

Congenital deafness: the invisible emergency

Hipoacusia congénita: la urgencia invisible

 Salvador Castillo-Castillo¹

Abstract

Human brain establish time periods during which auditory stimulation results fundamental for auditory and linguistic skills acquisition. During this time periods, our brain learns to discriminate not only simple (phonologic) but complex (lexical, semantical and syntactic) language components, resulting in a really advanced categorization and assimilation. This process is established using series of hierarchic steps, that fulfill only during certain brain plasticity periods of time and only when effective stimulation is presented. This brain-environment interaction through the auditory input is found to be partial o totally abolished in congenitally deaf children, in whom the lack of early detection and intervention results in an incomplete auditory-neural development and a progressive and permanent hearing and language handicap.

Conclusions: Congenital deafness implies an invisible disability whose lack of immediate habilitation drives to permanent hearing and communication sequelae, with consequent not just biological but psychological and social impact. In our country, audiologists are not used to considerate congenital deafness as an emergency but doing so should modify not only our basic concepts, but also the way we handle this problem and consequently our deaf patients long term prognosis.

Key words: deafness, emergency, periods, invisible, sequelae.

Citation: Castillo-Castillo S. *Hipoacusia congénita: la urgencia invisible*. J Audiol Otoneurol Phoniatr. 2019;2(3):pp 1-12

***Correspondencia:** Salvador Castillo-Castillo. Calle Doctor Márquez 162, Doctores, Cuauhtémoc, 06720, Ciudad de México, CDMX. Correo electrónico: drcastillo@espiralazul.net

¹ Secretaría de Salud, Hospital Infantil de México “Federico Gómez”, Ciudad de México, México.

Recepción: 14 de marzo, 2020

Aceptación: 31 de agosto, 2020



Resumen

El cerebro establece periodos de tiempo en los que resulta indispensable la estimulación auditiva con el fin de desarrollar las habilidades lingüísticas necesarias para la adquisición de la lengua materna. Estos periodos de tiempo implican la posibilidad de categorizar y asimilar los componentes más simples de la lengua (nivel fonológico) y posteriormente los más complejos (léxico, sintáctico y semántico); conformando un proceso jerárquico y secuencial que se da de manera óptima solamente en los periodos de plasticidad destinados para tal fin. La interacción entre el cerebro y el medio ambiente a través de la audición con el objeto de desencadenar la adquisición de estas habilidades se encuentra parcial o totalmente abolida en los niños con hipoacusia congénita, y la falta de intervención temprana provoca que la desventaja en términos de neurodesarrollo se incremente paulatinamente.

Conclusiones: la hipoacusia congénita implica una discapacidad invisible cuya falta de atención inmediata provoca secuelas permanentes no solo en materia de audición sino de comunicación, con el consecuente impacto a nivel psicológico y social. En nuestro medio, no estamos acostumbrados a visualizar a la hipoacusia congénita como una urgencia, pero el hacerlo debería modificar el enfoque y el manejo que damos a este problema.

Palabras clave: Hipoacusia, plasticidad, secuelas, urgencia.

Introducción

Urgencia: situación que no pone en riesgo la vida, pero que requiere atención y toma de decisiones inmediatas con el fin de evitar efectos indeseados.

Cuando hablamos en términos de neurodesarrollo, tenemos que asumir que el cerebro se nutre de experiencias, que esas experiencias provienen del medio que rodea al sujeto, y que para que esto ocurra, se requiere que sean recibidas, transmitidas, codificadas y procesadas inicialmente por los órganos de los sentidos y posteriormente enviadas para un procesamiento aún más elaborado hacia el sistema nervioso central. El neurodesarrollo depende en gran parte de la capacidad de nuestro cerebro para aprovechar y adaptarse a la información proveniente del medio

en las distintas modalidades sensoriales: de entre todas las modalidades sensoriales, la audición es un fenómeno que sabemos presente desde antes de nacer por la importancia que representa para la comunicación e interacción del sujeto con el medio, y para entender a fondo la relevancia de la hipoacusia congénita es indispensable el explicar la muy estrecha relación entre la audición y la plasticidad cerebral.

