

Hablan los médicos

La Dra. Anu Sharma, profesora del Departamento de Ciencias Auditivas, Habla y Lenguaje de la Universidad de Colorado (EE.UU.), junto con Julia Campbell, nos hablan en el siguiente artículo de la importancia de tener en cuenta la duración del período crítico en la edad del niño sordo cuando hay que colocar un implante coclear. El momento de implantar es uno de los condicionantes vitales para un buen desarrollo del lenguaje oral y del habla.

El período crítico de la implantación coclear en niños sordos

Autor: Anu Sharma, PhD & Julia Campbell, AuD (Department of Speech, Language, and Hearing Sciences, University of Colorado at Boulder, CO, USA) ; **Título del artículo:** A sensitive period for cochlear implantation in deaf children (El período crítico de la implantación coclear en niños sordos); **Artículo publicado originalmente en:** The Journal of Maternal-Fetal and Neonatal Medicine, 2011; 24(S(1)): 151-153 Copyright © 2011 Informa UK, Ltd. ISSN 1476-7058print/ ISSN 1476-4954 online DOI: 10.3109/14767058.2011.607614

Artículo reproducido con el permiso de la Informa Healthcare y Content Ed NET.

La ausencia de audición, como en la sordera congénita, afecta el desarrollo normal de la corteza cerebral auditiva dando como resultado déficits en el lenguaje hablado. Los implantes cocleares proporcionan una estimulación directa al sistema nervioso central auditivo de los niños con discapacidad auditiva, permitiendo que se desarrolle lo cortical y así progrese. Sin embargo, es necesario que la implantación tenga lugar dentro del breve período de la primera infancia para que sea de máxima eficacia y así permitir que los niños adquieran el habla y el lenguaje oral. En esta revisión, describimos la edad límite del período crítico para el desarrollo auditivo central en niños que reciben implantes cocleares. Revisamos las consecuencias de la re-organización cortical y la disociación cortical cuando los niños reciben el implante coclear después del final del período crítico.

Palabras claves: implante coclear, potencial evocado cortical, P1, períodos críticos, reorganización intermodal, reorganización cortical.

Introducción

Aproximadamente 2 de cada 1000 niños nacen con pérdida auditiva neurosensorial. Estos niños tienen diversos grados de sordera, y a aquellos que tienen gran riesgo de desarrollar el habla y el lenguaje oral con dificultad, y que se encuentran dentro de los criterios de candidatura, se les coloca un implante coclear. Un implante coclear (I.C.) es un dispositivo biomédico que es implantado quirúrgicamente en la cóclea del niño sordo y proporciona estimulación directa al nervio auditivo y al cerebro. La estimulación eléctrica proporcionada por el I.C. difiere en principio de la estimulación acústica; sin embargo, permite al receptor del implante diferenciar sonidos del habla e interpretar las entradas acústicas de una manera significativa, de este modo se facilita la adquisición del habla y lenguaje. Hay en el mundo aproximadamente ~70,000 infantes y niños usuarios de I.C.

Durante los primeros años de vida, el desarrollo del cerebro depende en gran medida de la estimulación externa para formar conexiones neuronales significativas y una red funcional, las cuales pueden apoyar al aprendizaje de comportamiento (1,2). Cuando hay ausencia de una entrada sensorial como la audición, las consecuencias en el desarrollo cerebral pueden ser devastadoras. Estudios en animales han demostrado que la sordera durante los primeros años de vida afecta significativamente al desarrollo cortical auditivo, en tanto que la sinaptogénesis (la creación de conexiones neuronales) como la maduración de las capas corticales se retrasan y son anormales (3-5). Se sigue produciendo con la sordera el desarrollo de estructuras subcorticales de nivel inferior, pero se ve alterado un posterior desarrollo de las conexiones neuronales y de la activación sináptica en la corteza cerebral y más tarde se convierte en inexistente, conforme aumenta la edad (3-5). En los humanos, se han encontrado resultados similares usando potenciales evocados auditivos corticales (CAEP, por sus siglas en inglés) a través de electroencefalografía no invasiva (EEG) (6,7). Las respuestas auditivas normales del cerebro o bien se retrasan o bien no existen en los humanos sordos, indicando que



La Dr. Anu Sharma, en el centro, con miembros de la Federación AICE



la maduración del cerebro depende sumamente de la estimulación adecuada (8). Un implante coclear puede proporcionar a un niño sordo la estimulación necesaria para que se desarrollen los circuitos auditivos centrales. Como describiremos, la implantación coclear que se produce durante el período de tiempo de desarrollo de la plasticidad neuronal máxima, es decir, en el período crítico, da unos resultados más óptimos para el niño implantado.

