

Protocolo para la evaluación audiológica basada en la respuesta auditiva del tronco cerebral (ABRA)

Autora: Diana Laurnagaray

Lic. en Fonoaudiología

Con la colaboración: Lic. Cintia Cerutti, Lic. Dana Pérez Pellizeri

Población objetivo

La población objetivo incluye recién nacidos y niños pequeños que:

- a- No pasaron el tamizaje auditivo (AABR) y/o presentan factores de riesgo auditivo según la muestra de sangre seca.
- b- Aquellos en quienes se omite el tamizaje conforme al Infant Hearing Program.
- c- No pueden ser evaluados con éxito con pruebas de comportamiento.
- d- Cualquier otro niño menor de 6 años.

Trastornos objetivo

- a- Pérdida auditiva permanente de 30 dB eHL o más, en cualquier frecuencia dentro del rango 0,5 a 4 kHz, en cualquier oído.
- b- Trastorno del espectro de neuropatía auditiva.
- c- Trastornos retrococleares que puedan ser detectables mediante el uso de ABR.

Hipoacusia conductiva

La pérdida auditiva conductiva sólo se considera un trastorno objetivo dentro del IHP si es permanente. Sin embargo, definir "permanente" no es sencillo, ya que depende de cuánto tiempo persiste la pérdida, cuán constante es y si ha recibido atención otológica adecuada.

La ausencia o cierre completo del canal auditivo externo implica automáticamente una pérdida permanente. También se puede presumir permanencia si hay un síndrome conocido o una anomalía estructural (sindrómica o no sindrómica) presente o sospechada.

Si no hay indicios de pérdida sensorial/neural ni de anomalías, la decisión depende principalmente de la timpanometría y los umbrales del ABR. Por ejemplo, un timpanograma plano con pérdida aislada en 500 Hz (menos de 55 dB nHL) sugiere una condición transitoria del oído medio, como líquido, aunque esto sólo puede confirmarse con una otoscopía experta.

Cuando se detecta una hipoacusia conductiva leve, asintomática y compatible con trastorno de oído medio, lo habitual es dar de alta al bebé del programa, dando información a los padres sobre cómo actuar si aparecen síntomas. Indicar acudir al médico especialista para su seguimiento. Esta alta no impide su reingreso más adelante, en caso de ser necesario.

Objetivos del programa

Los objetivos del ABRA son detectar y cuantificar la pérdida auditiva y, siempre que sea posible, inferir el o los sitios de la lesión en cada oído. La evaluación general incluye componentes informativos y de orientación que ayudan a las familias a estar informadas e involucradas.

Edad al inicio del ABRA

El ABRA inicial debe realizarse en los bebés alrededor de las **seis semanas de edad corregida**, o dentro de las **cuatro semanas posteriores al alta hospitalaria** si la hospitalización supera las 44 semanas de edad gestacional. Esto excluye los casos de citomegalovirus congénito o meningitis confirmada, que requieren evaluación más temprana.

El objetivo de esperar hasta las seis semanas es permitir que se resuelvan posibles condiciones transitorias del oído, mejorando la precisión de la evaluación. *El plazo máximo sugerido es de ocho semanas*, siempre que el estado médico del bebé sea estable y que se sigan procedimientos de programación adecuados. La edad corregida se calcula considerando 37 semanas como término completo.

Edad al completar el ABRA

De acuerdo a la evidencia internacional se establece que el ABRA debe completarse antes de los tres meses de edad corregida, lo cual es necesario para iniciar la intervención en el hito clave de los seis meses de edad corregida, en caso de que se detecte pérdida auditiva permanente.

Exclusión del tamizaje en bebés de muy alto riesgo

Desde el 2019, los bebés con condiciones como **meningitis confirmada**, **infección congénita por citomegalovirus**, **atresia auricular congénita** (unilateral o bilateral), **síndrome CHARGE** o **resultados positivos en el tamizaje de factores de riesgo** (como mutaciones genéticas) deben evitar el tamizaje auditivo neonatal y ser derivados directamente al ABRA. Los bebés con meningitis

deben ser evaluados lo antes posible después de la recuperación de la fase aguda de la enfermedad, y si se detecta cualquier anomalía sensorial/neural, se debe referir al programa de implantes cocleares.

Aspectos preliminares del ABRA

Turnos para el ABRA

Una vez que un bebé ha sido derivado luego de no pasar el tamizaje AABR, o debido a un resultado positivo en la evaluación mediante gota de sangre seca, o si ha omitido el tamizaje, la necesidad de realizar el ABRA de manera oportuna y **lo antes posible** no puede ser subestimada.

Primero, el retraso causa un perjuicio por la ansiedad acumulada de la familia. Segundo, el proceso inicial de ABRA debe completarse antes de los **tres meses de edad corregida**, siempre que sea posible.

Tercero, a medida que los bebés crecen, el sueño natural se vuelve más difícil de inducir y mantener durante el tiempo necesario para la realización de las pruebas.

Es fundamental que los padres y las familias comprendan el propósito e importancia de una evaluación oportuna. Para ello, el profesional debe proporcionar una explicación adecuada: el mensaje clave es que cuanto antes se realice la prueba, será más rápida, fácil y precisa. Deben seguir las instrucciones previas a la evaluación para asegurar el mejor resultado posible.

Estado requerido para un ABRA exitoso

La estimación de los umbrales sólo puede realizarse con una precisión y eficiencia aceptables cuando el bebé está dormido de forma natural o bajo anestesia general/sedación. El sueño natural es el ideal y debe intentarse en primer lugar, salvo en circunstancias excepcionales.