Plasticidad cerebral y audición

La audición es un fenómeno complejo que involucra la recepción, transmisión, amplificación,

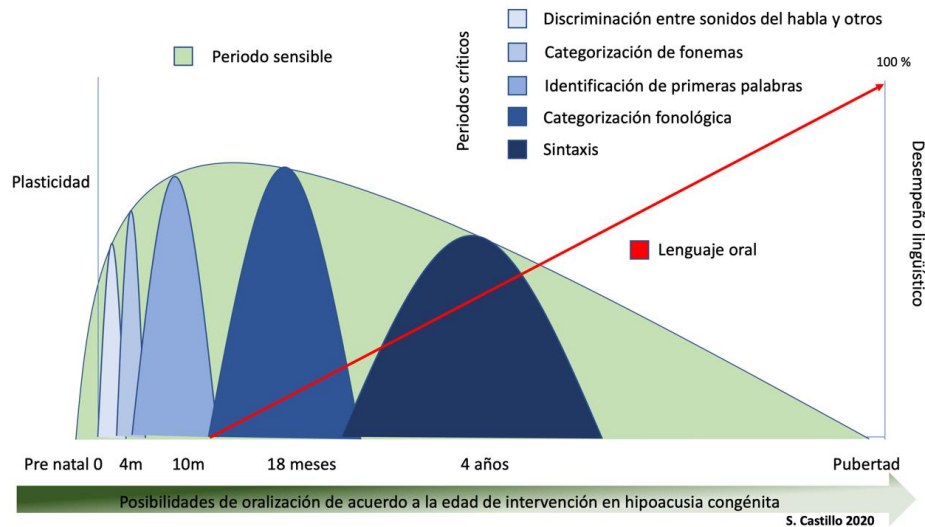
codificación, enriquecimiento y percepción de un mensaje oculto en pequeños cambios en la presión de las moléculas del aire, codificado a señales bioeléctricas y asimilado finalmente para darle un significado útil para nuestro desempeño en este mundo. Es así que en términos estrictos, de poco o nada sirve que el órgano periférico o receptor (oído) envíe una señal perfectamente codificada, si los fenómenos centrales no se encuentran íntegros; y es aquí en donde puede establecerse que si bien la función periférica es indispensable, la función del sistema nervioso auditivo central es la que nos permite decodificar y darle un significado al mensaje acústico (es decir, escuchar en el sentido más amplio del término: de ahí la tendencia actual a afirmar que escuchamos con el cerebro, no con los oídos).

El resultado de la entrada periférica efectiva de un estímulo, así como del funcionamiento central competente que asimile ese estímulo es la presencia de un fenómeno conocido como plasticidad cerebral, descrita como los cambios anatómo-fisiológicos del sistema nervioso central como respuesta a los estímulos provenientes del medio, es decir, es la herramienta de adaptación por excelencia que nos permite aprender y responder a los retos que nos plantea el medio que nos rodea. El término de plasticidad aplicado al cerebro no es de ninguna manera nuevo: desde 1906 se atribuye a Lugaro el término plasticidad cortical como las variaciones fisicoquímicas y morfológicas en las relaciones inter neurales provocadas por el paso de un impulso nervioso.⁽¹⁾

Este término ha evolucionado con el tiempo, ampliando su definición a los cambios en las redes neuronales en respuesta al entrenamiento, lesión, rehabilitación, farmacoterapia, estimulación eléctrica o magnética y a terapias génicas y de células madre.⁽²⁾

La plasticidad cerebral es un fenómeno que se mantiene durante toda la vida del ser humano, pero tiene restricciones en cuanto a su potencial y en cuanto a las modalidades sensoriales que la propician: la plasticidad madurativa, por ejemplo, es la primera en presentarse durante la vida, en tanto que la regenerativa está presente primordialmente para reparar un daño neurológico en cualquier etapa de la vida. La forma en la que la plasticidad cerebral temprana se organiza con el fin de mantener una secuencia que respete la jerarquización de habilidades es a través de periodos sensibles y periodos críticos. En términos exclusivamente de audición y lenguaje, siendo este último una consecuencia directa de la primera, el cerebro cuenta con una ventana de tiempo muy restringida para el aprovechamiento de los mensajes procesados por esta modalidad sensorial, que se limita a los primeros años de vida (incluido el periodo prenatal). La máxima capacidad de plasticidad y, por tanto, de aprendizaje en materia de audición y lenguaje, se da desde antes de nacer y persiste hasta aproximadamente los 24 meses de edad. A partir de entonces, la capacidad plástica para dichas competencias comienza a disminuir de manera gradual hasta concluir definitivamente antes de la pubertad (figura 1).

Figura 1. Representación estimada global del periodo sensible y de los periodos críticos de algunas habilidades lingüísticas en niños normoyentes



La importancia de la estimulación auditiva se justifica además por la forma en la que tienen que provocarse esos fenómenos plásticos en el cerebro. El ser humano cuenta con un aproximado de 100 000 genes que contienen la información de lo que nos constituye; pero existe un estimado de 1 015 interconexiones neurales que definitivamente implican una disparidad entre la información genética y la capacidad plástica del cerebro; en pocas palabras: las sinapsis en nuestro cerebro no están codificadas en razón de 1 a 1 por nuestros genes y es esa la razón por la que existen factores que provocan la manifestación de esa información genética de forma necesariamente secuencial y ordenada, lo cual redundará en la diferenciación y especialización de las neuronas; esos factores que disparan la manifestación plástica en cascada son precisamente los estímulos ambientales recogidos por nuestros órganos de los sentidos. Cuando esos estímulos no son presentados a nuestro cerebro, evidentemente no se manifiesta esa progresión de fenómenos que termina en la adquisición de una habilidad determinada; sin

embargo, estos problemas no serían exclusivos de regiones corticales, pues existe evidencia en otras especies de mamíferos en las que, al existir ausencia de función coclear, también existe reducción en el tamaño de los núcleos cocleares por disminución en el número de neuronas que los componen.⁽³⁾