Una importante pregunta en el campo de la sordera y los implantes cocleares es: ¿Cuándo es el momento óptimo para colocar un implante coclear en un niño sordo pequeño? En otras palabras, ¿a qué edad la implantación proporcionará la mejor posibilidad de desarrollo de las habilidades de habla y lenguaje? En esta revisión, presentamos evidencias con relación al período crítico para el desarrollo auditivo cerebral en niños con implante coclear y discutiremos las consecuencias de una implantación fuera del período crítico en relación con la reorganización cortical.

El período crítico para la implantación coclear

Los períodos críticos en el córtex existen debido a los niveles intensificados de la neuroplasticidad. La neuroplasticidad, o la habilidad del cerebro para adaptarse en respuesta a la información sensorial entrante, es bastante alta durante los primeros años de vida, debido en parte a un mayor incremento en la sinaptogénesis (9). Una manera de examinar el tiempo límite para la plasticidad en el sistema auditivo central humano es el uso de los potenciales evocados auditivos corticales (CAEP). En particular, la latencia (el tiempo que le lleva al cerebro a responder a la estimulación) del componente P1 del CAEP disminuye sistemáticamente con función de la edad. Esta disminución en la latencia es el resultado del perfeccionamiento y maduración de los circuitos auditivos centrales mientras el sistema se desarrolla. La sinaptogénesis, la poda y la mielinación contribuyen a esto con una transmisión del sonido más rápida y eficiente (8). Dado que la latencia del pico P1 disminuye a medida que aumenta la edad, este componente del CAEP actúa como una biomarca del desarrollo cortical auditivo.

La respuesta del P1 ha sido medida en niños sordos que recibieron un I.C. a diferentes edades para examinar los límites de plasticidad en el sistema auditivo central (7, 10-17). Estudios hechos por nuestro laboratorio han examinado la latencia P1 en 245 niños sordos congénitos a los que han colocado un I.C. (10-12, 17) y encontraron que los niños que recibieron estimulación a través del I.C. en la primera infancia (<3,5 años) tenían latencias P1 normales después de 6 meses de uso del implante, mientras que los niños que recibieron estimulación por el I.C. siendo más grandes (>7 años) mostraron latencias de respuesta corticales anormales incluso después de años de uso del implante. Un grupo de niños que recibieron los I.C. entre los 3,5 y los 7 años revelaron unas latencias de respuesta muy variables. En general, nuestros datos de P1 sugieren que hay un período crítico para un sistema auditivo central óptimo con alguna variabilidad en los datos de las edades entre 3,5 y 7 años, y que el período crítico acaba aproximadamente a los 7 años de edad. Este hallazgo de un período crítico para el desarrollo auditivo central en humanos es congruente con otros estudios de imágenes cerebrales hechas con escáner PET (tomografía por emisión de positrones) en niños con implante coclear (18), grabaciones de potenciales evocados (8), medidas de comportamiento

(19), y de grabaciones en animales sordos congénitos (4, 5, 20, 21). Estudios del habla y el lenguaje han demostrado consistentemente que los niños implantados con menos de 3-4 años de edad muestran considerablemente unas mejores habilidades de habla y lenguaje que los niños implantados después de los 6-7 años (22, 23). En general, la implantación en edades muy tempranas da como resultado mejor habla y lenguaje para los niños usuarios de implante coclear (24, 25).