Es importante que el entorno de la prueba favorezca el sueño, por lo que debe estar poco iluminado, en silencio y libre de distracción.

Las pruebas bajo anestesia general o sueño sedado pueden estar indicadas en los siguientes casos:

- Presencia de una conducta adversa conocida o una condición médica que lo justifique;
- Fallo en lograr un sueño natural de duración útil en hasta dos citas previas; • Factor predisponente que haga inaceptable el fracaso de la prueba (como una dificultad importante para acudir a otra prueba).
- Recomendación dada por un profesional del programa.

Estado del bebé antes de la prueba

Es necesario que el bebé llegue a la cita con hambre y algo cansado. Después de una otoscopia y la colocación de los electrodos del ABR, el bebé puede ser alimentado y preparado para dormir. El mensaje fundamental para las familias es que el niño debe permanecer dormido al menos media hora para que el turno sea eficiente.

Algunos ejemplos de instrucciones claras son:

- **NO alimente a su bebé dentro de la hora previa a la cita, a menos que sea médicamente necesario.** Alimentará a su bebé al inicio de la prueba.
- **NO deje que su bebé duerma dentro de la hora previa a la cita.** Su bebé **DEBE dormir durante la prueba**, o no será exitosa.
- Si va a conducir o traer a otros niños además de su bebé, es preferible que alguien lo acompañe, ya que podrá mantener a su bebé despierto adecuadamente y esto será muy complejo si está manejando o cuidando a otros niños al mismo tiempo.

En los contactos verbales, se deben usar mensajes idénticos y con el mismo lenguaje.

Entorno de prueba y participantes

La seguridad y comodidad del bebé son primordiales, y debe ser monitoreado en forma continua.

El entorno de prueba óptimo para el ABRA es una sala audiométrica insonorizada y con blindaje eléctrico. Las salas que no están blindadas eléctricamente pueden ser aceptables, siempre que no estén adyacentes a fuentes fuertes de campos electromagnéticos (E/M), como:

- Equipos eléctricos de gran tamaño
- Ascensores
- Motores de sistemas de aire acondicionado
- Equipos de diatermia
- Escáneres grandes, etc.

Si una sala está blindada, para que el blindaje sea eficaz contra los campos externos, es importante que haya continuidad del blindaje (por ejemplo, malla en las ventanas) y una buena conexión a tierra.

Independientemente del blindaje, el cableado de corriente alterna (AC) dentro de la sala debe estar adecuadamente canalizado en un conducto metálico conectado a tierra (jabalina), y en la medida de lo posible, los enchufes que no se utilicen deben tener cubiertas metálicas.

El control de la iluminación también es importante para favorecer el sueño. La iluminación puntual con LED a batería es la opción óptima ya que la interferencia eléctrica es mínima. Las bombillas y tubos fluorescentes son la peor opción, ya que ofrecen poco control y una alta probabilidad de interferencia electromagnética a 60 ó 50 Hz y sus armónicos superiores.

Información de la prueba

Encuestas sobre la experiencia de las familias en evaluaciones diagnósticas de otros programas indican que la satisfacción frecuentemente no es ideal, principalmente porque no se los mantiene informados, ni siquiera de manera mínima, sobre lo que está ocurriendo. Por eso, al inicio de la visita, **es importante** proporcionar información clave sobre la sesión de prueba, por ejemplo:

1. Explicar que en todos los ABR, independientemente del resultado, es típico que el audiólogo:
 - Observe atentamente la pantalla de la computadora y al bebé.
 - Realice ajustes en los electrodos, auriculares de inserción, otros dispositivos o la posición del bebé.
2. Informar que la prueba puede durar bastante tiempo por múltiples factores, y que el audiólogo no puede predecir fácilmente la duración.
3. Y lo más importante: que el audiólogo explicará los resultados al finalizar la prueba, a menos que se requiera una revisión extra.

Un comentario continuo por parte del audiólogo no es apropiado ni viable, dadas las exigencias técnicas del ABRA, pero explicaciones breves y periódicas sobre lo que se está haciendo pueden ayudar a que la persona que está con el niño no se sienta desinformado ni fuera de control.

Parámetros del estímulo Tonos PIP

El objetivo principal del ABRA consiste en la estimación de umbrales auditivos utilizando métodos ABR con estímulos tone pip. La precisión de las estimaciones de umbral depende de numerosos detalles de los métodos de estimulación y registro especificados en este protocolo.

Como parte del proceso de estimación, se realizó un análisis exhaustivo de los datos normativos sobre la relación entre los umbrales de ABR y los umbrales conductuales posteriores obtenidos mediante VRA (evaluación de Audiometría por Refuerzo Visual), recopilados por Stapells y sus colegas.

Este análisis incluyó:

- Restricción de rango y de variables en regresiones lineales y cuadráticas.
- Uso de métodos no paramétricos y transformaciones de datos.

Los resultados de este análisis respaldan los factores de corrección numéricos que se utilizan para convertir umbrales ABR en dB nHL a estimaciones de umbrales perceptuales en dB HL. Estos valores fueron validados mediante una revisión de expedientes clínicos realizada por las comisiones de investigadores en

colaboración con cuatro sitios ABRA del IHP.

La comparación entre los umbrales ABR y los umbrales VRA, utilizando las conversiones de nHL a eHL del Protocolo ABRA 2016.02, mostró una alta concordancia. Por lo tanto, los factores de corrección ABR actuales proporcionan una buena predicción de los umbrales perceptuales, tanto en bebés con audición normal como con pérdida auditiva.

