

Adquisición fonológica en niños prematuros

Marcela Peña, Enrica Pittaluga, Chamarrita Farkas

Escuela de Psicología; Pontificia Universidad Católica de Chile (M. Peña, C. Farkas). Centro de Investigación Avanzada en Educación (CIAE); Universidad de Chile (M. Peña). Hospital Sótero del Río; Santiago, Chile (E. Pittaluga). Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (SISSA); Trieste, Italia (M. Peña).

Correspondencia:

Dra. Marcela Peña Garay.
Escuela de Psicología. Pontificia Universidad Católica de Chile.
Macul, 4860. Santiago, Chile.

E-mail:

pena@sissa.it

Agradecimientos:

A los padres y niños que participaron en el estudio; a M. Luna, I. López, P. Soto y P. Fernández; al personal del Hospital Sótero del Río, Consultorio Recreo, Consultorio Alejandro del Río; y a la JUNJI-Chile, por su colaboración en la selección de los bebés.

Financiación:

Este estudio recibió el apoyo de Fondecyt n.º 1060767, Fondecyt n.º 1060778 y CIE-05 Programa Centros de Educación PBCT-CONICYT.

Aceptado tras revisión externa:

15.05.09.

Cómo citar este artículo:

Peña M, Pittaluga E, Farkas C. Adquisición fonológica en niños prematuros. Rev Neurol 2010; 50: 12-8.

© 2010 Revista de Neurología

Introducción. El repertorio de fonemas de la lengua materna se adquiere en gran parte hacia el primer año de vida. La exposición sistemática al habla inicia, mantiene y mejora el aprendizaje de los fonemas nativos y disminuye la sensibilidad a los no nativos. La privación del habla origina serios problemas en el desarrollo fonológico; sin embargo, poco se sabe de los efectos sobre este aprendizaje de la exposición adelantada al habla. En este estudio, exploramos este tema, comparando la respuesta de discriminación fonológica en niños nacidos a término y grandes prematuros a los 12 meses de edad (corregida en el prematuro).

Sujetos y métodos. Se evaluaron 24 bebés nacidos prematuramente y dos cohortes de nacidos a término (de 26 y 27 niños, respectivamente), todos sanos. La respuesta de discriminación fonológica se evaluó con la técnica de potenciales evocados relacionados con eventos.

Resultados. Los nacidos a término y los prematuros logran igualmente la discriminación fonológica a los 12 meses de edad (corregida en el prematuro), pero se sugiere que los recursos de memoria requeridos por los bebés prematuros son mayores a los observados en los niños a término.

Conclusiones. La adquisición fonológica evaluada al año de edad alcanza niveles de logro similares en nacidos a término y grandes prematuros.

Palabras clave. Adquisición fonológica. Fonemas extranjeros. Fonemas nativos. Plasticidad. Potenciales evocados. Prematuro.

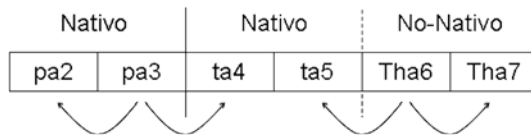
Introducción

La creación del repertorio de fonemas de la lengua materna es una tarea crucial de los bebés menores de un año, indispensable para los avances en el desarrollo lexical durante los años siguientes [1]. Estudios previos realizados en niños nacidos a término (es decir, a las 40 ± 2 semanas de gestación) han demostrado que los bebés nacen con habilidades para discriminar una amplia variedad de contrastes fonéticos [2]. Sin embargo, al final del primer año han perdido su habilidad para discriminar contrastes fonéticos extranjeros [3], a la vez que han mejorado su capacidad para distinguir los contrastes nativos [4,5]. Este proceso corresponde a la construcción del repertorio fonológico de la lengua materna. El curso de estos cambios lo controla un programa biológico que interactúa con la información provista por la exposición a la lengua materna [6]. La experiencia con la lengua materna inicia, mantiene y mejora las habilidades fonológicas de los bebés, y se reconoce que la privación al habla en niños pequeños genera serios problemas a largo plazo en el desarrollo fonológico posterior [7,8]. Sin embargo,

se desconoce grandemente el impacto de la exposición anticipada a la lengua materna en este desarrollo, como ocurre en el caso de los niños nacidos grandes prematuros, que reciben una gran cantidad de estimulación externa antes de lo programado.