Consecuencias de la sordera después del período crítico

Una consecuencia para la ausencia o entrada auditiva significativamente tardía para el cerebro es una reorganización entre los sistemas sensoriales (reorganización intermodal). Por consiguiente, la implantación coclear dentro del período crítico para el desarrollo cortical auditivo es crucial, no sólo para un desarrollo óptimo del lenguaje y el habla sino también para prevenir la reorganización del córtex, que puede limitar la capacidad del aprendizaje del lenguaje oral. Estudios en animales sugieren que al final del período crítico el córtex primario auditivo puede estar desconectado parcial o completamente (disociación) de la corteza de orden superior circundante, incluyendo la corteza del lenguaje (26). Esto deja a la corteza auditiva de orden superior susceptible de ser reclutada por otras modalidades sensoriales. Por ejemplo, en los adultos con sordera de larga duración, se ha demostrado que el procesamiento visual y somatosensorial pueden tener lugar en las áreas corticales auditivas (27-29, 15). Funcionalmente, tal reorganización intermodal puede dar como resultado un procesamiento mejorado para varios aspectos de la modalidad reclutada, como se ve en una mayor atención a la información visual periférica de los individuos sordos (30-32), mientras que deja déficits significativos en el procesamiento auditivo y multimodal, como se ve en el deterioro del procesamiento auditivo y la integración auditivo-visual (33, 19). Presumiblemente la reorganización cortical es la razón, hasta cierto punto, de las dificultades a la hora de aprender el lenguaje hablado vistas en niños que se implantaron tardíamente.

Resumen

La sordera y la pérdida auditiva durante los primeros años de vida tienen consecuencias negativas para el desarrollo del cerebro. El implante coclear bordea el oído interno, proporcionando estimulación directa a los circuitos auditivos centrales. Nuestros estudios muestran que el momento óptimo para implantar a un niño pequeño sordo es dentro de un período crítico de ~3,5 años de edad en la infancia (mejor durante los primeros dos años de vida). Después de que finalice el período crítico general (~7 años de edad), hay una alta probabilidad de disociación de las áreas corticales primarias de la corteza de orden superior circundante y el subsiguiente reclutamiento intermodal de áreas corticales auditivas de orden superior por parte de otras modalidades tales como la visión y la somatosensación. Así, la implantación dentro del período crítico permite que progrese la maduración cortical auditiva, proporcionando una enorme oportunidad para la adquisición apropiada del habla y el lenguaje oral.

Declaración de interés: Esta investigación está financiada por los Institutos Nacionales de Salud (EE.UU.), subvención R01 DC006257 para A.S.



