ЭНЦИКЛОПЕДИЯ раннего детского развития

Биологические основы языкового развития

Эрик Пакулак, PhD, Хелен Нэвилл, PhD

Орегонский Университет, США

апреля 2010 г.

Введение

Недавние успехи в области нейровизуализации позволяют исследовать нейробиологические основы языка, влияние средовых и генетических факторов на нейронную организацию языка у детей. Всё чаще эти методы используются для того, чтобы охарактеризовать ход развития различных языковых подсистем и более тщательно исследовать влияние языкового опыта, а также временную динамику этого влияния на развитие различных функций и на нейронные механизмы, которые связывают эти подсистемы.

Предмет

Понимание нейробиологии языкового развития имеет большое значение для тех, кто стремится найти способы оптимизации его развития. Результаты исследований могут в потенциале обеспечить практические, научно-обоснованные рекомендации для родителей. Кроме того, данные этих исследований могут помочь работникам образования и директивных органов выявлять, развивать и внедрять научно-обоснованные программы развития речи и грамотности для изучающих как родной, так и второй язык.

©2010-2026 ABILIO | ЯЗЫКОВОЕ РАЗВИТИЕ И ГРАМОТНОСТЬ

Проблематика

Скорость языкового развития у детей существенно варьирует, и эта вариативность является результатом сложного взаимодействия генетических и средовых факторов. Данное исследование отчасти ставит целью охарактеризовать относительный вклад генетических и средовых факторов в вариативность развития.

В то время как для влияния средовых факторов на язык получено уже очень много научных свидетельств из поведенческих исследований, меньше данных имеется о влиянии средовых факторов на нейробиологию языкового развития. Большинство предшествующих исследований в области нейробиологии языка у взрослых, так же как и нейробиологии языкового развития, были сосредоточены на изучении людей со средним или высоким социально-экономическим статусом (СЭС). В дополнение к этому, в настоящий момент имеется мало данных, которые определенно касаются вклада генетических и эпигенетических факторов на эти различия в развитии.

Научный контекст

Существует много данных о нейробиологии языка у взрослых людей с относительно высоким СЭС (социально-экономическим статусом), которые были получены с помощью методов нейровизуализации с высоким временным разрешением (напр., вызванные потенциалы; ВП) и дополняющих методов с высоким пространственным разрешением (напр., функциональная магнитно-резонансная томография; фМРТ). Эти методы также использовались для исследования нейробиологических основ языкового развития, хотя существует меньше данных о влиянии средовых факторов на нейробиологию языкового развития. Опираясь по большей части на значительный объем данных, полученных в поведенческих исследованиях языкового развития, исследования в области нейробиологии языкового развития в настоящий момент расширяют свои границы и охватывают детей (а также взрослых) с более широким разнообразием в СЭС.

Ключевые вопросы

Один из ключевых вопросов исследований касается использования приёмов нейровизуализации для того, чтобы охарактеризовать ход развития нейронных субстратов, которые обеспечивают различные языковые подсистемы. С этим вопросом связан другой

ключевой вопрос, который касается использования данных приёмов для характеристики влияния средовых и генетических факторов, а также их взаимодействия, на развитие этих нейронных субстратов. Важный аспект этого вопроса заключается в исследовании временных периодов, в течение которых влияние средовых и генетических факторов является максимальным (т.е., сензитивные периоды), и того, как эти периоды различаются в отношении различных подсистем языка.

Результаты последних исследований

Исследования в области развития нейробиологических основ языка представили данные о динамике развития трех языковых подсистем, а именно фонологии (звуковая система языка), семантики (словарный запас и значение слов) и синтаксиса (грамматика). Эти исследования также предоставляют свидетельства того, что реакция мозга на язык в раннем возрасте позволяет предсказать владение языком в будущем. Большая часть этих данных получена в исследованиях ВП, которые лучше других подходят для маленьких детей – даже для младенцев, хотя такие методы нейровизуалиции, как фМРТ, все больше используются на популяциях младшего возраста.