¿Qué gana y qué pierde un cerebro inmaduro con esta estimulación? Visto que el sistema auditivo de los niños es funcional a partir de las 25 semanas después de la gestación [9-11], podría esperarse que la estimulación precoz acelere el desarrollo de habilidades cognitivas dependientes de la experiencia, tales como el aprendizaje de fonemas nativos. Sin embargo, el nacimiento prematuro supone un riesgo para el desarrollo cognitivo que podría limitar el procesamiento del habla. En efecto, el cerebro inmaduro del prematuro está privado de numerosos cambios bioquímicos que ocurren hacia el final de la gestación y que podrían resultar indispensables para el buen manejo de la estimulación externa [12,13]. Además, la estimulación de un sistema nervioso inmaduro podría generar malos aprendizajes. El objetivo de este estudio es evaluar este tema, explorando la respuesta cerebral de discriminación fonológica de bebés nacidos prematuros 12 meses

Figura 1. Distribución de los estímulos utilizados en el estudio en el continuo del lugar de la articulación. En la línea superior se indican los fonemas que son nativos para adultos hispanófonos. Las líneas verticales indican las fronteras de contrastes fonéticos nativo (línea entera) y no nativo (línea punteada). Las flechas curvas señalan los pares de estímulos comparados en este estudio, en los ensayos control, acústico y fonético.



después de la edad a término (en adelante, edad corregida), con respecto a lo observado en niños nacidos a término a los 12 meses de edad.

La adquisición fonológica es una tarea particularmente adecuada para nuestros propósitos porque:

- Se inicia tras el nacimiento; en la vida intrauterina, el sonido del habla se filtra sobre los 500 Hz e impide el acceso a toda información pertinente a la distinción de fonemas [14].
- En nacidos a término, alcanza el estado maduro hacia los 12 meses de edad [3,4].
- Refleja procesos activos de especialización perceptual que son cruciales para el desarrollo lingüístico [15,16].
- Tiene un valor predictivo del desarrollo cognitivo posterior. En nacidos a término evaluados a los 12 meses de edad, la amplitud de la respuesta eléctrica del cerebro durante la discriminación de fonemas nativos se correlaciona positivamente con el vocabulario a los 30 meses, mientras que una mayor amplitud de la respuesta de discriminación a fonemas extranjeros se correlaciona negativamente con el mismo parámetro a la misma edad [17].

En un estudio transversal, evaluamos la discriminación de fonemas nativos y no nativos en niños sanos a los 12 meses de edad (corregida en los prematuros). Los niños prematuros nacieron entre dos y tres meses antes de la edad a término y presentaron un desarrollo normal en periódicas evaluaciones psicomotoras y neuropediátricas desde el nacimiento hasta los 2,5 años de edad corregida.

Si el desarrollo fonológico de los niños nacidos prematuros se deteriora por la exposición adelantada en su sistema inmaduro, nosotros predecimos que los prematuros presentarán una respuesta cerebral de discriminación menos madura, es decir,

amplitud mayor para contrastes no nativos y menor para nativos con respecto a la de los niños a término. Por el contrario, si el desarrollo fonológico de los niños prematuros a la edad corregida se ha desarrollado sin efectos perjudiciales, la amplitud de la respuesta cerebral de los bebés prematuros será similar a la encontrada en los niños a término.

La discriminación fonémica se evaluó a través del registro de la actividad electroencefalográfica. Medimos la respuesta de disparidad a estímulos sonoros –*mismatching response* (MMR)–. La MMR se reconoce como un marcador sensible para esta evaluación tanto en adultos [18,19] como en niños [10,20]. Es la respuesta invariante a la presentación de un estímulo sonoro, provocada por la detección de un cambio en una característica distintiva o aspecto físico de un sonido, después de haberse habituado al mismo sonido sin ese cambio. La habituación se refleja en la disminución de la amplitud de respuesta. La MMR corresponde al aumento en la amplitud de la respuesta resultante de la comparación del sonido memorizado con el ejemplar portador del cambio. La MMR puede provocarse sin necesidad de atención, lo que ayuda a la evaluación de niños pequeños.