Este protocolo especifica el uso de valores constantes de factores de corrección para un rango de umbrales ABR de 25 hasta aproximadamente 105 dB nHL. Estos factores de corrección no se aplican a umbrales ABR por debajo del Smin. (nivel mínimo de estímulo) especificado para cada frecuencia de prueba.

También existe una tendencia a que las diferencias entre los umbrales ABR y VRA disminuyan en niveles altos de dB nHL. Este efecto es esperable debido a la sintonización de unidades neuronales auditivas individuales en personas con distintos grados de pérdida auditiva sensorial convencional es variable. Es importante señalar que los estímulos tone pip del IHP están especificados con envolventes trapezoidales con aumento y disminución lineales. Los tiempos de subida, meseta y bajada son de 2-1-2 ciclos, respectivamente.

Aunque estos estímulos han sido seleccionados deliberadamente, podrían no ser óptimos para provocar respuestas ABR. Por ejemplo:

- La duración neta equivalente en energía del estímulo de 4 kHz es de solo unos 0.6 ms, mientras que el tiempo de integración de energía del estímulo para la **onda V** (la más representativa) para alcanzar amplitud máxima probablemente sea de al menos 2 ms.
- Por otro lado, el tiempo de subida de 4 ms del estímulo de 0.5 kHz podría considerarse excesivamente largo.

Sin embargo, la elección original de utilizar envolventes tone pip basadas en ciclos se debió a la disponibilidad de datos normativos de alta calidad para estos estímulos específicos, así como a la extensa experiencia clínica y de investigación acumulada con ellos, lo cual ha reforzado la justificación para su uso continuo.

Colocación de Electroodos

Deben utilizarse electrodos tipo *snap*. El electrodo no inverso debe colocarse en la línea media de la frente, lo más alto posible y cerca de la línea del cabello. Debe colocarse un electrodo inverso en cada apófisis mastoidea, y el electrodo común (de tierra) debe ir en la parte lateral de la frente, al menos 3 cm alejado del electrodo no inverso.

Un error común es colocar el electrodo no inverso demasiado bajo en la frente, lo que provoca una pérdida de amplitud de la onda V del ABR, en comparación con ubicaciones más altas en la línea media.

Impedancias de los electrodos

Se deben obtener impedancias de 5 k Ω o menos en todos los electrodos y las diferencias de impedancia entre cada par frente-mastoides no deben superar 1 k Ω .

Las diferencias en la impedancia de contacto entre el electrodo no inverso y el inverso reducen la capacidad del amplificador diferencial para rechazar señales de entrada que son comunes a ambos electrodos. Esta capacidad se conoce como rechazo de modo común (CMR, por sus siglas en inglés) y es esencial para lograr la mejor relación señal-ruido del ABR en la cabeza.

Cuando el bebé está profundamente dormido y la actividad del EEG es baja, la pérdida del CMR puede no tener importancia. Sin embargo, si el bebé está ligeramente dormido o dormitando intermitentemente, y el ruido del EEG es más alto, la pérdida de CMR puede determinar si la prueba ABR será exitosa o no.

Impedancias altas pero iguales

Tener impedancias altas pero iguales entre sí no afecta directamente al CMR, pero sí aumenta la captación de artefactos eléctricos debido a corrientes electromagnéticas inducidas en los cables de los electrodos o a través del cuero cabelludo del bebé.

Canales de registro

Para todos los umbrales de ABR, se debe utilizar una configuración de dos canales con el electrodo inverso en el mastoides ipsilateral al oído estimulado. Si se utiliza un solo canal, se debe documentar en los registros clínicos la justificación de esta desviación del protocolo.

Para la mayoría de las mediciones de umbral ABR por vía aérea (AC), el beneficio práctico de mostrar dos canales es **insignificante**. Duplicar la cantidad de trazados mostrados o graficados aumenta el desorden y la dificultad para organizar las formas de onda e inspeccionarlas visualmente con rapidez.

Una excepción es la pérdida auditiva neurosensorial unilateral severa, con audición normal o pérdida auditiva conductiva en el oído contralateral. En estos casos, la grabación con dos canales puede revelar una cóclea contralateral que responde a altos niveles de estímulo.

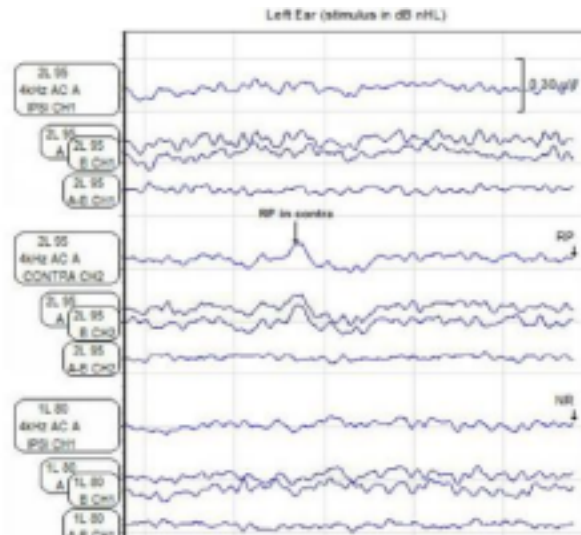


Figure 2.10.1 Two-channel recording revealing a contralateral response at high stimulus levels.

