reviews Neuroscience. 2016. Vol. 17. No. 5. P. 323–332. <https://doi.org/10.1038/nrn.2016.23>

THEMATIC-ROLE ASSIGNMENT IN PASSIVE SENTENCES IN CHILDREN 4 – 8 YEARS OLD: AN ERP STUDY

O. V. Kruchinina*, E. I. Galperina

kruchinina_ol@mail.ru

Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry
Russian Academy of Sciences, St. Petersburg

Abstract. Thematic-role assignment in speech comprehension forms and improves during preschool and primary school ages and depends on complex grammar analysis skills, including the passive voice (PV). The brain mechanisms of complex syntax acquisition in children are poorly understood. One hundred five of 158 children who took part in our EEG study gave more than 60% correct answers in a sentence-picture matching task in the active voice (AV) and PV. Children demonstrated brain sensitivity to voice grammar markers/inflections of the second noun phrase, expressed in greater event-related potential (ERP) amplitudes to PV vs. AV sentences in each age group. Successful thematic role assignments in PV passive reversible sentences was observed in children as young as 4 years old. The sensitivity was detected in all of the studied ROIs (frontocentral and temporoparietal areas of both brain hemispheres). A positivity was observed in the 200 – 600 ms range, beginning in frontocentral areas and gradually spreading to occipital-temporal areas of each hemisphere. Both behavioral and ERP results (differences in the late cognitive component P600 in the right temporoparietal area) reflected the possible transition to “adult-like” syntax-based thematic role assignment (dominant only by age 9) in six-year-olds.

Keywords: EEG, ERP, children, thematic-role assignment, passive voice acquisition, fronto-central positivity