Sujetos y métodos

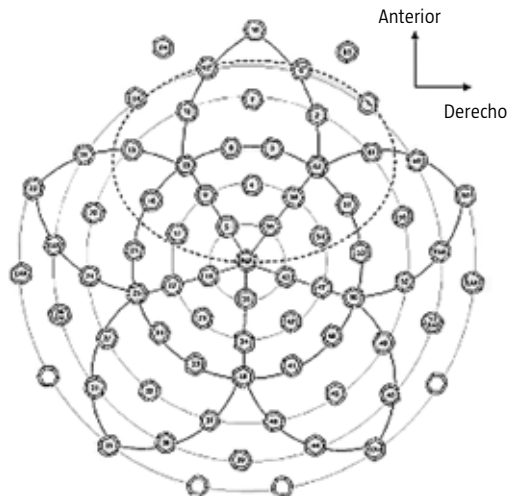
Muestra

Se evaluó a 24 niños nacidos prematuramente y a dos cohortes de nacidos a término. Los bebés prematuros nacieron a las $29 \pm 1,5$ semanas de edad gestacional. Las muestras de niños a término difirieron en que un grupo (26 bebés) no asistió a jardín infantil, mientras que el otro sí lo hizo (de 27 bebés). En adelante, estas muestras serán llamadas ‘término-hogar’ y ‘término-jardín’, respectivamente. Se excluyó del análisis a 10 niños prematuros, siete del grupo término-hogar y 14 del término-jardín, porque no completaron la evaluación por irritabilidad o porque en el análisis del electroencefalograma (EEG) no se obtuvieron más de 12 ensayos libres de contaminación.

Al nacer, todos los bebés presentaron:

- Apgar > 6 y 8, en el primer y quinto minutos, respectivamente.
- Peso, talla y circunferencia craneal dentro de la normalidad para la edad (corregida en los prematuros).
- Controles de desarrollo psicomotor y neurológico dentro de los valores normales para la edad hasta 2,5 años (corregida en los prematuros).

Figura 2. Distribución de los electrodos en el cuero cabelludo. Con la línea punteada se indican el grupo de electrodos anteriores donde se focalizaron las comparaciones estadísticas. Las flechas indican la orientación de los electrodos, la región anterior es hacia nasal.



Se evaluó a los niños prematuros periódicamente con: evaluación neurológica, oftalmológica, auditiva, ecografía de cráneo, potenciales evocados de tronco cerebral a los 18 meses y evaluación del desarrollo psicomotor. Como una manera de estimar el valor predictivo de la MMR con el desarrollo posterior, se evaluó a los 18 meses, en los prematuros y el grupo término-hogar, la escala de desarrollo infantil de Bayley [21], que otorga puntuaciones de: escala mental, relacionada con el desarrollo cognitivo y la capacidad de comunicación; escala de psicomotricidad, relacionada con el grado de coordinación corporal y motricidad fina; y registro del comportamiento, que evalúa las orientaciones sociales; y el inventario de MacArthur (CDI) [22], versión en español, que informa de la habilidades comunicativas de comprensión y producción percibidas por los padres o cuidadores. Todos los bebés crecieron en un ambiente monolingüe español, de clase media baja. Las madres y familiares fueron normooyentes. El estudio recibió la aprobación del Comité de Ética Regional para la investigación biomédica. Los padres firmaron un consentimiento informado para participar en el estudio.

Estímulos

Los estímulos lingüísticos usados fueron preparados por Werker y Lalonde sobre la base de un contraste

consonántico de Hindi [23]. Werker y Lalonde sintetizaron ocho sílabas consonante-vocal, cuya consonante varía en etapas equidistantes a lo largo del continuo de la localización de la articulación, desde la bilabial /b/ a la dental /d/ a la retrofleja /D/. La vocal fue siempre /a/. Los adultos nativos de Hindi perciben las muestras 1 a 3 como /ba/, las muestras 4 a 5 como /da/ y las muestras 6 a 8 /Da/, mientras que los nativos de inglés perciben las muestras 1 a 3 como /ba/ y las otras como /da/. Los niños nacidos a término en un ambiente anglófono se comportan como los adultos Hindi hasta cerca de los 6 meses, mientras que lo hacen como los anglófonos hacia los 12 meses. En nuestro estudio, usamos seis de estas sílabas (ejemplares 2, 3, 4, 5, 6 y 7).

Las fronteras fonémicas de estas muestras en adultos hispanófonos de Chile se validaron en un estudio piloto, que consistió en exponer a los participantes a 54 ensayos con cada una de las muestras sintéticas. Por cada ensayo, los adultos debían repetir la sílaba escuchada. Los resultados obtenidos en 24 participantes muestran que los ejemplares 2 y 3 son percibidos como /pa/ en un 91%, y los demás como /ta/ en un 84%. Esto nos permitió localizar la frontera categorial para nuestros adultos hispanófonos entre los ejemplares 3 y 4. A diferencia de los anglófonos, los hispanófonos de Chile perciben los fonemas /p/ y /t/ en vez de /b/ y /d/. Esto se debe a que el tiempo entre el inicio de una consonante y el inicio de la vibración de las cuerdas vocales –*voiced onset time* (VOT)– es más largo para los anglófonos que para los hispanófonos [24]. Sin embargo, esto no afecta a la distancia en el continuo del lugar de la articulación en ambas poblaciones de adultos. Cada sílaba duró 275 ms y se presentaron por alto parlantes a 60 dB SPL.