Многочисленные исследования поведения позволили установить, что в течение первого года жизни младенцы становятся более восприимчивы к отличиям звуков речи, важным для их родного языка (языков), и невосприимчивы к неважным фонетическим отличиям.[1] Недавнее исследование с использованием ВП показало, что эта восприимчивость к отличительным особенностям родного языка отражается в реакции мозга, которая, как это было показано в исследованиях взрослых, является нейронным индексом фонетического различения: у младенцев в возрасте 7,5 месяцев реакция мозга на отличия родного языка коррелировала с восприятием этих отличий на уровне поведения.[2] К тому же усиленный нейронный отклик в 7,5 месяцев предрекал уровень владения языком в дальнейшем: словопроизводство и сложность предложений в возрасте 24-х месяцев и среднюю длину высказывания в возрасте 30-ти месяцев. Обратное соотношение было отмечено в случае различения признаков неродного языка.

Метод ВП также использовался для исследования раннего освоения слов и сопутствующих изменений в нейронной специализации. У малышей в возрасте 13 месяцев реакции мозга на знакомые слова отличалась от реакции на незнакомые слова, при этом указанный эффект охватывал широкие области как в левом, так и в правом полушарии головного

мозга.[3] К возрасту 20-ти месяцев распространение этого эффекта был ограничено левым полушарием, подобно той закономерности, которая наблюдается у взрослых и которая связана с увеличивающейся специализацией, ориентированной на обработку языковой информации. Кроме того, такая углубленная специализация мозга связана с более развитой языковой способностью у детей того же календарного возраста.[4]

Два недавних исследования с применением фМРТ выявили влияние, связанное со средовыми факторами, на области мозга, которые важны для развития ключевых для чтения навыков. Было обнаружено, что степень специализации к рифмованию в левых передних долях мозга коррелирует с социально-экономическим статусом у 5-летних детей.[5] Еще одно исследование 5-летних детей выявило реакцию мозга, более свойственную для взрослых, при обработке букв у нормально развивающихся детей в течение первого года обучения чтению, тогда как эта реакция проявлялась с задержкой у детей из группы риска развития проблем с чтением; однако после трех месяцев, проведенных в детском саду, с дополнительных обучением чтению детей из группы риска, участники обеих групп обнаружили изменения в реакции мозга в сторону приближения к модели, более свойственной взрослым (Yamada Y., Stevens C., Neville H., неопубликованные данные, 2009).

Многочисленные исследования с применением метода ВП в области изучения обработки предложений взрослыми показали, что семантическая и синтаксическая подсистемы обрабатываются различными системами мозга,[6] и что это в равной степени относится к устному, письменному и жестовому языкам, которые имеют доступ к этим разным подсистемам.[7] Исследования билингвов, владеющих как устным, так и жестовым языком, показывают, что эти отдельные подсистемы обнаруживают различную степень пластичности в различные сензитивные периоды.[8,9] В этих исследованиях проводится сравнение реакций мозга на правильные предложения с реакциями на предложения, составленные с нарушением семантических и синтаксических ожиданий (напр., англ. “My uncle will blow the movie” или “My uncle will watching the movie”). У взрослых узкоспециализированная и продуктивная функция мозга индексируется с помощью нейронных ответов, которые зарождаются в относительно специфичных или узко-локализованных областях головного мозга, тогда как такие ответные реакции у детей могут охватывать более широкие области мозга.[10-16]

Немногочисленные исследования с использованием метода ВП, которые посвящены обработке предложений детьми, указывают на то, что эта специализация различных систем мозга происходит на раннем этапе развития. Самые первые исследования выявили реакцию мозга у пятилетних детей, похожую на реакцию, вызванную семантическими нарушениями, у взрослых,[10] и показали, что эта реакция с возрастом становится более быстрой и специализированной.[11,12] Сообщалось, что подобная взрослой реакция мозга на семантические нарушения обнаруживается у детей уже в возрасте 19 месяцев,[13] и эта реакция мозга предвещает активное владение языком в возрасте 30 месяцев. Ответы ВП у детей на синтаксические нарушения качественно отличаются от ответа на семантические нарушения и аналогичны ответу на синтаксические нарушения у взрослых, хотя они медленнее и распространены на более широкой области.[14-16] Было установлено, что нейронный ответ на семантические и синтаксические нарушения у детей в возрасте от 3 до 8 лет так же варьирует в зависимости от беглости владения языком и СЭС; при том, что синтаксическая подсистема более чувствительна к таким различиям,[17] было также выявлено, что детский СЭС коррелирует с беглостью владения языком и нейронным ответом на синтаксические нарушения у взрослых.[18]