La eficiencia en la prueba es crucial y posible

La realización oportuna y precisa del ABRA es un desafío. Puntos que ilustran algunos aspectos claves:

- Durante la estimación del umbral, cada elección del siguiente estímulo debe ser aquella que tendrá mayor impacto en el manejo clínico, según lo que ya se conoce o se desconoce en ese momento preciso.
- No permitir EEG de alta amplitud en un trazo bueno, pausar la adquisición si es necesario.
- Cuanto mayor sea el trazo (más barridos o “sweeps”), menos eficiente se vuelve en términos de ganancia de información por unidad de tiempo de prueba. Usar recuentos de barridos de aproximadamente 2,000 promediaciones (buffer A y B de alrededor de 1,000 barridos cada uno) y detenerse ahí si hay una **respuesta presente clara** (RP). La **ausencia clara de respuesta** (NR) casi siempre requiere más de 2,000 barridos en el trazo compuesto.
- Comenzar la prueba en el oído que ha fallado el screening.
- Comenzar con el nivel mínimo de estímulo pero aumentar en pasos grandes (20–30 dB).
- No usar pasos de 5dB hasta haber terminado toda la búsqueda de umbrales con pasos de 10 dB.
- Una vez que se haya establecido el umbral de 2 kHz por conducción aérea (AC), pasar a conducción ósea (BC) o a 4 kHz por AC.
- Usar ascensos de 10 dB sólo para confirmar respuesta a un nivel más bajo, no en la fase de búsqueda.
- Probar la ausencia de respuesta suele consumir mucho más tiempo que probar su presencia, así que hay que tratar de minimizarlo.

- Más de dos trazos por condición de estímulo rara vez son útiles; en lugar de eso, subir la intensidad.
- Si dos intensidades consecutivas para una frecuencia dada son inconclusas (INC), con una respuesta presente clara arriba y una respuesta ausente clara abajo, *se indica un tercer trazo* para resolver al menos uno de los INC.
- **INC debe usarse relativamente pocas veces**; una vez que se completan todos los procedimientos obligatorios y condicionales, se debe intentar resolver un INC con un trazo adicional.

Optimizando la obtención de información clínica

La medición del umbral del ABR debe realizarse con la máxima eficiencia clínica posible, asumiendo que la prueba puede finalizar en cualquier momento sin posibilidad de continuar. El tiempo es una presión constante en el ABR, seguido de la intervención adecuada dentro de los plazos establecidos como lo indica la referencia internacional.

La ausencia de pérdida auditiva se confirma mediante la detección del ABR en los niveles de estímulo más bajos, denominados valores Smin. (valores de estímulo mínimo).

Si no hay respuesta en el Smin. de 2 kHz, las preguntas clínicas a realizar serían: (1) ¿cuánto es la pérdida?, (2) ¿es permanente?, (3) ¿qué sucede con otras frecuencias? y (4) ¿qué pasa con el otro oído?

Cuando no hay respuesta en el Smin de 2 kHz, deberá subir inmediatamente 30 dB. Obtener una respuesta positiva rápidamente, alrededor de 60 dB nHL, es mucho más informativo que obtener un resultado inconcluso o negativo subiendo solo 10 dB. Además, no obtener respuesta a 60 dB tiene un gran impacto clínico y es mucho más informativo que no obtener respuesta a 40 dB, evitando así perder tiempo “persiguiendo sombras”.

Si no se obtiene respuesta a 60 dB, el siguiente paso debe ser 80 dB o incluso 90 dB. Si no hay respuesta a 80 dB, se debe probar el nivel máximo (Smax), y luego seguir por la vía ósea (BC).

Al pasar a la vía ósea, surge la duda si comenzar en el Smin. de BC a 2 kHz o en un nivel más alto, dado que no hay respuesta por vía aérea (AC) a 30 o 60 dB. El Smin. **tiene prioridad** porque poder afirmar que la vía ósea es normal tiene un gran impacto clínico.

Hay dos puntos generales importantes: *primero*, la teoría de la información nos dice que, en una situación de elegir entre dos alternativas, cuanto más probable es una respecto a la otra, menos información se obtiene al conocer la respuesta; cuando una respuesta es casi segura, descubrir que es cierta aporta poca información nueva. Por lo tanto, la mayor ganancia de información ocurre cuando las alternativas tienen igual probabilidad.

El *segundo* punto es que la importancia clínica de una condición de estímulo cambia a medida que se reciben respuestas de otras condiciones de estímulo, por lo que todo el proceso de elegir el siguiente estímulo es dinámico y evoluciona constantemente.

Procedimientos obligatorios y discrecionales

Un ABRA completo debe incluir otoscopia, pruebas ABR y análisis del oído medio (timpanometría). La prueba ABR debe incluir la estimación del umbral ABR con tono-pip por vía aérea (AC); cuando esté indicado, puede incluir ABR con tono-pip por vía ósea (BC) y un subprotocolo para la evaluación del ANSD, así como otros trastornos retrococleares que comúnmente afectan el ABR. El análisis del oído medio debe incluir la timpanometría y puede incluir reflejo acústico.

Las pruebas se agrupan en procedimientos que siempre deben realizarse (obligatorios), procedimientos que deben realizarse si ocurre una situación específica (condicionalmente obligatorios) y procedimientos que pueden realizarse si el audiólogo así lo decide (discrecionales).

Procedimientos obligatorios

- Otoscopia.
- Umbrales ABR por vía aérea (AC) a 2 kHz, 4 kHz y 0.5 kHz. • Timpanometría a 1 kHz en menores de 6 meses de edad corregida, y a 226 Hz a partir de los 6 meses.