Procedimiento

Los bebés se evaluaron en una cabina protegida del ruido sonoro y electromagnético. Uno de los padres, enmascarado auditivamente, tuvo a su hijo sentado en su falda durante el test. Para evitar los movimientos, se permitieron una serie de vídeos de colores y la manipulación de un pequeño juguete por el bebé durante el test.

Cada niño se expuso a 180 ensayos. La evaluación se detuvo temporalmente cada vez que fue necesario. Cada bebé se evaluó en seis condiciones experimentales obtenidas de la combinación de tres tipos de ensayo (control, acústico y fonético) y dos tipos de contraste consonántico (nativo y no nativo). Cada ensayo consistió en la presentación de cuatro sílabas consecutivas, una cada 600 ms. Las tres

primeras sílabas fueron idénticas, mientras que la cuarta sílaba podía permanecer idéntica o cambiar. En los ensayos control, la última sílaba fue idéntica a las tres anteriores; en los acústicos, la sílaba final cambió al interior de una categoría fonética; y en los fonéticos, la sílaba cambió hacia un ejemplar de otra categoría fonética. Críticamente, la distancia en el continuo del lugar de articulación de los estímulos inter e intracategoría fonética fue la misma (Fig. 1). Cada tipo de ensayo se evaluó con contrastes fonéticos nativos y no nativos. Así, se generaron seis condiciones experimentales: a) control nativo (/pa3/ /pa3/ /pa3/ /pa3/); b) nativo acústico (/pa3/ /pa3/ /pa3/ /pa2/); c) fonético nativo (/pa3/ /pa3/ /pa3/ /ta4/); d) control no nativo (/Tha6/ /Tha6/ /Tha6/ /Tha6/); e) acústica no nativo (/Tha6/ /Tha6/ /Tha6/ /Tha7/); y f) fonética no nativo (/Tha6/ /Tha6/ /Tha6/ /t5/). El intervalo interensayo varió entre 3.000 y 3.500 ms.

Adquisición y procesamiento de datos

La MMR se calculó a partir de registros del EEG de 64 electrodos. Los electrodos estuvieron distribuidos en una red geodésica que, a la manera de gorro, se instaló usando referencias anatómicas estándares. La impedancia máxima fue de 40 $\mu\Omega$ y la frecuencia de muestreo de 500 Hz. Cada registro del EEG fue sometido a un filtro pasa-banda 0,5-20 Hz y luego segmentado en épocas de 750 ms de largo, una por cada sílaba y por cada condición experimental, incluyendo 150 ms de línea de base. Las épocas que presentaron fluctuaciones mantenidas o transitorias superiores a 150 μV o con actividad electrooculográfica superior a 120 μV en más de 10 electrodos se rechazaron del análisis. Las épocas no rechazadas se promediaron por condición experimental, después se referenciaron al promedio de los electrodos y se corrigieron a través de la línea de base. Se usó EEGLAB [25] para la visualización de los promedios obtenidos.

Análisis estadísticos

La habituación a fonemas nativos y no nativos se estimó de los cambios de amplitud asociados a la primera, segunda y tercera sílabas, mientras que la MMR para los contrastes nativos y no nativos provino de los cambios de amplitud asociados a la cuarta sílaba. La comparación estadística de habituación y de la MMR se focalizó en las ventanas de tiempo cuando la comparación de la condición nativo-fonético con la nativo-acústica en un test *t* pareado mostró una diferencia significativa ($p < 0,05$;

dos colas) en más de cinco electrodos adyacentes. Estas ventanas de tiempo coinciden con las previamente descritas en niños a término a los 12 meses de edad [17,26], y van de 150 a 250 y de 400 a 500 ms después del inicio de la sílaba. Por visualización de las medias, se apreció que las diferencias de 150 a 250 ms y de 400 a 500 ms involucran electrodos anteriores, luego la comparación de actividad se focalizó en estos electrodos (Fig. 2). A manera de control, se comparó la actividad de un grupo equivalente de electrodos posteriores.

La habituación para contrastes nativos y no nativos se evaluó comparando la amplitud media de los componentes ERP de cada ventana temporal (150-250 ms y 400-500 ms), en una ANOVA de medidas repetidas con tipo de fonema (nativo y no nativo); sílaba (primera, segunda y tercera) y grupo de electrodos (anterior y posterior), como factores intrasujetos y grupo (término-hogar, término-jardín y pretérmino) como factor entre sujetos.

La MMR para contrastes nativos y no nativos se evaluó comparando la variación de la amplitud media de los componentes ERP entre la tercera y la cuarta sílaba, en cada ventana temporal (150-250 ms y 400-500 ms), en una ANOVA de medidas repetidas con tipo de fonema (nativo y no nativo); tipo de ensayo (control, acústico y fonético) y grupo de electrodos (anterior y posterior), como factores intrasujetos y grupo (término-hogar, término-jardín y pretérmino) como factor entre sujetos.

