

## Revisión

# Revisión de los métodos de *screening* en hipoacusias

J. URDIALES URDIALES<sup>1</sup>, E. ÁLVARO IGLESIAS<sup>2</sup>, I. LÓPEZ FERNÁNDEZ<sup>1</sup>, G. VÁZQUEZ CASARES<sup>1</sup>, J. PIQUERO FERNÁNDEZ<sup>1</sup>, M. CONDE LÓPEZ<sup>1</sup>, F. FERNÁNDEZ CALVO<sup>2</sup>, P. GONZÁLEZ LÓPEZ<sup>3</sup>, J.M. GARCÍA VELA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Servicio de Neurofisiología Clínica. <sup>2</sup>Servicio de Neonatología. <sup>3</sup>Servicio de Prevención. <sup>4</sup>Servicio de Atención Especializada (SACYL) Hospital de León. León

### RESUMEN

**Introducción:** La detección precoz de la hipoacusia tiene importancia para instaurar rehabilitación auditiva temprana y conseguir el desarrollo normal del lenguaje. Por este motivo se han desarrollado programas de *screening* auditivo en neonatos, que se iniciaron en pacientes con factores de riesgo de hipoacusia. El estudio neurofisiológico de potenciales evocados auditivos del troncocerebral (PEATC) constituye un método objetivo de detección precoz de trastornos de la audición y evaluación funcional de la vía auditiva.

**Objetivos:** Estudiar la incidencia de hipoacusia en neonatos y niños con factores de riesgo en nuestra área asistencial así como hacer una revisión de los métodos de *screening* de hipoacusia con análisis coste-efectividad.

**Métodos:** Se realizó PEATC, años 2001 y 2002, a todos los neonatos y niños que presentaron algún factor de riesgo audiológico o neurológico, basándose en los criterios de la Comisión Española para la Detección Precoz de Hipoacusia. El estudio incluyó 157 niños con edades desde el nacimiento hasta los 5 años.

**Conclusiones:** El resultado muestra en niños con factores de riesgo una incidencia de 7,6% de hipoacusia neurosensorial y 2,5% de hipoacusia neurosensorial profunda bilateral. El realizar este programa de *screening* permitió disminuir la edad de detección de la hipoacusia en los neonatos antes de los 6 meses de edad.

Los PEATC convencionales son el método más sensible de valoración de la audición en niños; sin embargo, son demasiado costosos y en tiempo empleado como método inicial de *screening*. El uso de equipamientos automatizados de *screening* universal, puede reducir el coste e incrementar el coste-efectividad.

**Palabras clave:** Potenciales evocados auditivos de troncocerebral; Neonatos y Niños; *Screening*; Hipoacusia.

### ABSTRACT

**Introduction:** The early identification of hearing loss is very important to begin a early rehabilitation and to get a normal development of the language. Because of this reason, programs of hearing screening have been developed for newborns, mainly in cases with risk factors. Neurophysiological study Brainstem auditory evoked Response(BAER) is an objective test that provides an early detection of hearing loss and a functional evaluation of the auditory pathway.

**Objectives:** To study the incidence of hearing loss in children with risk factors in our field of primary care and to make a revision of hypoacusis screening with cost-effectiveness analysis of universal newborn hearing screening methods.

**Methods:** All newborn and children presenting some factors of audiological or neurologic failure, based on the cri-

Correspondencia: Javier Urdiales Urdiales. Servicio de Neurofisiología Clínica. Hospital de León. Altos de Nava s/n 24008 León  
Correo electrónico: urdijavier@terra.es  
Recibido: Junio 2003. Aceptado: Julio 2003

teria of the Spanish Commission for the Early Detection of Hypoacusis, were tested by BAER, in the years 2001 and 2002. The study included 157 children, between the ages of birth and 5 years old.

**Conclusions:** In cases of children with risk factors, the results show that the incidence of sensorineural hearing loss is 7.6% and of bilateral profound hearing loss is 2.5%

The age of identification of hearing loss was decreased in newborn under 6 months with the hearing screening programs. Conventional BAER has long been recognized as the most sensitive method of assessing the auditory acuity of newborns. However, it was thought to be too expensive and time-consuming a procedure for initial stage screening. To use automated universal screening equipment can reduce costs and increase cost-effectiveness.

