Las bases biológicas del desarrollo del lenguaje

Eric Pakulak, PhD, Helen Neville, PhD

University of Oregon, EE.UU.

Abril 2010

Introducción

Los recientes avances en neuro-imagen permiten investigar las bases neurobiológicas del lenguaje y los efectos de factores ambientales y genéticos en la organización neuronal del lenguaje en los(as) niños(as). Cada vez más, estos métodos se utilizan para caracterizar el tiempo de desarrollo de diferentes subsistemas lingüísticos, examinar con mayor precisión los efectos de la experiencia lingüística y el momento de estos efectos en el desarrollo de diferentes funciones lingüísticas, como los mecanismos neuronales que median estos subsistemas .

Materia

Una comprensión de la neurobiología del desarrollo del lenguaje tiene implicaciones importantes para quienes buscan optimizar el desarrollo del lenguaje. Las ideas de esta investigación tienen el potencial de proporcionar consejos prácticos basados en evidencia para los padres y las madres. Además, la evidencia de esta investigación puede ayudar a los(as) educadores(as) y las personas responsables de la formulación de políticas a identificar, desarrollar y adoptar programas de enseñanza del lenguaje y la alfabetización basados en la evidencia tanto para los(as) estudiantes de una primera o segunda lengua.

©2010-2026 ABILIO | DESARROLLO DEL LENGUAJE Y DE LA LECTOESCRITURA

Problemática

Las tasas de desarrollo del lenguaje varían sustancialmente entre los(as) niños(as), y esta variabilidad, es un producto de una compleja interacción entre factores genéticos y ambientales. En esta investigación se busca en parte caracterizar las contribuciones relativas de factores genéticos y ambientales a estas diferencias de desarrollo. Si bien existe mucha evidencia de comportamiento sobre los efectos de los factores ambientales en el desarrollo del lenguaje, existe menos evidencia de estos en la neurobiología del desarrollo del lenguaje. La mayoría de las investigaciones anteriores sobre la neurobiología del lenguaje en personas adultas, así como sobre la neurobiología del desarrollo del lenguaje, se han centrado en personas de nivel socioeconómico (SES). medio a alto. Además, actualmente existen pocas pruebas que específicamente abordan la contribución de factores genéticos y epigenéticos a estas diferencias en el desarrollo.

Contexto de la investigación

Existe mucha evidencia sobre la neurobiología del lenguaje en personas adultas mayores SES que usan técnicas de neuroimagen con exquisita resolución temporal (por ejemplo, potenciales eventos relacionados; ERPs) y técnicas complementarias con fantástica resolución espacial (por ejemplo, resonancia magnética funcional). Estas técnicas también se han utilizado para investigar las bases neurobiológicas del desarrollo del lenguaje, aunque existe menos evidencia sobre los efectos de los factores ambientales en la neurobiología del desarrollo del lenguaje. Esto basado en gran parte en un cuerpo sustancial de evidencia de estudios conductuales del desarrollo del lenguaje; la investigación sobre la neurobiología del desarrollo del lenguaje se está ampliando ahora para incluir a niños(as) (y personas adultas) de una amplia gama de antecedentes SES.

Preguntas directrices de la investigación

Una cuestión clave de la investigación implica el uso de técnicas de neuro-imagen, para caracterizar el tiempo de desarrollo de sustratos neuronales que favorecen diferentes subsistemas del lenguaje. Una cuestión clave relacionada implica el uso de estas técnicas para caracterizar los efectos de factores ambientales y genéticos, y la interacción entre los dos, en el desarrollo de estos sustratos neuronales. Un aspecto importante de esta cuestión es la investigación de los períodos de tiempo durante los cuales los efectos de los factores ambientales

y genéticos son máximos (es decir, períodos sensibles) y cómo estos períodos difieren entre los diferentes subsistemas de lenguaje.

Resultados recientes de la investigación

Los estudios sobre el desarrollo de las bases neurobiológicas del lenguaje han proporcionado evidencia sobre los tiempos de desarrollo de tres subsistemas lingüísticos, específicamente fonología (sistema de sonido del lenguaje), semántica (vocabulario y significados de palabras) y sintaxis (gramática). Esta investigación también proporciona evidencia de que las respuestas cerebrales al lenguaje en edades tempranas son predictivas de la competencia lingüística posterior. La mayor parte de esta evidencia viene de estudios usando potenciales eventos relacionados (ERPs), que son más adecuados para su uso con niños(as) como con bebes, aunque los métodos de neuro-imagen como la MRI (resonancia magnética) son cada vez más utilizados con poblaciones más jóvenes.