Referencias

1. Hubel, D. H., & Wiesel, T. N. (1970). The period of susceptibility to the physiological effects of unilateral eye closure in kittens. *J Physiol* 206(2), 419–436.
2. Pallas SL. Intrinsic and extrinsic factors that shape neocortical specification. *Trends Neurosci* 2001;24:417–423.
3. Klinke R, Kral A, Heid S, Tillein J, Hartmann R. Recruitment of the auditory cortex in congenitally deaf cats by long-term cochlear electrostimulation. *Science* 1999;285:1729–1733.
4. Kral A, Hartmann R, Tillein J, Heid S, Klinke R. Congenital auditory deprivation reduces synaptic activity within the auditory cortex in a layer-specific manner. *Cereb Cortex* 2000;10:714–726.
5. Kral A, Hartmann R, Tillein J, Heid S, Klinke R. Delayed maturation and sensitive periods in the auditory cortex. *Audiol Neurootol* 2001;6:346–362.
6. Eggermont JJ, Ponton CW, Don M, Waring MD, Kwong B. Maturation delays in cortical evoked potentials in cochlear implant users. *Acta Otolaryngol* 1997;117:161–163.
7. Ponton CW, Don M, Eggermont JJ, Waring MD, Masuda A. Maturation of human cortical auditory function: differences between normal-hearing children and children with cochlear implants. *Ear Hear* 1996;17:430–437.
8. Eggermont JJ, Ponton CW. Auditory-evoked potential studies of cortical maturation in normal hearing and implanted children: correlations with changes in structure and speech perception. *Acta Otolaryngol* 2003;123:249–252.
9. Huttenlocher PR, Dabholkar AS. Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex. *J Comp Neurol* 1997;387:167–178.
10. Sharma A, Dorman M, Spahr A, Todd NW. Early cochlear implantation in children allows normal development of central auditory pathways. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl* 2002;189:38–41.
11. Sharma A, Dorman MF, Spahr AJ. A sensitive period for the development of the central auditory system in children with cochlear implants: implications for age of implantation. *Ear Hear* 2002;23:532–539.
12. Sharma, A., Dorman, M., Spahr, A., & Todd, N. W. (2002c). Early cochlear implantation in children allows normal development of central auditory pathways. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl*, 189, 38–41.
13. Sharma A, Dorman MF, Kral A. The influence of a sensitive period on central auditory development in children with unilateral and bilateral cochlear implants. *Hear Res*, 2005;203:134–143.
14. Sharma A, Martin K, Roland P, Bauer P, Sweeney MH, Gilley P, Dorman M. P1 latency as a biomarker for central auditory development in children with hearing impairment. *J Am Acad Audiol* 2005;16:564–573.
15. Sharma A, Gilley PM, Dorman MF, Baldwin R. Deprivation-induced cortical reorganization in children with cochlear implants. *Int J Audiol* 2007;46:494–499.
16. Sharma A, Nash AA, Dorman M. Cortical development, plasticity and re organization in children with cochlear implants. *J Commun Disord* 2009;42:272–279.
17. Sharma A, Dorman MF. Central auditory development in children with cochlear implants: clinical implications. *Adv Otorhinolaryngol* 2006;64:66–88.
18. Lee DS, Lee JS, Oh SH, Kim SK, Kim JW, Chung JK, Lee MC, Kim CS. Cross modal plasticity and cochlear implants. *Nature* 2001;409:149–150.
19. Schorr EA, Fox NA, van Wassenhove V, Knudsen EI. Auditory-visual fusion in speech perception in children with cochlear implants. *Proc Natl Acad Sci USA* 2005;102:18748–18750.
20. Kral A, Eggermont JJ. What's to lose and what's to learn: development under auditory deprivation, cochlear implants and limits of cortical plasticity. *Brain Res Rev* 2007;56:259–269.
21. Ryugo DK, Pongstaporn T, Huchton DM, Niparko JK. Ultrastructural analysis of primary endings in deaf white cats: morphologic alterations in endbulbs of Held. *J Comp Neurol* 1997;385:230–244.
22. Geers AE. Factors influencing spoken language outcomes in children following early cochlear implantation. *Adv Otorhinolaryngol* 2006;64:50–65.
23. Kirk KI, Miyamoto RT, Lento CL, Ying E, O'Neill T, Fears B. Effects of age at implantation in young children. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl* 2002;189:69–73.
24. Holt RF, Svirsky MA. An exploratory look at pediatric cochlear implantation: is earliest always best? *Ear Hear* 2008;29:492–511.
25. Nicholas JG, Geers AE. Will they catch up? The role of age at cochlear implantation in the spoken language development of children with severe to profound hearing loss. *J Speech Lang Hear Res* 2007;50:1048–1062.
26. Kral A. Unimodal and cross-modal plasticity in the 'deaf' auditory cortex. *Int J Audiol* 2007;46:479–493.
27. Buckley KA, Tobey EA. Cross-modal plasticity and speech perception in pre- and postlingually deaf cochlear implant users. *Ear Hear* 2011;32:2–15.
28. Finney EM, Fine I, Dobkins KR. Visual stimuli activate auditory cortex in the deaf. *Nat Neurosci* 2001;4:1171–1173.
29. Neville HJ, Schmidt A, Kutas M. Altered visual-evoked potentials in congenitally deaf adults. *Brain Res* 1983;266:127–132.
30. Bavelier, D., Tomann, A., Hutton, C., Mitchell, T., Corina, D., Liu, G., et al. (2000). Visual attention to the periphery is enhanced in congenitally deaf individuals. *J Neurosci*, 20(17), RC93.
31. Lomber SG, Meredith MA, Kral A. Cross-modal plasticity in specific auditory cortices underlies visual compensations in the deaf. *Nat Neurosci* 2010;13:1421–1427.
32. Neville HJ, Lawson D. Attention to central and peripheral visual space in a movement detection task: an event-related potential and behavioral study. II. Congenitally deaf adults. *Brain Res* 1987;405:268–283.
33. Gilley PM, Sharma A, Mitchell TV, Dorman MF. The influence of a sensitive period for auditory-visual integration in children with cochlear implants. *Rest*