Недавние исследования с использованием метода ВП были посвящены изучению когнитивной системы, которая важна для развития языковых навыков: улучшение обработки слуховых стимулов с селективным вниманием к ним. Показатель ВП, связанный с этой продвинутой обработкой, – более интенсивный ответ мозга в течение одной десятой секунды в состоянии внимания к звуковым событиям. Более того, этот эффект внимания снижен у детей с диагностированными специфическими языковыми нарушениями[19] и у нормально развивающихся детей из среды с более низким СЭС.[20] Важно, что эта когнитивная система у маленьких детей изменяется с опытом. Например, было установлено, что высокоинтенсивное обучение увеличивает как беглость владения языком, так и влияние внимания на нейронную обработку у 6-8-летних детей.[21] В дополнение к этому, подобная реакция мозга различается у людей – носителей вариантов определенных генов, которые так же чувствительны к различиям в беглости владения языком (Bell T., Voelker P., Braasch M., Neville H.J., неопубликованные данные, 2009).[22] Однако эти генетические различия так же зависят от факторов окружения и взаимодействуют со средой (Dennis A., Bell T., Neville H., неопубликованные данные, 2010). Продолжающиеся исследования указывают на то, что эта когнитивная система также подвергается изменению у 3-5-летних детей низкого СЭС, проходящих целевые программы обучения

наряду со своими родителями (Fanning J., Sohlberg M.M., Neville H., неопубликованные данные, 2009).

Неисследованные области

Несмотря на увеличение количества исследований, сосредоточенных на влиянии средовых факторов на нейробиологию языкового развития, лишь несколько таких работ было опубликовано. Еще один важный следующий шаг заключается в использовании результатов этого исследования для разработки и внедрения научно-обоснованных коррективных мероприятий, которые позволят улучшить навыки, необходимые для развития хороших языковых навыков, и определить возраст(ы), в котором они наиболее эффективны. По крайней мере, два таких исследования проходят рецензирование в настоящий момент (Fanning J., Sohlberg M.M., Neville H., неопубликованные данные, 2009; Stevens C., Fanning J., Klein S., Neville H., неопубликованные данные, 2009).

Выводы

Современные техники нейровизуализации являются мощным инструментом для исследования влияния средовых, генетических и эпигенетических факторов на нейробиологию языкового развития. Исследования с использованием этих техник, направленные на детей из семей с более широкой вариацией СЭС, будут способствовать более полной характеристике динамики развития языковых подсистем и влияния средовых факторов на это развитие.

Рекомендации для родителей, служб и администрации

Данное исследование может стимулировать разработку научно-обоснованных директивных решений и услуг, таких как научно-обоснованные коррективные мероприятия, улучшающие навыки, необходимые для языка и других областей когниции, которые имеют большое значение для академической успеваемости (Fanning J., Sohlberg M.M., Neville H., неопубликованные данные, 2009; Stevens C., Fanning J., Klein S., Neville H., неопубликованные данные, 2009).[23-24] Такое исследование также может предоставить конкретные, научно-обоснованные рекомендации для родителей. Фактически, именно это является целью некоммерческой видео-программы, выпущенной недавно Лабораторией развития мозга в Университете Орегона[a].