En numerosos estudios conductuales han encontrado que los(as) bebes en el primer año de vida, se vuelven cada vez más sensibles a los contrastes sonoros del habla que son importantes para su lengua materna e insensibles a los contrastes fonéticos que no tienen relevancia.[1] Un estudio reciente estudio usando ERP (Electroencefalograma) demostró que esta sensibilidad a los contrastes del lenguaje nativo es reflejada en una respuesta cerebral, que ha sido visible en personas adultas como un índice neural de discriminación fonética: en niños(as) de 7,5 meses la respuesta cerebral a los contrastes de la lengua materna se correlacionó con la percepción conductual de estos contrastes.[2] Además, un aumento en la respuesta neural lingüística a los 7,5 meses pronosticó una mayor competencia lingüística: la producción de palabras y la complejidad de la oración a los 24 meses y la duración media de la expresión a los 30 meses. La relación inversa se observó para la discriminación de los contrastes no nativos.

La metodología ERP también se ha utilizado para examinar el aprendizaje temprano de palabras y los cambios asociados en la especialización neural. En niños(as) de 13 meses se ha demostrado que la respuesta cerebral a las palabras conocidas difiere de la de palabras desconocidas, con este efecto ampliamente distribuido sobre los hemisferios cerebrales izquierdo y derecho.[3] A los 20 meses de edad, este efecto se limitó al hemisferio izquierdo, un patrón más parecido al que se observa en las personas adultas y uno asociado con una mayor especialización para el procesamiento del lenguaje. Asimismo, este aumento de la especialización del cerebro también se asocia con la mayor capacidad de lenguaje en niños(as) de la misma edad cronológica.[4]

Dos estudios recientes que utilizan resonancia magnética, MRI, han encontrado efectos asociados con factores ambientales en las áreas cerebrales para el desarrollo de habilidades importantes en la lectura. El grado de especialización para la rima en las áreas del cerebro frontal izquierdo fue encontrado para correlacionar el, nivel socioeconómico, SES, en niños(as) de 5 años.[5] En otro estudio de niños(as) de 5 años, se observó una respuesta cerebral más parecida a una persona adulta en el procesamiento de letras en los(as) niños(as) típicamente desarrollados durante el primer año de instrucción de lectura, mientras que esta respuesta fue tardía en niños(as) con riesgo de dificultades en lectura, sin embargo, después de tres meses de kindergarten para niños(as) en riesgo, con la instrucción de lectura suplementaria, se mostraron cambios en la respuesta cerebral de ambos grupos hacia un patrón más parecido a una persona adulta (Yamada Y, Stevens C, Neville H, datos no publicados, 2009).

En numerosos potenciales eventos relacionados, ERP, de personas adultas con procesamiento de oraciones, se han demostrado, que los subsistemas semánticos y sintácticos son procesados por diferentes sistemas cerebrales[6] y que esto es cierto, para el lenguaje escrito y en lenguaje de señas que comparten estos diferentes subsistemas.[7] Los estudios bilingües de ambas lenguas escritas y en señas muestran que estos distintos subsistemas revelan diferentes grados de plasticidad con otros períodos sensibles.[8,9] En estos estudios, la comparación es hecha entre las respuestas cerebrales a oraciones correctas versus oraciones que contravienen las expectativas semánticas o sintácticas (por ejemplo, "Mi tío va a volar la película" o " Mi tío va a ver la película "). En las personas adultas, la función cerebral altamente especializada y eficiente está indexada por respuestas neurales que se originan a partir de áreas cerebrales relativamente específicas o focales, mientras que estas respuestas en los(as) niños(as) pueden estar más extendidas en el cerebro.[10-16]