Es bien sabido que los conceptos de detección e intervención temprana en la hipoacusia son la piedra angular en lo que se refiere a audiolgía pediátrica, ya que su aplicación es la diferencia entre tener niños hipoacúsicos habilitados, niños hipoacúsicos parcialmente habilitados o niños no habilitados con la necesidad de otras formas de comunicación e integración. Si equiparamos estos fenómenos de restricción de plasticidad con lo que ocurre en otras especies, el concepto de la impronta descrito a partir de los experimentos de Konrad Lorenz cobra relevancia en términos del potencial de algunas especies para adquirir — en las primeras etapas de la vida— habilidades indispensables que les servirán para adaptarse y sobrevivir posteriormente.⁽⁴⁾

En la actualidad y de acuerdo a las guías clínicas actualizadas en 2019 del *Joint Committee on Infant Hearing* se sugiere que el diagnóstico de hipoacusia se lleve a cabo antes de los 2 meses de edad (con sospecha a través de tamiz antes del mes) y la intervención temprana se lleve a cabo antes de los 3 meses de edad.⁽⁵⁾

El cambio en dichos criterios (anteriormente se consideraba detección oportuna a aquella realizada antes de los 3 meses e intervención temprana cuando se llevaba a cabo antes de los 6 meses de edad) obedece a la evidencia cada vez más fuerte de que cuanto antes se inicie el proceso habilitatorio, mejores son las expectativas funcionales del paciente.

Dichos criterios solo pueden ser efectivamente aplicados cuando el profesional encargado (en México, el médico audiólogo), entiende los tiempos y los fenómenos neurológicos que se presentan ante la ausencia (que no necesariamente debe ser total) de una aferencia sensorial como la auditiva: basta mencionar que en el caso de pacientes pediátricos (0-14 años), la Organización Mundial de la Salud considera una hipoacusia como discapacitante cuando los umbrales de audición promedio en frecuencias del habla en el mejor oído se encuentran por arriba de los 30 dBHL; es decir, los esfuerzos para conseguir la detección temprana de ninguna manera deberían estar limitados a la búsqueda de casos de hipoacusia severa o profunda. Además, e independientemente de la severidad de la hipoacusia, resulta indispensable el plantear un escenario del cual parten los criterios de “temprano” o “tardío”.

¿Cuándo empezamos a escuchar?

Si hablamos de audición en el sentido amplio del término, como una función que inicia a nivel peri-

férico pero que se desarrolla y enriquece a lo largo de todo un sistema nervioso auditivo central para culminar en modificaciones a nivel cortical, necesariamente hablamos de conceptos psicoacústicos que nos introducen en un mundo en el que la subjetividad no nos permite cuantificar muchos fenómenos: ¿está percibiendo un bebé en el vientre materno cuando su mamá le canta?; existe evidencia de los cambios en el comportamiento del producto desde la semana 25 en respuesta a estímulos acústicos de baja frecuencia (500 Hz),⁽⁶⁾ lo cual no es extraño si tomamos en cuenta el ambiente en el cual se encuentra el feto en esos momentos.

Por otro lado, las señales acústicas que ingresan al útero sufren modificaciones obvias en lo relativo a su calidad, comenzando por la atenuación en intensidad (35 dB aproximadamente): evidentemente y a pesar de que el feto definitivamente no escucha con la claridad y nitidez del exterior —en parte por la característica misma del estímulo y en parte debido a la falta de mielinización y perfeccionamiento del sistema auditivo central— al nacimiento la experiencia auditiva adquirida en el vientre materno le permite discriminar entre ciertos patrones acústicos globales propios de su lengua materna (como el ritmo), diferenciándolos de los de otras lenguas o patrones acústicos más finos,⁽⁷⁾ como la voz de su mamá contrastada contra las voces de otros adultos hablando el mismo idioma e incluso tener un mejor desempeño en la identificación de vocales en los primeros meses de vida.^(8,9)

Estos hallazgos son claramente indicativos de la presencia de la plasticidad cerebral que ha tenido lugar en el periodo prenatal como respuesta a los estímulos auditivos percibidos en esa etapa, siendo evidente que dichos cambios tienen influencia en la efectividad para discriminar fonemas no sólo en los primeros meses de vida sino años después.^(10,11)