Los resultados de las evaluaciones del EEG se correlacionaron con la puntuación global del test de Bayley y del inventario de MacArthur a los 18 meses.

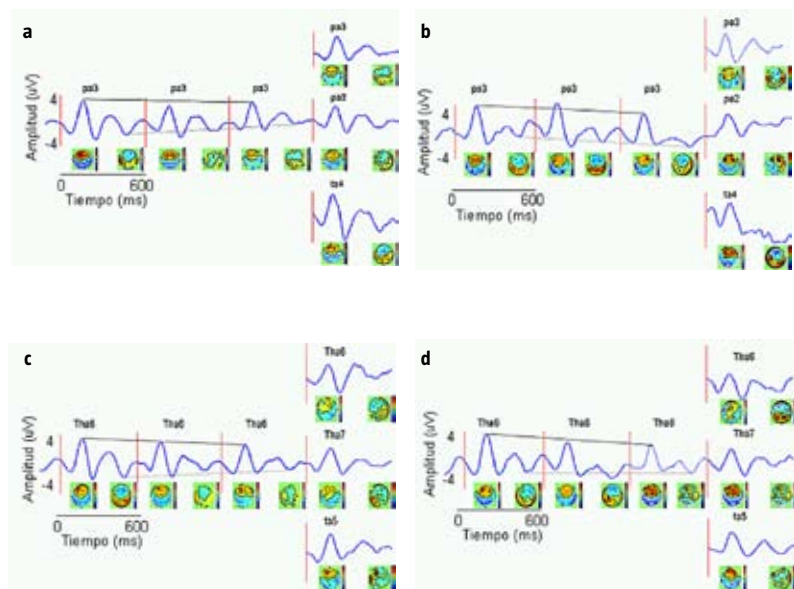
Resultados

Los resultados por grupo y tipo de fonema se ilustran en la figura 3. Se indican las respuestas de los nacidos a término a un fonema nativo (Fig. 3a) y no nativo (Fig. 3c), así como las respuestas de los prematuros al fonema nativo (Fig. 3b) y al no nativo (Fig. 3d).

Habituación

Se encontró un efecto principal de sílaba ($F_{(2,77)} = 6,5$; $p < 0,01$), debido a que la amplitud de la primera sílaba es significativamente mayor que la de la tercera. Si restringimos las comparaciones a los electrodos anteriores, se observa que la amplitud de la primera sílaba en la ventana 150-250 ms ($p < 0,005$) es significativamente mayor que la de la tercera sílaba ($p < 0,002$) y menor que la de la tercera sílaba en la ventana de 400 a 500 ms ($p < 0,05$), lo que indica que

Figura 3. Curso temporal de las repuestas promedio durante la habituación y la respuesta de disparidad (MMR) por grupo, tipo de ensayo y tipo de fonema. Los paneles *a* y *c* corresponden a la respuesta promedio de los bebés a término ante fonemas nativos y no nativos, respectivamente. Los paneles *b* y *d* muestran la respuesta promedio de los bebés prematuros a fonemas nativos y no nativos, respectivamente. Los mapas de actividad que aparecen bajo cada gráfico corresponden al promedio de la respuesta observada de 150 a 250 ms y de 400 a 500 ms para cada sílaba. La amplitud de la actividad y del mapa de colores es la misma, y se indica en el borde izquierdo; y la del tiempo, en el borde inferior de cada panel.



todos los bebés se habituaron igualmente a fonemas nativos y no nativos. Si restringimos las comparaciones a la amplitud de la primera y segunda sílabas, en los electrodos anteriores, encontramos que los bebés prematuros presentan una menor reducción de la amplitud de la segunda sílaba, en la ventana de 150 a 250 ms, con respecto a los bebés a término ($F_{(1,77)} = 5,2$; $p < 0,04$). Esto sugiere que hay diferencias en los primeros momentos de la habituación entre bebés nacidos a término y pretérmino. No se encontraron interacciones ni otras diferencias significativas en función del grupo ni del tipo de fonemas. Además, no hubo diferencias entre los grupos término-hogar y término-jardín.