Procedimientos condicionalmente obligatorios

- • Umbral ABR por vía ósea (BC) a 2 kHz si el umbral AC a 2 kHz es anormal.
 - Umbral ABR BC a 0.5 kHz si 0.5 kHz es la única anomalía en el umbral AC y el umbral AC está elevado en más de 10 dB.
- • Umbral ABR BC a 4 kHz si 4 kHz es la única anomalía en el umbral AC Si los umbrales AC a 2 kHz y 0.5 y/o 4 kHz son anormales, el BC a 2 kHz es obligatorio y el BC a 0.5 y 4 kHz es discrecional.
- • Umbral ABR BC a 1 kHz (delimitación de 10 dB), si la diferencia entre el umbral AC a 2 kHz y el umbral AC a 0.5 kHz excede los 25 dB nHL •
Medición de amplitud y ruido en DPOAE a frecuencias nominales f_2 de 1.5, 2, 3 y 4 kHz, donde se sospeche o confirme pérdida auditiva neurosensorial.
- Subprotocolo para ANSD o trastornos retrococleares, se realiza si no hay una onda V-V clara en el ABR con tono-pip en la frecuencia. 2 kHz a 15 ms o menos, testeada a 75 dB nHL de intensidad o más.

El subprotocolo incluye:

Clicks de rarefacción y condensación (separados) a 90 dB nHL, para la evaluación de:

- Microfónicas cocleares. (CM)
- Potenciales de sumación. (SP)
- Presencia, morfología, latencia y amplitud de las ondas ABR. • Medición de amplitud y ruido de DPOAE a frecuencias nominales f_2 de 1.5, 2, 3 y 4 kHz. La replicación de trazados es obligatoria.

Procedimientos Discrecionales

- Medición de amplitud y ruido de DPOAE a frecuencias nominales f_2 de 1.5, 2, 3 y 4 kHz en bebés cuyos ABR muestran pérdida auditiva conductiva o audición normal.
- Reflejos acústicos ipsilaterales.
 - Umbrales ABR por vía aérea (AC) a 2 y 4 kHz con delimitación de 5 dB, si todas las mediciones obligatorias están completas y el tiempo lo permite. • Estimación de umbrales ABR con click dentro del subprotocolo para ANSD.

Niveles mínimos (Smin) y máximos (Smax) de tonos PIPS

Se ha definido que 25 dB HL es el nivel mínimo de pérdida auditiva que se busca detectar. Esto establece niveles mínimos obligatorios de estímulo (Smin) que dependen de la frecuencia del estímulo y de la vía de estimulación, y que están en el rango de 25–40 dB nHL.

No se deben usar niveles más bajos, principalmente porque la relación entre los umbrales conductuales y los umbrales ABR obtenidos con protocolos clínicos comunes es actualmente desconocida en los niveles del ABR que corresponden a aproximadamente 25 dB HL o menos.

Los niveles máximos absolutos para los tonos pip (Smax) están determinados por el **límite superior de linealidad del transductor**. En cuanto al riesgo de daño en la cóclea, no hay evidencia sólida de riesgo de daño al sistema auditivo por los tonos pip utilizados en la medición de umbrales ABR. Sin embargo, esto no aplica necesariamente para los estímulos tipo click.

Los valores típicos de Smax están en el rango de 95–105 dB nHL. No obstante, hay interrogantes no resueltos sobre la naturaleza y origen de las grandes ondas positivas o negativas que a veces se observan con latencias menores a 5 ms a intensidades muy altas. Entre las posibles causas están: artefactos electromagnéticos, no linealidad del transductor, resonancia del amplificador, potenciales receptores cocleares inusuales y potenciales vestibulares.

¿Tiene valor clínico poder diferenciar umbrales auditivos de 90 vs. 100 dB HL? La contribución de esa distinción a la gestión clínica no es evidente. A menos que se establezca que esa diferencia tiene un beneficio clínico sustancial, es razonable fijar un **máximo provisional de 95 dB HL**.

Niveles Smin y Smax específicos por frecuencia y vía:

AC (Vía Aérea) – Smin

- 4 kHz: 25 dB nHL (25 dB eHL)
- 2 kHz: 30 dB nHL (25 dB eHL)
- 1 kHz: 35 dB nHL (25 dB eHL)
- 0.5 kHz: 40 dB nHL (25 dB eHL)

BC (Vía Ósea) – Smin

- 4 kHz: 25 dB nHL (25 dB eHL)
- 2 kHz: 30 dB nHL (25 dB eHL)
- 0.5 kHz: 25 dB nHL (<1 año) / 30 dB nHL (>1 año) (25 dB eHL)

AC – Smax

- 4 kHz: 95 dB nHL (95 dB eHL)
- 2 kHz: 100 dB nHL (95 dB eHL)
- 1 kHz: 105 dB nHL (95 dB eHL)
- 0.5 kHz: 105 dB nHL (90 dB eHL)

Principios comunes de una evaluación efectiva y eficiente

- Si a un bebé no se le realizó la prueba de screening debido a riesgo muy alto de pérdida auditiva (PHL), ambos oídos se consideran sospechosos.
- En caso de atresia, microtia o estenosis del canal, se debe comenzar con vía ósea (BC) a 2 kHz Smin de 30 dB nHL.
- Si ambos oídos son sospechosos y es posible alternar entre ellos, se puede comenzar con cualquier oído y hacer 2 kHz a 30 dB.
- Si a 2 kHz vía aérea (AC) no hay respuesta a 30 y 60 dB, subir a 80 dB. Si aún no hay respuesta, subir a Smax de 100 dB. En este punto es importante determinar la naturaleza de la pérdida auditiva; por lo tanto, debe completarse vía

ósea a 2 kHz (BC 2 kHz). Tener en cuenta que no es necesario quitar el auricular de inserción para aplicar el vibrador óseo. El efecto de oclusión en bebés es insignificante para los umbrales ABR.