Es bien sabido que existe un periodo sensible para la adquisición de la lengua materna, que fue descrito inicialmente por Lenneberg y que comprende del nacimiento hasta el inicio de la pubertad; en una gran cantidad de publicaciones se utiliza indistintamente el término crítico o sensible para estos lapsos,⁽¹²⁻¹⁷⁾ pero para fines académicos respecto de la adquisición de la lengua materna, resulta apropiado el distinguir entre un periodo sensible —de inicio y término graduales, y con una duración prolongada— y un periodo crítico — de inicio y término un tanto abruptos y de corta duración— ya que dentro del periodo sensible descrito por Lenneberg, podemos encontrar divisiones temporales en periodos críticos: periodos de tiempo definidos en los que el cerebro se encuentra fisiológicamente más preparado para adquirir determinadas habilidades lingüísticas si el estímulo adecuado desencadena ese aprendizaje.

Estos periodos tienen que ver con la organización jerárquica necesaria que implica la adquisición secuencial de habilidades en esta modalidad (Figura 1). Un ejemplo de ello son los primeros 18 meses de vida, en donde encontramos los periodos críticos para conseguir exclusivamente la categorización fonémica,^(12,18) es decir, la habilidad para discriminar las unidades de la lengua y que contribuyen también a la formación de patrones sintácticos,⁽¹³⁾ situación que terminará impactando necesariamente en la discriminación temprana de palabras y en la adquisición y posterior uso de léxico, indispensable en el desempeño lingüístico el resto de la vida.⁽³⁾

Con el fin de hacer un poco más objetivo el concepto y tener un punto de comparación, tomaremos como punto de corte la semana 26 de gestación ya que es en esta semana cuando se han documentado los primeros registros de

respuestas bioeléctricas a través del tallo cerebral ante estímulos auditivos.⁽⁶⁾ Podemos asumir que es en esa semana aproximadamente cuando la vía auditiva se encuentra lo suficientemente funcional como para sincronizar sus estructuras en respuesta a un estímulo proveniente de los oídos y que entonces hay paso de señales bioeléctricas efectivas hacia niveles superiores del sistema nervioso auditivo central, lo cual sienta las bases para las modificaciones neurales conocidas como plasticidad cerebral.

Suponiendo que el fenómeno de la audición desde un punto de vista bioeléctrico inicia en la semana 26 de gestación, (no necesariamente desde el punto de vista psicoacústico, pues hay evidencia de respuestas motoras ante estímulos acústicos desde la semana 25 al nacer, contamos con una experiencia auditiva de 14 semanas.

Es así que cuando existe una pérdida auditiva profunda congénita, al nacer el bebé cuenta con un retraso en el inicio de los fenómenos que dan lugar a la plasticidad de 14 semanas (Figura 2). En el mejor de los casos, al detectar e intervenir tempranamente mediante auxiliares auditivos a los 3 meses de edad, esa desventaja se establece en 26 semanas de privación de estímulos auditivos al sistema nervioso central y la consecuente falta de fenómenos plásticos en las áreas involucradas. Si iniciamos la habilitación a los 6 meses de edad, la desventaja es de 38 semanas de privación de fenómenos plásticos, y si consideramos que en nuestro medio es frecuente detectar e intervenir alrededor de los 2 años y medio, estamos hablando de una desventaja, ni más ni menos que de 142 semanas (994 días) en las que existió la oportunidad de aprendizaje y ésta no fue aprovechada, con un costo elevadísimo en términos de neurodesarrollo.

Figura 2. Semanas de desventaja en términos de plasticidad cerebral con impacto en las habilidades auditivas y de adquisición de la lengua materna en los niños con hipoacusia congénita

Al nacimiento	14 semanas de privación: 98 días
A los 3 meses	26 semanas de privación: 182 días
A los 6 meses	38 semanas de privación: 266 días
A los 30 meses	142 semanas de privación: 994 días
A los 3 años	170 semanas de privación: 1,190 días