MMR

Se encontró un efecto principal de tipo de ensayo ($F_{(2,77)} = 7,1$; $p < 0,01$) y una tendencia de tipo de fonema ($F_{(2,77)} = 4,1$; $p < 0,07$). En efecto, la amplitud de la respuesta aumenta significativamente en la ventana de 150 a 250 ms y disminuye en la de 400 a 500 ms cuando comparamos los ensayos controles frente a los fonéticos ($p < 0,04$ cada comparación),

lo que confirma que hay una deshabituación cuando se transcurre de una categoría fonética a otra. Además, si comparamos la respuesta por tipo de fonema en los electrodos anteriores y en la ventana de 400 a 500 ms de los ensayos controles y fonéticos, se observa una disminución significativa de la amplitud únicamente para los fonemas nativos ($F_{(1,77)} = 4,2$; $p < 0,04$), lo que sugiere que la deshabituación es mayor para los fonemas nativos que para los no nativos en todos los grupos de bebés. Aunque no significativa, se observó, además, una interacción entre tipo de ensayo y tipo de fonema ($F_{(4,154)} = 3,2$; $p < 0,08$), lo que indica que la respuesta de deshabituación es mayor para las comparaciones fonéticas de los fonemas nativos. Este resultado confirma lo observado en niños a término con contrastes alrededor del año de vida [18,28]. No se encontraron interacciones ni otras diferencias significativas en función del grupo ni entre los grupos término-hogar y término-jardín.

Correlaciones

No se encontraron correlaciones significativas entre las amplitudes de la MMR con las puntuaciones globales de Bayley ni del inventario de MacArthur-Bates a los 18 meses de vida en ninguna de las comparaciones realizadas. Sin embargo, esto no descarta que efectivamente exista una correlación que se haga evidente en edades más avanzadas, cuando estos test aumentan su sensibilidad.

Discusión

Los resultados muestran que los bebés nacidos grandes prematuros logran especializarse en los fonemas de la lengua materna hacia los 12 meses de edad corregida. Esta habilidad es similar a la comunicada para bebés nacidos a término hacia los 12 meses [17,26]. El impacto de la exposición prematura al lenguaje parece entonces no tener efectos deletéreos evidentes sobre la adquisición de la fonología de los prematuros. Es posible que, una vez fuera del útero, los prematuros retrasen el inicio de períodos sensibles al aprendizaje del lenguaje [6]. En efecto, estudios provenientes de situaciones como la sordera [27] y la catarata congénita [28] en humanos, y privaciones experimentales en animales [29], demuestran que los períodos sensibles de algunas funciones auditivas, visuales y somatosensoriales retrasan su inicio, resguardando así la indemnidad de ventanas de oportunidades de los aprendizajes precoces.

Sin embargo, a pesar de lograr una adecuada especialización en fonemas nativos, los procesos de

habitación de los prematuros a fonemas nativos como no nativos son menos intensos que los observados en los nacidos a término. Las huellas de memoria fonémica emergen en la infancia [20,30] y se expresan ampliamente por los oyentes de adultos [31-33]. Es posible que los bebés prematuros posean procesos de memoria menos efectivos que los de los nacidos a término.

Los fonemas nativos difieren de los no nativos al menos en su frecuencia, que es mayor en los nativos [34], y en su saliencia perceptual y complejidad acústica, que son variables en nativos y no nativos. Aprender a recordar los fonemas nativos e ignorar los no nativos implicaría adaptaciones en los estilos de codificación de estos sonidos en las redes lingüísticas [5]. Por eso, es posible que la distribución más extensa de las redes neurales involucradas en la habituación observada por simple visualización en los prematuros esté ligada a diferencias en el desarrollo de mecanismos de memoria y/o computaciones estadísticas más que en el desarrollo lingüístico de estos bebés.

Los prematuros representan a un 7-8% de los recién nacidos vivos. De ellos, un 1-2% se catalogan como grandes prematuros, con peso de nacimiento menor a 1.500 g y edad gestacional menor a 32 semanas. Gracias a los avances en la neonatología moderna, la mortalidad de estos niños disminuye aceleradamente, y actualmente es menor del 20%. Sin embargo, no hay claridad de cómo proceder para mejorar la calidad de vida de estos niños. Se sabe que, aunque un porcentaje importante de estos bebés no evidencia una afectación funcional o estructural precoz [35], lo hace más tarde, cuando son llamados a aprender en condiciones de exigencia cognitiva [36,37]. Nuestros estudios coinciden con los hallazgos aportados por investigaciones pediátricas que muestran que, al igual que otros desarrollos neurológicos, el desarrollo cognitivo lingüístico de los nacidos prematuros evoluciona por edad gestacional [38-40].

Metodológicamente, nuestro estudio subraya la potencialidad clínica de las técnicas neurofisiológicas en la evaluación del estado cognitivo de los niños prematuros. Este tipo de técnica se ha subutilizado en la evaluación del desarrollo precoz y podría contribuir a la evaluación del análisis fonológico de los niños, que actualmente está siendo objeto de definición [41].