Enmascaramiento contralateral en conducción ósea

En el IHP, el enmascaramiento contralateral en la evaluación por conducción ósea no se utiliza como enfoque de primera línea para garantizar la activación de la

cóclea deseada debido a que los datos normativos son limitados. La necesidad de enmascaramiento contralateral en la estimación del umbral ABR por tonos se limita a situaciones en las que:

- Las comparaciones entre canales no han aportado información útil para inferir cuál cóclea está respondiendo durante una prueba por conducción ósea.
- Existen diferencias interaurales de umbral por vía aérea de *al menos 60 dB* en una frecuencia determinada.

En el caso de la conducción ósea, generalmente es apropiado usar enmascaramiento con auriculares de inserción con ruido de banda ancha a 60 dB. Cuando hay grandes diferencias interaurales de umbral, la preocupación es que una respuesta positiva a un nivel de estímulo muy alto en el oído con peor audición pueda deberse a una activación cruzada de la cóclea contralateral. En este caso es de gran utilidad realizar la comparación de las respuestas de ambos oídos en los dos canales, comparando amplitud, latencia del oído en estudio (peor) y del contralateral (mejor).

ANSD Sub Protocolo

El Trastorno del Espectro de Neuropatía Auditiva (ANSD) está presente en aproximadamente el 7–10% de los niños con pérdida auditiva significativa. A diferencia de la pérdida auditiva coclear convencional, que afecta principalmente a las células ciliadas externas, el ANSD involucra alteraciones en las células ciliadas internas, en sus conexiones sinápticas o en las neuronas auditivas. En una proporción de casos (15–20%), se ha identificado disgenesia o agenesia del nervio coclear mediante estudios de imagen.

Desde el punto de vista funcional, el ANSD se caracteriza por una respuesta nerviosa anormal al sonido, lo que puede traducirse en dificultades específicas como la poca discriminación del habla en ambientes ruidosos, incluso cuando la pérdida auditiva parece moderada. El diagnóstico se basa principalmente en la identificación de un ABR ausente o severamente alterado, en combinación con la presencia de otoemisiones acústicas, que indican función normal de las CCE. La ausencia de ABR ante un estímulo click de alta intensidad sugiere ANSD, aunque también puede deberse a una pérdida coclear profunda o a una pérdida auditiva mixta. La presencia de OAEs fortalece el diagnóstico, pero su ausencia no descarta ANSD, ya que puede deberse a una pérdida conductiva leve.

Cuando hay sospecha de ANSD, se recomienda realizar pruebas con click de alta intensidad y registrar tanto el ABR como las microfónicas cocleares. Estas evaluaciones deben realizarse una vez completados los umbrales con tono pip.

Procedimientos de prueba para ANSD

Se deben seguir los siguientes procedimientos para cada oído que cumpla con los criterios de ingreso al sub protocolo de ANSD. Para todos los registros, se deben utilizar los siguientes parámetros (modificados desde 2008):

- Estímulos click a 90 dB nHL
- Frecuencia de estimulación de 21.5/s
- Duración de ventana (barrido) de 25 ms
- Retraso de 0 ms
- Ancho de banda de 150 a 2000 Hz
- Trazado con ancho completo de página

Cada registro debe incluir aproximadamente 4000 barridos.

Importante: Se requiere enmascaramiento si se sospecha ANSD en un oído y el otro oído es normal.

Los pasos a seguir son:

1. Registrar un trazo con estímulo de polaridad alternada de 2000 promediaciones.
2. Registrar un trazo con estímulo de rarefacción de 2000 promediaciones, denominado R.
3. Registrar un trazo con estímulo de rarefacción de 2000 promediaciones, con el tubo bloqueado o desconectado, denominado Rns (sin estímulo).
4. Registrar un trazo con estímulo de condensación de 2000 promediaciones, denominado C.
5. Registrar un trazo de 2000 barridos con condensación con el tubo bloqueado o desconectado, denominado Cns (sin estímulo).
6. Determinar la presencia o no de MC.

Interpretación de los registros CM/ABR

El artefacto de estímulo para cada polaridad se revela en los registros con el tubo desconectado o tapado. En general es fácil de distinguir y suele terminar alrededor de 0.5 ms.

La asimetría de la microfónica coclear se refleja en la curva formada por los “puntos de intersección de las alas de la mariposa” (nodos), que deberían coincidir con la forma de onda durante los primeros milisegundos. Una desviación clara del

cero refleja la asimetría, que usualmente se interpreta como potencial de sumación.

Se recomienda registrar la amplitud máxima de pico a valle o valle a pico, junto con el número total de segmentos antifásicos de alta frecuencia o “aperturas de ala” en el gráfico mariposa y su duración aproximada. Estos parámetros podrían ser clínicamente útiles conforme se adquiera mayor conocimiento sobre las propiedades de la MC en relación con los subtipos de ANSD, graduación de severidad y combinación con otros tipos de pérdida auditiva.

Rol del reflejo acústico

La evaluación del reflejo acústico ahora es discrecional durante cualquier estudio ABRA. Podría ser útil únicamente en el contexto de una investigación por posible ANSD y, aun así, sólo si la timpanometría es normal.

Se informa que los reflejos están ausentes en la mayoría de los casos con componente de ANSD, aunque se desconoce la sensibilidad real de este hallazgo. La ausencia de reflejos también es esperable en casos de pérdida auditiva sensorial severa/profunda convencional o pérdida auditiva conductiva significativa.

Cuando los ABR con tono pip están ausentes o presentan umbrales muy elevados, la ausencia de reflejos aporta poca información clínica adicional. Por el contrario, la presencia del reflejo acústico sería anormal si los ABR están ausentes a niveles de estímulo muy altos, y debería llevar a una re-evaluación crítica de los hallazgos del estudio. En ese sentido, el test de reflejos podría considerarse una herramienta de verificación cruzada. Sin embargo, en el contexto de este protocolo, se podría considerar que dicha verificación cruzada es redundante.