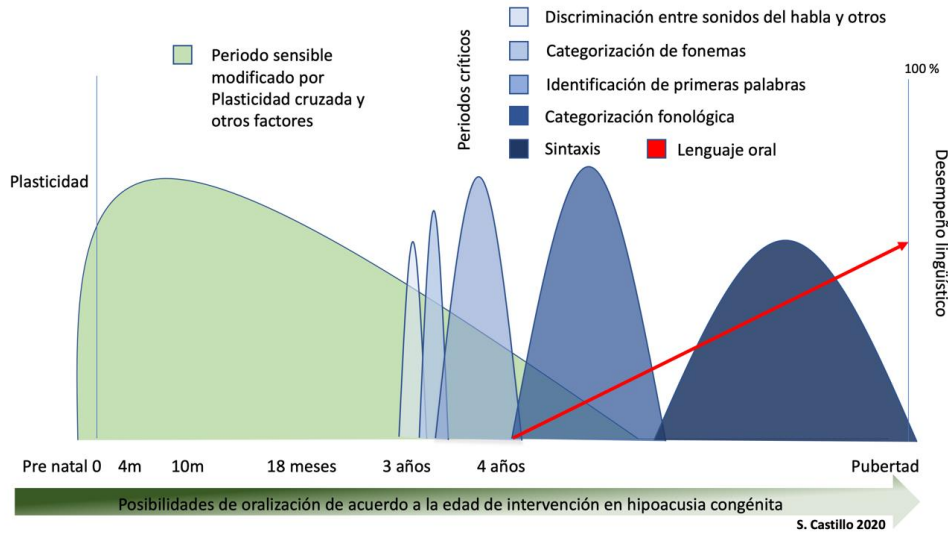
El problema toma otra dimensión cuando recordamos las ventanas de tiempo que el cerebro utiliza para llevar a cabo el máximo aprovechamiento en términos de plasticidad en las áreas auditivas y de lenguaje oral: al momento en el que hemos iniciado con el proceso habilitatorio auditivo y lingüístico en estos pacientes ya ha transcurrido la mayoría del tiempo en el cual el cerebro destina más recursos a adquirir las habilidades de audición y lenguaje, y estos procesos son en gran parte, irreversibles.⁽¹²⁾

¿Por qué el no aprovechar el periodo sensible tiene consecuencias tan devastadoras en términos del desarrollo de habilidades auditivas y lingüísticas? El cerebro necesita cambiar su funcionamiento para adaptarse a las necesidades y retos

que le plantea el medio ambiente, y si no existe la estimulación en términos de audición, de cualquier manera el cerebro tiene que continuar su plasticidad y desarrollo con las herramientas con las que sí cuenta: es por lo anterior que se presentan fenómenos como la plasticidad cerebral cruzada,⁽¹⁹⁾ que ha sido descrita como el cambio de modalidad sensorial de las neuronas en respuesta a la ausencia de estímulos en el modo para el cual están inicialmente destinadas.

A pesar de que algunos autores han definido estas situaciones como una “plasticidad mala”, pues no favorece el desarrollo de las habilidades primarias que le estaban genéticamente asignadas a determinadas áreas cerebrales, en realidad es simplemente una manera en la que el cerebro evoluciona y trata de mantener un intercambio eficiente con el medio usando las herramientas con las que cuenta: el que las neuronas destinadas al procesamiento de estímulos provenientes de la vía auditiva sean destinadas a procesar estímulos de modalidad visual o táctil, es “malo” para fines de adquisición y desarrollo de la lengua materna, pero es la forma en la que el cerebro mantiene activas dichas regiones y hace eficiente todo ese potencial neurológico con el que cuenta y que corre el riesgo de ser desperdiciado; el problema es que esto definitivamente modifica el curso normal del periodo sensible de plasticidad cerebral en términos de audición y por lo tanto, también en términos de lenguaje oral (Figura 3).

Figura 3. Representación estimada del desfase entre el periodo sensible y los periodos críticos de algunas habilidades lingüísticas en niños con hipoacusia congénita con inicio habilitatorio alrededor de los 3 años y su repercusión en términos de competencia lingüística



Existen, sin embargo, otras formas en las que el cerebro cambia cuando no recibe la estimulación auditiva esperada, una de ellas es la falta de sincronización de las áreas corticales con las subcorticales, situación que persiste, aunque posteriormente se dé una entrada sensorial adecuada.

Se sabe que cuando un niño ha estado expuesto a estímulos auditivos y pierde audición alrededor de los 2 años —una vez superado el periodo fonológico— tendrá un desarrollo sintáctico y semántico muy superior al de sus pares con privación auditiva congénita de la misma edad debido al aprovechamiento del periodo crítico inicial.⁽¹²⁾

Para que exista plasticidad cerebral, el cerebro requiere de 3 factores: primero, contar con el potencial intrínseco para la misma; segundo, que exista una entrada sensorial adecuada y suficiente para despertar esos fenómenos plásticos de manera ordenada; y tercero, que dicha estimulación se presente en el momento adecuado, cuando el

cerebro está preparado para realizar las modificaciones para las cuales está preparado genéticamente y entonces se produzca el desarrollo de habilidades en forma jerárquica y secuencial (el estímulo adecuado, en el tiempo adecuado).