**Key words:** Brainstem auditory evoked responses; Newborn and children; Screening; Hypoacusis.

## INTRODUCCIÓN

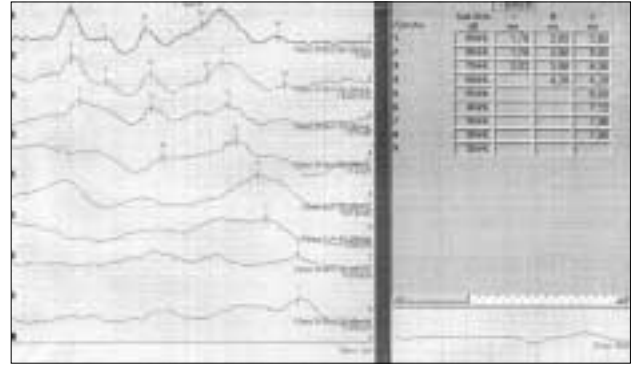
La detección precoz de hipoacusia en niños es de suma importancia para evitar futuros problemas de aprendizaje. El estudio neurofisiológico de potenciales evocados auditivos de troncoencéfalo (PEATC) tiene interés en neonatos y niños por constituir un método objetivo y fiable en la detección precoz de la audición<sup>(1)</sup>.

La interpretación de los PEATC se puede hacer bajo dos criterios<sup>(2)</sup>:

1. Criterio de alteración audiológica que trata de estimar el umbral auditivo.
2. Criterio de afectación neurológica que considera la conducción central de la vía auditiva hasta el troncoencéfalo.

Los estudios con PEATC se realizan en recién nacidos buscando anomalías bajo criterio audiológico<sup>(3-7)</sup> teniendo como finalidad primordial el diagnóstico temprano de los trastornos de la audición. Otros estudios tienen una interpretación doble pretendiendo también determinar el significado pronóstico del nivel lesional<sup>(8,9)</sup>.

En individuo normo-oyente a intensidades altas (80 dB) se recoge un complejo ondulatorio de cinco ondas como respuesta evocada auditiva de troncoencéfalo. Estas cinco ondas son atribuidas : onda I, a la actividad del nervio auditivo,



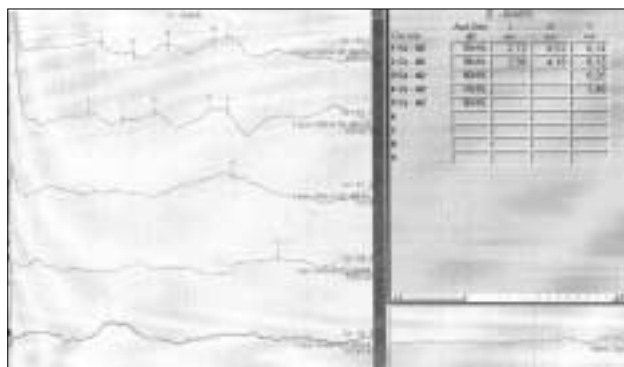
**Figura 1.** PEATC de oído I. en lactante de 5 meses con antecedente de hiperbilirrubinemia: al disminuir la intensidad se produce una prolongación fisiológica de la onda V con persistencia de onda V a 30 dB. PEATC normal para su edad.

Onda II, al núcleo coclear, Onda III, oliva superior en la protuberancia, y complejo IV-V con onda IV, al núcleo lateral del lemnisco y onda V, el colículo inferior<sup>(10,11)</sup>. A medida que disminuimos la intensidad del estímulo se produce una prolongación y desaparición de las ondas del complejo ondulatorio, salvo la onda V que marca el umbral<sup>(11,12)</sup> (Fig. 1), pudiéndose configurar la curva de latencia intensidad de la onda V. El objetivo de esta prueba es determinar el umbral así como las latencias en milisegundos de la onda V para cada intensidad con el fin de diferenciar la hipoacusia de transmisión de la neurosensorial por afectación coclear<sup>(13)</sup> (Figs. 2 y 3).

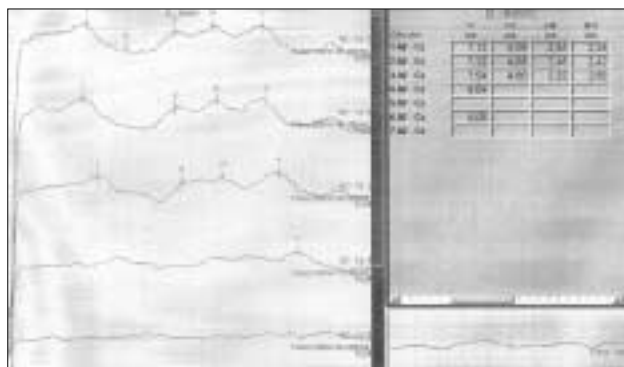
La configuración y latencias de las ondas de los PEATC cambia con la maduración de la vía auditiva en el troncoencéfalo. Hay que tener en cuenta que la inmadurez del prematuro neonato retrasa las latencias de las ondas<sup>(6,12,13,14,15)</sup>. En el neonato la relación de amplitud entre la onda I y la onda V es a favor de la onda I, y la maduración de la vía periférica (onda I) se produce antes en el tiempo que la maduración del troncoencéfalo<sup>(12-14)</sup>. La maduración de la vía auditiva alcanza el nivel del adulto entre los 18 meses y 3 años según diferentes autores<sup>(12)</sup>.