Los pocos estudios ERP sobre el procesamiento de oraciones en los(as) niños(as) sugieren que esta especialización de diferentes sistemas cerebrales ocurre temprano en el desarrollo. Los primeros estudios encontraron una respuesta cerebral similar a la provocada por faltas semánticas en personas adultas y en niños(as) de tan sólo cinco años 10, y demostraron que esta respuesta se hace más rápida y especializada con la edad.[11,12] Esta falta semántica de respuesta parecida a la persona adulta ha sido reportada en niños(as) de apenas 19 meses de edad[13] y esta respuesta cerebral predijo el dominio del lenguaje expresivo a los 30 meses. Las respuestas del ERP a las faltas sintácticas en los(as) niños(as) son cualitativamente diferentes de las respuestas a las faltas semánticas y similares, aunque más lentas y ampliamente distribuidas, a las

respuestas de las faltas sintácticas encontradas en las personas adultas.[14-16] La respuesta neural a las faltas semánticas y sintácticas en los(as) niños(as) de 3- 8 años de edad, también se ha encontrado que varían en función de la competencia lingüística y del nivel socioeconómico, SES, con el subsistema sintáctico más sensible a tales diferencias17 y SES de la infancia se ha encontrado para correlacionarlo con la competencia lingüística y la respuesta neural a las faltas sintácticas en personas adultas.[18]

Asimismo, la investigación ERP recientemente ha examinado un sistema cognitivo, demostrando ser importante para el desarrollo de las habilidades del lenguaje: la mejora del procesamiento de los estímulos auditivos con atención selectiva a esos estímulos. El índice ERP de este procesamiento mejorado es una respuesta cerebral mayor dentro de una décima de segundo a los eventos auditivos cuando se escuchan. Además, este efecto de la atención se reduce en los(as) niños(as) que se les diagnosticó un trastorno específico del lenguaje[19] y típicamente en los(as) niños(as) en desarrollo de los entornos SES más bajos.[20] Es importante destacar que este sistema cognitivo es cambiante con la experiencia en niños(as) pequeños(as). Por ejemplo, se encontró que el entrenamiento de alta intensidad aumentaba tanto el dominio lingüístico, como los efectos de la atención en el procesamiento neural en niños(as) de 6 a 8 años.[21] Por lo demás, esta respuesta cerebral difiere con variantes de ciertos genes que también son sensibles a las diferencias en el dominio del lenguaje (, Bell T.,Voelker P, Braasch M, Neville HJ, datos no publicados, 2009).[22] Sin embargo, estas diferencias genéticas también interactúan y dependen de factores ambientales (Dennis A, Bell T, Neville H, unpublished data, 2010). Las investigaciones en curso sugieren que este sistema cognitivo es también cambiante en niños(as) de 3 a 5 años de los estratos más bajos del SES con programas de entrenamiento enfocados para padres/madres y niños(as) (Fanning J, Sohlberg MM, Neville H., datos no publicados, 2009)

Brechas en la investigación

Mientras que la investigación en los efectos de los factores ambientales de la neurobiología del desarrollo del lenguaje ha aumentado, sólo pocos de estos estudios se han publicado. Otro paso importante es emplear los resultados de esta investigación para diseñar e implementar intervenciones basadas en la evidencia que mejoren las habilidades necesarias para el desarrollo de buenas habilidades lingüísticas y para determinar la edad en la que son más efectivas. Al menos dos de estos estudios se encuentran actualmente en revisión (Fanning J., Sohlberg MM, Neville H., datos no publicados, 2009; Stevens C, Fanning J., Klein S, Neville H, datos no

publicados, 2009).

Conclusiones

Las técnicas modernas de neuro-imagen son herramientas poderosas para investigar los efectos de factores ambientales, genéticos y epigenéticos en la neurobiología del desarrollo del lenguaje. La investigación que utiliza estas técnicas con niños(as) de una gama más amplia de estratos socioeconómicos conducirá a una caracterización más completa del tiempo de desarrollo de los subsistemas del lenguaje y los efectos de los factores ambientales en este desarrollo.

Implicaciones para padres/madres, servicios y política

Esta investigación básica puede impulsar el desarrollo de políticas y servicios basados en la evidencia, tales como, intervenciones basadas en evidencia que mejoren las habilidades importantes para el lenguaje y otras áreas cognitivas que son importantes para el logro académico. (Fanning J., Sohlberg MM, Neville H., inédito Datos, 2009).[23-24] Tales investigaciones, también pueden proporcionar sugerencias específicas basadas en evidencia para padres y madres. De hecho, este es el foco de un programa de video sin fines de lucro producido recientemente por el Laboratorio de Desarrollo del Cerebro de la Universidad de Oregón.[a]

Referencias

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.

Nota:

[a] Consulte el sitio web del Laboratorio de Desarrollo del Cerebro de la Universidad de Oregón. Cambiando cerebros. Disponible en: http://changingbrains.org/. Consultado el 15 de junio de 2017.