Si falla alguna de estas tres situaciones, evidentemente el cerebro no podrá desarrollar las habilidades esperadas, en muchos casos de manera irreversible, lo cual se traduce en secuelas para toda la vida; en el caso que nos ocupa, con un problema doble: no hablamos solamente de ausencia parcial o de un desempeño incompleto a nivel auditivo (con repercusiones permanentes en lo que respecta al procesamiento auditivo central), sino de secuelas en la herramienta de comunicación primaria con nuestros semejantes: el lenguaje oral.

Entre los 2 y 3 años, se detiene la neurogénesis y los cambios (y por tanto el aprendizaje) depende exclusivamente de las conexiones neuronales que el cerebro sea capaz de establecer; es decir, no solo es el desarrollo, sino el manteni-

miento de las habilidades adquiridas lo que depende de la estimulación sostenida a lo largo de la vida. Si lo analizamos desde un punto de vista evolutivo, la audición es una función tan importante, que inicia desde nuestra estancia en el vientre materno, y jamás se detiene, no deja de funcionar aún durante el sueño pues se mantiene estimulando a nuestro cerebro de manera permanente (aunque de cierta forma, selectiva, por eso despertamos con determinados sonidos y no con otros).

En términos de la importancia de la estimulación lingüística, Hart y Risley dieron cuenta de esta al describir los hallazgos referidos al léxico y coeficiente intelectual de niños estimulados mediante 30,142 palabras diarias versus niños estimulados con 8,624 palabras diarias: el primer grupo consi-

guió en promedio un léxico de 1,116 palabras con un CI de 117 a los 3 años de edad, en tanto que el segundo grupo consiguió un léxico de 525 palabras y un CI de 79 a la misma edad.⁽²⁰⁾

¿Cuál es el objetivo ideal en cuanto a manejo de la hipoacusia profunda congénita en la actualidad?

Tomando en cuenta los recursos tecnológicos en materia de diagnóstico y rehabilitación existentes en la actualidad, las publicaciones, evidencia y guías clínicas más recientes, sugieren un panorama habilitatorio que en general plantea la siguiente secuencia (figura 4):

Figura 4. Tendencia actual de detección e intervención temprana en hipoacusia profunda bilateral con el fin de reducir al mínimo las secuelas audiológicas y de lenguaje oral

TAMIZ AUDITIVO	Sospecha de hipoacusia antes del mes de edad
DIAGNÓSTICO	Diagnóstico topográfico y nosológico antes de los 2 meses de edad
INTERVENCIÓN	Adaptación de auxiliares auditivos antes de los 3 meses de edad
IMPLANTACIÓN	Implantación coclear BILATERAL antes del año de edad
HABILITACIÓN	Terapia de estimulación temprana antes del año de edad y por tiempo indefinido hasta conseguir objetivo funcional

Estos tiempos propuestos priorizan la intervención temprana con el fin de exponer al cerebro a una interacción con el medio lo más parecida posible a lo fisiológico aún a pesar de las desventajas en semanas descritas previamente cuando la hipoacusia es congénita. La evidencia actual es contundente cuando se habla del rendimiento lingüístico a mediano y largo plazo de los pacientes con hipoacusia profunda implantados antes del año comparado con aquellos implantados a los 24 meses de edad. Se ha establecido una diferencia de hasta 1.4 DS en el desempeño lingüístico entre estos dos grupos y eso,⁽²¹⁾ en un mundo tan hostil desde el punto de vista acústico, nos plantea un verdadero reto a vencer.

Importante es considerar que aun cuando los procedimientos diagnósticos y habilitatorios sean llevados a cabo en los tiempos sugeridos por las guías clínicas, no podemos perder de vista que el

éxito habilitatorio y más aún el de integración de los niños con hipoacusia congénita, dependen de una gran variedad de factores además de la edad: tecnología, calidad de la programación del dispositivo, calidad de la terapia de lenguaje y de la estimulación en casa, escolaridad materna, condiciones neurológicas del paciente, comorbilidad y redes de apoyo familiar entre muchos otros,⁽²¹⁾ y que el escuchar a través de un dispositivo (ya sea aparato auditivo o implante coclear), tiene limitaciones inherentes a la tecnología, al tiempo de uso y a la calidad del mensaje que, evidentemente no es el que llega al cerebro a partir de un órgano periférico sano.