## OBJETIVOS

Estudiar la incidencia de la hipoacusia en neonatos y niños con factores de riesgo en nuestra área asistencial y



**Figura 2.** PEATC de oído derecho en lactante de 6 meses con antecedentes de sepsis y tratamiento por ototóxicos, donde se objetivan algunas anomalías: onda I prolongada, mayor prolongación de la onda V de 80 a 70 dB y umbral de onda V a 70 dB. Hipoacusia mixta con moderada-severa afectación neurosensorial por afectación coclear de oído derecho.



**Figura 3.** PEATC de oído derecho en lactante de 5 meses con antecedentes de TCE, hematoma subdural maltrato, donde se objetivan algunas anomalías: latencia interpico I-V prolongada y umbral de onda V a 70 dB. Moderada hipoacusia neurosensorial retrococlear.

hacer una revisión de los métodos de *screening* de hipoacusia con análisis coste-efectividad.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El *screening* de hipoacusias en el Área de Salud de León (aproximadamente 2.000 nacimientos al año) se ha realizado en lactantes y niños con factores de riesgo siguiendo el protocolo de la Comisión Española para la Detección Pre-

coz de la Hipoacusia (CODEPEH). (Tabla I y II). Estamos pendientes de la implantación y puesta en práctica en nuestra Área de Salud del programa de nuestra Comunidad Autónoma para el *screening* universal que se pondrá en práctica este año 2003.

En nuestro Hospital los lactantes y niños con indicadores de riesgo son enviados por Neonatología y Pediatría a Neurofisiología Clínica para la realización de PEATC. Si se confirma la hipoacusia son enviados a ORL para su tratamiento y seguimiento.

La obtención de los PEATC se efectuó con el niño en reposo o durante el sueño natural siguiendo las recomendaciones del Comité Internacional de la Federación de Neurofisiología Clínica IFCN (*International Federation Clinical Neurophysiology*)<sup>(17)</sup>.

El estímulo consistió en *clicks* unilaterales, suministrados mediante auriculares. Ruido de enmascaramiento del oído contralateral. La intensidad inicial fue de 70-80 dB nHL, que sólo se incrementó aisladamente hasta 90-95 dB en caso de respuestas anormales o dificultad de alguna de las ondas y posteriormente se exploró el umbral de la onda V. Las señales se registraron mediante electrodos de superficie en una derivación vértex-mastoides ipsilateral (Cz-A). En neonatos Cz anterior a la fontanela. Filtros entre 100 Hz y 3 kHz. Se promediaron de 1.000 a 2.000 estímulos. Como criterios de normalidad se adoptaron los ya publicados por otros autores<sup>(10,11,12,13)</sup> que coinciden con las de nuestro laboratorio.

En neonatos y niños con PEATC anormales, o bien que no se alcanzaba el umbral de onda V a 30 dB en el primer estudio, se les realizó PEATC de confirmación de 3 a 6 meses.

En nuestro Hospital, que cubre el Área de Salud de León, donde hay 2.000 nacimientos al año se han realizado PEATC a 157 neonatos y niños con factores de riesgo de hipoacusia y se han detectado en total 31 hipoacusias; de ellas 6 hipoacusias neurosensoriales (2 hipoacusias neurosensoriales profundas bilaterales) en lactantes menores de 6 meses y 6 hipoacusias neurosensoriales (2 hipoacusias neurosensoriales profundas bilaterales) en niños mayores de 6 meses con 19 casos de hipoacusia de transmisión en estos últimos (Tablas III y IV).