Литература

1. Kuhl P, Rivera-Gaxiola M. Neural substrates of language acquisition. *Annual review of neuroscience* 2008;31:511-534.
2. Kuhl PK, Conboy BT, Coffey-Corina S, Padden D, Rivera-Gaxiola M, Nelson T. Phonetic learning as a pathway to language: new data and native language magnet theory expanded (NLM-e). *Philosophical transactions of the Royal Society of London - Series B: Biological sciences* 2008;363(1493):979-1000.
3. Mills DL, Coffey-Corina S, Neville HJ. Language comprehension and cerebral specialization from 13 to 20 months. *Developmental Neuropsychology* 1997;13(3):397-445.
4. Mills DL, Coffey-Corina SA, Neville HJ. Language acquisition and cerebral specialization in 20-month-old infants. *Journal of Cognitive Neuroscience* 1993;5(3):317-334.
5. Raizada RD, Richards TL, Meltzoff A, Kuhl PK. Socioeconomic status predicts hemispheric specialisation of the left inferior frontal gyrus in young children. *Neuroimage* 2008;40(3):1392-1401.
6. Neville HJ, Nicol JL, Barss A, Forster KI, Garrett MF. Syntactically based sentence processing classes: Evidence from event-related brain potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience* 1991;3(2):155-170.
7. Capek CM, Grossi G, Newman AJ, McBurney SL, Corina D, Roeder B, Neville HJ. Brain systems mediating semantic and syntactic processing in deaf native signers: biological invariance and modality specificity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 2009;106(21):8784-8789.
8. Weber-Fox C, Neville HJ. Maturational constraints on functional specializations for language processing: ERP and behavioral evidence in bilingual speakers. *Journal of Cognitive Neuroscience* 1996;8(3):231-256.
9. Neville HJ, Coffey SA, Lawson DS, Fischer A, Emmorey K, Bellugi U. Neural systems mediating American sign language: effects of sensory experience and age of acquisition. *Brain and Language* 1997;57(3):285-308.
10. Holcomb PJ, Coffey SA, Neville HJ. Visual and auditory sentence processing: A Developmental analysis using event-related brain potentials. *Developmental Neuropsychology* 1992;8(2-3):203-241.
11. Hahne A, Eckstein K, Friederici AD. Brain signatures of syntactic and semantic processes during children's language development. *Journal of Cognitive Neuroscience* 2004;16(7):1302-1318.
12. Neville HJ, Coffey SA, Holcomb PJ, Tallal P. The neurobiology of sensory and language processing in language-impaired children. *Journal of Cognitive Neuroscience* 1993;5(2):235-253.
13. Friedrich M, Friederici AD. N400-like semantic incongruity effect in 19-month-olds: processing known words in picture contexts. *Journal of Cognitive Neuroscience* 2004;16(8):1465-1477.
14. Silva Pereyra JF, Klarman L, Lin LJ, Kuhl PK. Sentence processing in 30-month-old children: An event-related potential study. *Neuroreport* 2005;16(6):645-648.
15. Silva-Pereyra J, Rivera-Gaxiola M, Kuhl PK. An event-related brain potential study of sentence comprehension in preschoolers: semantic and morphosyntactic processing. *Cognitive Brain Research* 2005;23(2-3):247-258.
16. Oberecker R, Friederici AD. Syntactic event-related potential components in 24-month-olds' sentence comprehension. *Neuroreport* 2006;17(10):1017-1021.
17. Pakulak E, Sanders L, Paulsen DJ, Neville H. Semantic and syntactic processing in children from different familial socio-economic status as indexed by ERPS. Poster presented at: The 12th Annual Cognitive Neuroscience Society Meeting. April 10-12, 2005: New York: NY.
18. Pakulak E, Neville H. Proficiency differences in syntactic processing of monolingual native speakers indexed by event-related potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience.* In press.
19. Stevens C, Sanders L, Neville H. Neurophysiological evidence for selective auditory attention deficits in children with specific language impairment. *Brain Research* 2006;1111(1):143-152.

20. Stevens C, Lauinger B, Neville H. Differences in the neural mechanisms of selective attention in children from different socioeconomic backgrounds: An event-related brain potential study. *Developmental Science* 2009;12(4):634-646.

21. Stevens C, Fanning J, Coch D, Sanders L, Neville H. Neural mechanisms of selective auditory attention are enhanced by computerized training: Electrophysiological evidence from language-impaired and typically developing children. *Brain Research* 2008(1205):55-69.

22. Bell T, Batterink L, Currin L, Pakulak E, Stevens C, Neville H. Genetic influences on selective auditory attention as indexed by ERPs. Paper presented at: The 15th Annual Cognitive Neuroscience Society Meeting. April 12-15, 2008: San Francisco: CA.

23. Fanning JL, Currin J, Klein S, Neville HJ. Enhancing neurocognitive function in Head Start preschoolers: Comparing the efficacy of two attention-training programs. Paper presented at: The 2009 SRCD Biennial Meeting. April 2-4, 2009: Denver: CO.

24. Neville H, Andersson A, Bagdade O, Bell T, Currin J, Fanning J, Klein S, Lauinger B, Pakulak E, Paulsen D, Sabourin L, Stevens C, Sundborg S, Yamada Y. *Effects of music training on brain and cognitive development in under-priviledged 3- to 5-year old children: Preliminary results.* New York, NY: Dana Press; 2008.

Примечание:

[a] См. веб-сайт Лаборатории развития мозга Университета Орегона. Changing Brains. Режим доступа: http://changingbrains.org/. Дата обращения: 10 Марта 2010 г.