Por ejemplo, sabemos que aún en el caso de pacientes usuarios de implante coclear bilateral, en quienes se ha demostrado ventajas notables respecto de los usuarios de implante unilateral,⁽²²⁾ su desempeño en algunas pruebas de binauralidad se mantiene anormal o inferior al compararlo con el de sus pares normoyentes,⁽²³⁾ además de que los pacientes usuarios de implante coclear requieren una mejor relación señal/ruido que sus pares normoyentes para conseguir el mismo desempeño auditivo.⁽²⁴⁾

A menudo se asume (incluso por los profesionales) que un buen rendimiento auditivo brindado por el implante coclear puede ser equiparado con audición normal; pero es indispensable el entender que esto está muy alejado de la realidad: si bien la transducción de la señal acústica en términos de temporalidad es bastante parecida a lo que ocurre con la señal analógica, existen circunstancias como la disparidad entre la frecuencia estimulada por los electrodos de un implante coclear y las frecuencias “originales” codificadas tonotópicamente en el órgano de Corti, el número de fibras neurales estimulables restantes, el hecho de que entre el electrodo y las terminaciones excitables exista una barrera ósea, que la señal

no sea liberada hacia un sitio preciso, sino que se difunda al encontrarse en un ambiente conductor, y varios otros factores resultantes de fusionar funcionalmente un aparato electrónico con tejido vivo excitable.

La diferencia entre el rango dinámico acústico, el rango frecuencial o la localización de la fuente sonora, es notable con la audición fisiológica cuando los pacientes ensordecidos implantados describen su experiencia auditiva inicial con el implante coclear o cuando se realizan simulaciones a través de filtros.⁽²⁵⁾ La ventaja para el paciente pediátrico con hipoacusia congénita es que no hay memoria auditiva previa que establezca un punto de comparación; para su cerebro, la experiencia proporcionada por el implante es la audición y utilizará esa información para desarrollar las habilidades que sus periodos sensibles y periodos críticos le permitan.

Conclusiones

El cerebro de un niño hipoacúsico implantado antes del año de edad tiene la capacidad de extraer de un estímulo “artificial” (la versión digitalizada y modificada de un mensaje analógico del cual solo queda la envolvente) las características finas de los sonidos, categorizarlos y jerarquizarlos con el objetivo de separar a aquellos que son pertinentes para la lengua materna, y a partir de esto crear una representación mental lo suficientemente firme que no solo resista la variabilidad dictada por las circunstancias del medio (ambiente acústico competitivo, señales acústicas degradadas etc.), sino que sirva para interpretar dichas variantes como parte del mensaje mismo (p. ej. los suprasegmentos que cambian completamente el sentido a una oración).

Dichas tareas resultan en extremo complejas aun para un cerebro que cuenta con todo el potencial para adquirir las habilidades auditivas y de lenguaje con cierta semejanza a lo que ocurre con sus pares normoyentes. Cuando se intenta que el cerebro lleve a cabo dichas tareas en lapsos en los que éste ya no cuenta con todo ese potencial, las secuelas no solo en materia de audición sino de lenguaje oral, prevalecen durante toda la vida.

Sabemos que aun en las mejores condiciones, la tecnología actual provee al sistema nervioso auditivo central estimulación que poco tiene que ver con aquella que proviene de un órgano periférico sano: es el cerebro quien realiza una tarea titánica e indescriptible con el fin de obtener mensajes que sean asimilados por él mismo y que sirvan como sustento para su propia evolución.

Lo menos que debemos garantizar es proveer esta estimulación en el tiempo en el que el cerebro es capaz de extraer toda la información posible para conseguir una interacción funcional con el medio; el objeto de conceptualizar a la hipoacusia congénita (o de establecimiento en etapas tempranas de la vida) como una urgencia, nos brinda la oportunidad de entender la trascendencia de nuestras acciones como profesionales en los primeros meses de vida de nuestros pacientes hipoacúsicos.

Referencias

1. **Berlucchi G.** The origin of the term plasticity in the neurosciences: Ernesto Lugaro and chemical synaptic transmission. *J Hist Neurosci.* 2002 Sep;11(3):305–9. doi: <https://doi.org/10.1076/jhin.11.3.305.10396>
2. **Dombovy ML.** Introduction: the evolving field of neurorehabilitation. *Continuum (Minneapolis, Minn).* 2011 Jun;17(3 Neurorehabilitation):443–8. doi: <https://doi.org/10.1212/01.CON.0000399065.23826.f0>
3. **Trune DR.** Influence of neonatal cochlear removal on the development of mouse cochlear nucleus: I. Number, size, and density of its neurons. *J Comp Neurol.* 1982 Aug 20;209(4):409–24. doi: <https://doi.org/10.1002/cne.902090410>
4. **Lorenz K.** Der Kumpan in der Umwelt des Vogels. *J Ornithol.* 1935 Apr 1;83(2):137–213. doi: <https://doi.org/10.1007/BF01905355>
5. **American Academy of Audiology.** Program & Events. *Audiology.* 2019. [accessed 15 Oct 2020] Available from: <https://www.audiology.org/conferences/aaa-2021-virtual/program-events>
6. **Graven SN, Browne JV.** Auditory Development in the Fetus and Infant. *Newborn and Infant Nursing Reviews.* 2008;4(8):187–93. doi: <http://dx.doi.org/10.1053%2Fj.nainr.2008.10.010>
7. **Nazzi T, Bertoni J, Mehler J.** Language discrimination by newborns: toward an understanding of the role of rhythm. *J Exp Psychol Hum Percept Perform.* 1998 Jun;24(3):756–66. doi: <https://doi.org/10.1037//0096-1523.24.3.756>
8. **DeCasper AJ, Fifer WP.** Of human bonding: newborns prefer their mothers' voices. *Science.* 1980 Jun 6;208(4448):1174–6. doi: <https://doi.org/10.1126/science.7375928>
9. **Moon C, Lagercrantz H, Kuhl PK.** Language experienced in utero affects vowel perception after birth: a two-country study. *Acta Paediatr.* 2013 Feb;102(2):156–60. doi: <https://doi.org/10.1111/apa.12098>
10. **Moody M, Schwartz RG, Gravel JS, Wallace IF, Ellis MA, Lee WW.** Speech perception and verbal memory in children with otitis media. In: *Recent Advances in Otitis Media: Proceedings of the 6th International Symposium.* BC Decker Toronto; 1996. p. 339–42.
11. **Wallace IF, Gravel JS, McCarton CM, Stapells DR, Bernstein RS, Ruben RJ.** Otitis media, auditory sensitivity, and language outcomes at one year. *Laryngoscope.* 1988 Jan;98(1):64–70. doi: <https://doi.org/10.1288/00005537-198801000-00014>
12. **Ruben RJ.** A time frame of critical/sensitive periods of language development. *Acta*