Categorías de resultados de ANSD

a. Si hay DPOAEs presentes en 2, 3 o 4 kHz y el click ABR V-V' < 0.1 μ V:

Componente de ANSD definitivo

b. Si hay DPOAEs presentes en 2, 3 o 4 kHz y el click ABR V-V' entre 0.1 - 0.2 μ V:

Componente de ANSD probable

c. Si las DPOAEs están ausentes o son poco confiables en 2, 3 y 4 kHz, aplicar la siguiente tabla:

CM, pk-pk, μ V	Click ABR V-V' pk-pk, μ V		
	< 0.1	0.1 – 0.2	> 0.2
< 0.1	NS	NS	NS
0.1 - 0.2	Probable	See Ratio	NS
> 0.2	Definite	Probable	See Ratio

15

En las celdas etiquetadas como 'see Ratio', calcular la relación de amplitud CM/ABR utilizando los valores pico a pico. Si la relación excede 1.5, el resultado es 'Probable componente de ANSD', de lo contrario, se considera que 'ANSD no se sospecha'.

La terminología 'componente de ANSD' se utiliza para recordar a los destinatarios del informe que pueden estar presentes de manera concurrente componentes de ANSD, pérdida auditiva sensorial convencional (OHC) y pérdida auditiva conductiva, y que 'Pérdida auditiva sensorial/neural' no significa simplemente pérdida auditiva sensorial convencional o ANSD.

Manejo temprano

En el IHP la ANSD se confirma inicialmente entre los 3 y 5 meses de edad corregida. Es común esperar a obtener umbrales conductuales mediante audiometría por refuerzo visual antes de considerar la amplificación (ver Protocolo de Amplificación del IHP, 2023). Esta prueba debe intentarse lo antes posible, típicamente alrededor de los seis meses, a menos que existan contraindicaciones. La concordancia o discrepancia entre los resultados de ABR y VRA puede modificar el panorama diagnóstico y las recomendaciones de seguimiento.

Se requiere una comunicación cuidadosa con las familias si la categoría de resultado del test de ANSD es “definitiva” o “probable”. Algunos puntos básicos que deben explicarse son:

- Cuando la ANSD está presente, la audición no puede predecirse a partir del test de ABR.
- Los bebés con ANSD presentan una amplia gama de pérdidas auditivas, pero la mayoría tiene algún grado de pérdida.
- La prueba conductual de audición normalmente se intentará alrededor de los 6 meses de edad.
- Las observaciones de las familias sobre las respuestas del bebé a los sonidos pueden brindar información útil.
- Muchos niños con ANSD tienen dificultades para entender el habla,

especialmente si hay mucho ruido de fondo o varias personas hablando. • La dificultad adicional para entender el habla ocurre porque la ANSD interfiere con el tiempo de las señales sonoras mientras viajan por los nervios auditivos hacia el cerebro.

- Algunos niños (alrededor del 50%) con ANSD se benefician de la amplificación.
- Por lo general, no se proporciona amplificación hasta que se obtienen umbrales conductuales confiables.
- Algunos niños con ANSD que no obtienen mucho beneficio de la amplificación pueden tener buenos resultados con implantes cocleares.

A menudo se afirma que la fluctuación de la audición y la posible mejoría auditiva con el tiempo son sucesos comunes en la ANSD, o incluso características clave del trastorno. Estas afirmaciones son incorrectas. La fluctuación de los niveles auditivos en la ANSD no es un hallazgo común y probablemente esté limitada a subtipos específicos de ANSD.

De manera similar, aunque es posible que los niveles de audición cambien con el tiempo en algunos casos, la incidencia real de progresión o mejoría podría ser muy baja y la evidencia disponible hasta la fecha no es de alta calidad.

Lic. Diana Laurnagaray

Configuración de equipo de potenciales evocados auditivos de tronco cerebral.

PROTOCOL FILES	See detailed SETUP procedure notes following this summary Table.	
ELECTRODE SITES	Noninverting: High midline forehead, referenced to Inverting for Channel 1: Left mastoid Inverting for Channel 2: Right mastoid Common: Lateral forehead > 3 cm from Noninverting electrode	
CHANNELS	Air Conduction: Two channel or single channel ipsilateral to stimulated ear Bone Conduction: Two channel, ipsi and contra to stimulated ear	
FILTERS		
HIGH-PASS ('LOW')	Tonepip thresholds	30 Hz
	All click recordings	150 Hz
LOW-PASS ('HIGH')	Tonepip thresholds	1500 Hz
	All click recordings	2000 Hz
NOTCH FILTER	Off, except as a last resort when 60 Hz artifact is severe.	
ARTIFACT REJECT	Off	
AMPLIFIER GAIN	150,000 (not adjustable)	
AVERAGING	2000-4000 adjusted sweeps per tracing, 1 to 3 tracings per condition.	
EPOCH LENGTH	25 ms	
RESIDUAL NOISE TARGET	≤ 0.020 μV, recommended for Response-Negative judgement.	
INTENSITY LEVELS	Starting at 0, 5 dB intervals until max level	
STIMULI		
TONEPIPS	Linear ramp (Trapezoidal envelope), 2-1-2 cycle rise/plateau/fall times. Alternating polarity. Repetition rate 37.7/s.	
CLICKS	100 μs drive voltage pulse duration Alternating, condensation, rarefaction polarity as specified. Repetition rate 21.5/s	
MASKING	Ipsilateral: None. Contralateral: discretionary 60 dB broad-band noise.	
STIMULUS TRANSDUCER CALIBRATION OFFSETS	See Appendix D for IHP Integrity Stimulus Transducer Calibration. See Appendix E for IHP Integrity Protocols.	