En conclusión, nuestro estudio contribuye a una mejor comprensión del impacto de la exposición al habla en un sistema nervioso inmaduro como el de los grandes prematuros, y tiene importantes

consecuencias para los modelos neurocognitivos de desarrollo cognitivo y el manejo clínico de estos bebés. Primero, hemos mostrado que los bebés prematuros logran una adecuada especialización en los fonemas de la lengua materna al año de edad corregida; segundo, que esta especialización podría reposar en redes neurales diferentes a las observadas en nacidos a término, que involucrarían diferentes requerimientos de memoria; tercero, sugerimos que el aprendizaje de los fonemas está protegido probablemente por sistemas biológicos que retrasan la apertura de los períodos sensibles hasta que se logra un nivel de maduración adecuado para procesar estímulos externos; finalmente, nuestros resultados tienen potenciales implicaciones para la investigación básica sobre los efectos de la estimulación en períodos muy tempranos de la vida, incluida la vida intrauterina, y sobre el manejo clínico de los niños nacidos prematuros.

Bibliografía

1. Werker JF, Yeung HH. Infant speech perception bootstraps word learning. *Trend Cogn Sci* 2000; 9: 519-27.
2. Kuhl PK. Early language acquisition: cracking the speech code. *Nat Rev Neurosci* 2004; 5: 831-43.
3. Werker JF, Tees RC. Cross-language speech perception: evidence for perceptual reorganization during the first year of life. *Infant Behav Dev* 1984; 7: 49-63.
4. Kuhl PK, Stevens E, Hayashi A, Deguchi T, Kiritani S, Iverson P. Infants show a facilitation effect for native language phonetic perception between 6 and 12 months. *Dev Sci* 2006; 9: 13-21.
5. 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). *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2008; 363: 979-1000.
6. Werker JF, Tees RC. Speech perception as a window for understanding plasticity and commitment in language systems of the brain. *Dev Psychobiol* 2005; 46: 233-51.
7. Johnson JS, Newport EL. Critical period effects on universal properties of language: the status of subadjacency in the acquisition of a second language. *Cognition* 1999; 39: 215-58.
8. Newman AJ, Bavelier D, Corina D, Jezard P, Neville HJ. A critical period for right hemisphere recruitment in American Sign Language processing. *Nat Neurosci* 2002; 5: 76-80.
9. DeRegnier R. Auditory recognition memory in infancy. In DeHaan M, ed. *Infant EEG and event-related potentials*. East Sussex: Psychology Press; 2007. p. 145-70.
10. Cheour M, Alho K, Ceponiené R. Maturation of mismatch negativity in infants. *Int J Psychophysiol* 1998; 29: 217-26.
11. Wilkinson AR, Jiang ZD. Brainstem auditory evoked response in neonatal neurology. *Semin Fetal Neonatal Med* 2006; 11: 444-51.
12. Aylward GP. Cognitive and neuropsychological outcomes: more than IQ scores. *Ment Retard Dev Disabil Res Rev* 2002; 8: 234-40.
13. Inder TE, Volpe JJ. Mechanisms of perinatal brain injury. *Semin Neonatol* 2000; 5: 3-16.
14. Moon CM, Fifer WP. Evidence of transnatal auditory learning. *J Perinatol* 2000; 20: S37-44.
15. Sebastián-Gallés N. Native-language sensitivities: evolution in the first year of life. *Trends Cogn Sci* 2006; 10: 239-41.