- Otolaryngol. 1997 Mar;117(2):202–5. doi: <https://doi.org/10.3109/00016489709117769>
13. **Meisel JM, Boeckx C, Grohmann K.** Sensitive phases in successive language acquisition: The critical period hypothesis revisited. *The Cambridge handbook of biolinguistics*. 2013;69–85.
 14. **Knudsen EI.** Sensitive periods in the development of the brain and behavior. *J Cogn Neurosci*. 2004 Oct;16(8):1412–25. doi: <https://doi.org/10.1162/0898929042304796>
 15. **Werker JF, Hensch TK.** Critical periods in speech perception: new directions. *Annu Rev Psychol*. 2015 Jan 3;66:173–96. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010814-015104>
 16. **Neville HJ, Mills DL, Lawson DS.** Fractionating language: different neural subsystems with different sensitive periods. *Cereb Cortex*. 1992 Jun;2(3):244–58. doi: <https://doi.org/10.1093/cercor/2.3.244>
 17. **Werchan DM, Collins AGE, Frank MJ, Amso D.** 8-month-old infants spontaneously learn and generalize hierarchical rules. *Psychol Sci*. 2015 Jun;26(6):805–15. doi: <https://doi.org/10.1177/0956797615571442>
 18. **Tsao F-M, Liu H-M, Kuhl PK.** Speech perception in infancy predicts language development in the second year of life: a longitudinal study. *Child Dev*. 2004 Aug;75(4):1067–84. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2004.00726.x>
 19. **Rabinowitch I, Bai J.** The foundations of cross-modal plasticity. *Commun Integr Biol*. 2016 Apr;9(2):e1158378. doi: <https://doi.org/10.1080/19420889.2016.1158378>
 20. **Hart B, Risley TR.** Meaningful differences in the everyday experience of young American children. Paul H Brookes Publishing; 1995.
 21. **Ching TYC, Dillon H, Leigh G, Cupples L.** Learning from the Longitudinal Outcomes of Children with Hearing Impairment (LOCHI) study: summary of 5-year findings and implications. *Int J Audiol*. 2018;57(sup2):S105–11. doi: <https://doi.org/10.1080/14992027.2017.1385865>
 22. **Gordon KA, Papsin BC.** Benefits of short interimplant delays in children receiving bilateral cochlear implants. *Otol Neurotol*. 2009 Apr;30(3):319–31. doi: <https://doi.org/10.1097/mao.0b013e31819a8f4c>
 23. **Litovsky RY, Gordon K.** Bilateral cochlear implants in children: Effects of auditory experience and deprivation on auditory perception. *Hear Res*. 2016;338:76–87. doi: <https://doi.org/10.1016/j.heares.2016.01.003>
 24. **Ching TY, Zhang VW, Flynn C, Burns L, Button L, Hou S, et al.** Factors influencing speech perception in noise for 5-year-old children using hearing aids or cochlear implants. *Int J Audiol*. 2018 May;57(SUP2):S70–80. doi: <https://doi.org/10.1080/14992027.2017.1346307>
 25. **Zych A.** What Do Cochlear Implants And Hearing Aids Sound Like? *Science Friday*. 2017. [accessed 15 Oct 2020] Available from: <https://www.sciencefriday.com/educational-resources/cochlear-implants-hearing-aids-sound-like/>