Referencias:

American Electroencephalographic Society (1994). Guideline thirteen: Guidelines for standard electrode position nomenclature. *JClin Neurophysiol* 1994;11:111-113.

American Speech-Language-Hearing Association (2004). Guidelines for the Audiologic Assessment of Children From Birth to 5 years of Age [Guidelines]. Available from www.asha.org/policy.

ANSI (R2013). American National Standard : Maximum Permissible Ambient Noise Levels for Audiometric Test Rooms. ANSI S3.1-1999. New York: Acoustical Society of America.

Berlin CI, Hood LJ, Morlet T, Wilensky D, Li L, Mattingly KR, et al (2010). Multi-site diagnosis and management of 260 patients with auditory neuropathy/dys-synchrony (auditory neuropathy spectrum disorder). *Int JAudiol*; 49(1):30-43.

BC Early Hearing Program (2012). Audiology Assessment Protocol. v 4.1, November 2012. Available at www.phsa.ca/documents/bcehpaudiologyassessmentprotocol

Hunter, L. L., Blankenship, C. M., Keefe, D. H., Feeney, M. P., Brown, D. K., McCune, A., Fitzpatrick, D. F., & Lin, L (2018).

Longitudinal development of distortion product otoacoustic emissions in infants with normal hearing. *Ear and hearing*, 39(5), 863–873.

Hyde, M. (Ed.) (2011). Principles and Methods of Population Hearing Screening in EHDI. San Diego, CA: Plural.

Infection Prevention and Control Guidelines for Audiology (2010). An interorganizational group for speech-language pathology and audiology, retrieved from: http://www.caslp.com/sites/default/uploads/files/GU_EN_Infection_Prevention_Control_Guidelines_Audiology.pdf

McCreery R, Kamisnski J, Beauchaine K, Lenzen N, Simms K, Gorga M. (2015). The impact of degree of hearing loss on auditory brainstem response predictions of behavioral thresholds. *Ear Hear*; 36(3): 309-319.

Personal Health Information Act (2004). Chapter 3, Schedule A, Government of Ontario, retrieved from: <https://www.ontario.ca/laws/statute/04p03>

Rance G. (2005). Auditory neuropathy/dys-synchrony and its perceptual consequences. *Trends in Amplification*; 9:1–43.

Rance G, Starr A. (2015). Pathophysiologic mechanisms and functional hearing consequences of auditory neuropathy. *Brain* 2015;138:3141-3158.

Rance G, Starr A. (2011). Auditory neuropathy/dys-synchrony. In: Seewald R, Tarpe AM, editors. Comprehensive handbook of pediatric audiology. Chapter 13.

San Diego: Plural Publishing; 225–42.

Rosenfeld, R. M. et al. Clinical practice guideline: otitis media with effusion (update). *Otolaryngol. Head Neck Surg.* 154, S1-S41 (2016). Downloadable from: <https://www.aafp.org/patient-care/clinical-recommendations/all/otitis-medial.html#Otitis> Media With Effusion

Roush P, Frymark T, Venediktov R, Wang B (2011). Audiologic management of Auditory Neuropathy Spectrum Disorder in children: A systematic review of the literature. *Am J Audiol*, 2011;20:159-170.

Sharma, A, Cardon, G. (2015). Cortical development and neuroplasticity in Auditory Neuropathy Spectrum Disorder. *Hearing Research* 2015;330:221-232

Small SA, Hatton J, Stapells D (2007). Effects of bone oscillator coupling method, placement location, and occlusion on bone conduction auditory steady-state responses in infants. *Ear and Hearing* 2007;28(1): 83-98.

Small SA, Hu N (2011). Maturation of the occlusion effect: a bone conduction auditory steady state response study in infants and adults with normal hearing. *Ear Hear* 2011;32(6):708-19.

Stapells D (2011). Frequency-specific threshold assessment in young infants using the transient ABR and the brainstem ASSR. Ch. 20 in Seewald R & Tharpe AM (2011). *Comprehensive Handbook of Pediatric Audiology*. Plural Publishing, Inc., San Diego, CA.

Stapells DR (2011). Threshold estimation by the tone-evoked auditory brainstem response: a literature meta-analysis. *J Sp-Lang Pathol Audiol* 2000;24:74-83.

Stapells DR (2000). Frequency-specific evoked potential audiometry in infants. In RC Seewald (Ed): *A Sound Foundation through Early Amplification*. Phonak AG, 2000, pp 13-32.

Stapells DR, Oates P. Estimation of the pure-tone audiogram by the auditory brainstem response: A review. *Audiol Neuro-Otol* 1997;2:257-280.

Stapells DR: HAPLAB Website: a good source of information on AEPs generally and tone pip ABR specifically: audiospeech.ubc.ca/haplab/ThreshABR.html

Teagle H, Roush P, Woodard J et al. (2010). Cochlear implantation in children with Auditory Neuropathy Spectrum Disorder. *EarHear* 2010;31(3):325-35.

Walker E, McCreery R, Spratford M, Roush P (2016). Children with auditory neuropathy spectrum disorder fitted with hearing aids applying the American Academy of Audiology Pediatric Amplification Guideline: Current Practice and Outcomes. *JAAA*; 27(3): 204-218.

Yang, E. Y., & Stuart, A. (1990) A method of auditory brainstem response testing of infants using bone-conducted clicks. *Journal of Speech-Language Pathology and*

Audiology, 14(4), 69-76, 1990.