16. Peña M. Habilidades lingüísticas del menor de un año. *Rev Neurol* 2005; 41: 291-8.
17. Rivera-Gaxiola M, Klarman L, García-Sierra A, Kuhl PK. Neural patterns to speech and vocabulary growth in American infants. *Neuroreport* 2005; 16: 495-8.
18. Kraus N, McGee TJ, Carrell TD, Zecker SG, Nicol TG, Koch DB. Auditory neurophysiological responses and discrimination deficits in children with learning problems. *Science* 1996; 273: 971-3.
19. Näätänen R. The perception of speech sounds by the human brain as reflected by the mismatch negativity (MMN) and its magnetic equivalent (MMNm). *Psychophysiology* 2001; 38: 1-21.
20. Dehaene-Lambertz G, Peña M. Electrophysiological evidence for automatic phonetic processing in neonates. *Neuroreport* 2001; 12: 3155-8.
21. Bayley N. Bayley scales of infant development. San Antonio, TX: Psychological Corporation; 1993.
22. Fenson L, Dale PS, Reznick JS, Thal D, Bates E, Hartung J, et al. The MacArthur Communicative Development Inventories: user's guide and technical manual. San Diego: Singular Publishing Group; 1993.
23. Werker JF, Lalonde CE. Cross-language speech perception: initial capabilities and developmental change. *Dev Psychol* 1988; 24: 672-83.
24. Konefal JA, Fokes J. Voice onset time: the development of Spanish/English distinction in normal and language disordered children. *J Acoust Soc Am* 1981; 69 (Suppl 1): S68.
25. Delorme A, Makeig S. EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *J Neurosci Methods* 2004; 134: 9-21.
26. Rivera-Gaxiola M, Silva-Pereyra J, Kuhl PK. Brain potentials to native and non-native speech contrasts in 7- and 11-month-old American infants. *Dev Sci* 2005; 8: 162-72.
27. Newport EL, Bavelier D, Neville HJ. Critical thinking about critical periods: perspectives on a critical period for language acquisition. In Dupoux E, ed. *Language, brain, and cognitive development: essays in honor of Jacques Mehler*. Cambridge: MIT Press; 2001. p. 481-502.
28. Maurer D, Mondloch CJ, Lewis TL. Effects of early visual deprivation on perceptual and cognitive development. *Prog Brain Res* 2007; 164: 87-104.
29. Morishita H, Hensch TK. Critical period revisited: impact on vision. *Curr Opin Neurobiol* 2008; 18: 101-7.
30. Cheour M, Ceponiene R, Lehtokoski A, Luuk A, Allik J, Alho K, et al. Development of language-specific phoneme representations in the infant brain. *Nat Neurosci* 1998; 1: 351-3.
31. Dehaene-Lambertz G. Electrophysiological correlates of categorical phoneme perception in adults. *Neuroreport* 1997; 8: 919-24.
32. Sharma A, Dorman MF. Neurophysiologic correlates of cross-language phonetic perception. *J Acoust Soc Am* 2000; 107: 2697-703.
33. Winkler I, Lehtokoski A, Alku P, Vainio M, Czigler I, Csépe V, et al. Pre-attentive detection of vowel contrasts utilizes both phonetic and auditory memory representations. *Brain Res Cogn Brain Res* 1999; 7: 357-69.
34. Maye J, Werker JF, Gerken LA. Infant sensitivity to distributional information can affect phonetic discrimination. *Cognition* 2002; 82: 101-11.
35. Wood NS, Costeloe K, Gibson AT, Hennessy EM, Marlow N, Wilkinson AR. The EPICure study: associations and antecedents of neurological and developmental disability at 30 months of age following extremely preterm birth. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2005; 90: 134-40.
36. O'Brien F, Roth S, Stewart A, Rifkin L, Rushe T, Wyatt J. The neurodevelopmental progress of infants less than 33 weeks into adolescence. *Arch Dis Child* 2004; 89: 207-11.
37. Stewart AL, Rifkin L, Amess PN, Kirkbride V, Townsend JP, Miller DH, et al. Brain structure and neurocognitive and behavioural function; in adolescents who were born very preterm. *Lancet* 1999; 353: 1653-7.
38. Casasbuenas OL. Seguimiento neurológico del recién nacido pretérmino. *Rev Neurol* 2005; 40 (Supl 1): S65-7.
39. Ungerer JA, Sigman M. Developmental lags in preterm infants from one to three years of age. *Child Dev* 1983; 54: 1217-28.
40. Sonander K, Claesson M. Predictors of developmental delay at 18 months and later school achievement problems. *Dev Med Child Neurol* 1999; 41: 195-202.
41. Ygual-Fernández A, Cervera-Mérida JF, Rosso P. Utilidad del análisis fonológico en la terapia del lenguaje. *Rev Neurol* 2008; 46 (Supl 1): S97-100.

Phonological acquisition in preterm infants

Introduction. The stock of phonemes used in the mother tongue is mostly acquired towards the end of the first year of life. Systematic exposure to speech begins, maintains and enhances the learning of native phonemes and lowers sensitivity to non-native ones. Speech deprivation gives rise to serious problems in the infant's phonological development, yet little is known about the effects that premature exposure to speech can have on this learning. This study explores this issue by comparing the phonological discrimination of full-term and preterm infants at 12 months of age (corrected age in the preterm infants).

Subjects and methods. An analysis was performed to evaluate a sample of 24 preterm babies and two cohorts of full-term infants (26 and 27 children, respectively), all of whom were healthy. Phonological discrimination was assessed using the event-related evoked potentials technique.

Results. Full-term and preterm infants achieve the same level of phonological discrimination at the age of 12 months (corrected age in the preterm infants). But it is suggested that preterm infants need to use more memory resources than those required by full-term children.

Conclusions. The phonological acquisition evaluated at one year of age offers similar levels of performance in both full-term and preterm infants.

Key words. Evoked potentials. Foreign phonemes. Native phonemes. Phonological acquisition. Plasticity. Preterm.