El **resultado** muestra que en nuestra Área Asistencial **en niños con factores de riesgo** existe un 19,7% de hipoacusias totales y 7,6% de hipoacusias neurosensoriales en niños con

TABLA I. FACTORES DE RIESGO DE HIPOACUSIA (CODEPEH)

1. Antecedentes familiares con sordera neurosensorial congénita o en la infancia
2. Infección gestacional (citomegalovirus, rubéola, sífilis, herpes, toxoplasma, etc.)
3. Malformaciones craneofaciales (incluyendo la oreja y el conducto auditivo)
4. Peso < 1,500 gramos
5. Hiperbilirrubinemia grave
6. Agentes ototóxicos en la gestante o en el niño
7. Meningitis bacteriana u otras infecciones que pueden cursar con hipoacusia (parotiditis, sarampión, etc.)
8. Accidentes hipóxico-isquémicos (apgar <4 al minuto o < 6 a los 5 minutos)
9. Ventilación mecánica
10. Síndromes asociados a hipoacusia
11. Traumatismo craneoencefálico con pérdida de conciencia o fractura craneal
12. Trastornos neurodegenerativos
13. Sospecha de hipoacusia
14. Retraso del lenguaje
15. Otitis media crónica o recidivante

TABLA II. CLASIFICACIÓN DE LAS HIPOACUSIAS

Normal: se visualiza onda V a 30 dB en ambos oídos  
 Hipoacusia leve: se visualiza onda V a 40 dB  
 Hipoacusia moderada: se visualiza onda V a 60 dB  
 Hipoacusia severa: se visualiza onda V a 80 dB  
 Hipoacusia profunda: se visualiza onda V a 95 dB  
 Sordera completa: no se visualiza onda V

factores de riesgo y un **2,5% de hipoacusia neurosensorial profunda bilateral**. Estos datos son similares aunque con algunas diferencias respecto otros autores; así, un estudio multicéntrico realizado en España por Manrique y cols.<sup>(18)</sup> encuentra una incidencia de hipoacusia del **7,69%** en la población de riesgo y un **2,13%** de hipoacusia severa a profunda y Rivera y cols. muestran **4,34%** de hipoacusias neurosensoriales y un **2,8%** de hipoacusias neurosensoriales profundas bilaterales y para el área 3 de Madrid<sup>(7)</sup>. Navarro Rivero y cols. realizan un estudio prospectivo con PEATC en 151 niños de riesgo, en las Palmas de Gran Canaria y encuentran una incidencia más alta, el **47%**, 11 con sordera profunda, 4 bilateral (es decir, **2,6%** de hipoacusia profunda bilateral)<sup>(6)</sup>.

## REVISIÓN DE LOS MÉTODOS DE SCREENING DE HIPOACUSIAS EN NEONATOS Y NIÑOS

Dado que la hipoacusia en las primeras etapas de la vida es indetectable en exploraciones rutinarias, es inevitable recurrir a programas de diagnóstico precoz para evitar retrasos terapéuticos. En el caso de la hipoacusia infantil el problema radica en la correcta delimitación de la población subsidiaria de ser sometida a estos programas de detección precoz de hipoacusia. ¿Deben extenderse a todos los neonatos o restringirse sólo a aquellos en los que se identifiquen indicadores asociados a hipoacusia? Morant y cols. realizan un estudio retrospectivo<sup>(19)</sup> y concluyen en la necesidad de adoptar planteamientos basados en los programas de detección precoz de la hipoacusia.

*Con el test de distracción a los 7 meses:* esta prueba consiste en medir la habilidad del niño para localizar un estímulo sonoro fuera del su campo de visión. Roberson (1995), en un estudio realizado en 197 niños con hipoacusia neurosensorial, encuentra que la edad media de diagnóstico en esos niños fue de 18 meses de edad.

*Con screening auditivo neonatal:* según los resultados que ofrecen estudios publicados en los que se evalúan programas de *screening* auditivo neonatal, la edad de identificación de los niños con hipoacusia se sitúa alrededor de los **3-6 meses**.

*Screening en niños con factores de riesgo de hipoacusia:*

- Estrategia muy utilizada<sup>(3-9)</sup>, pero tiene el inconveniente de que sólo detecta el 50% de las hipoacusias según la Academia Americana de Pediatría<sup>(20)</sup>, este dato apoya el *screening* universal para poder abarcar los casos de hipoacusia sin antecedentes de riesgo.

*Screening universal de la hipoacusia en lactantes, justificación:*

- **La hipoacusia tiene una elevada incidencia.** La incidencia de hipoacusia es de 1/1.000 recién nacidos según la OMS y de 1/1.000 recién nacidos de hipoacusias severas a profundas<sup>(21-23)</sup>. A modo de comparación el hipotiroidismo y la fenilcetonuria (para los que existe un plan nacional de detección) afecta a 1/3.000 y 1/14.000 recién nacidos, respectivamente<sup>(21)</sup>.
- **Aprobado por el Congreso de Diputados** en Sesión Plenaria celebrada 16 de marzo 1999 por la que se insta al Gobierno a articular un **screening auditivo universal** y no un *screening* basado sólo en los factores de riesgo. La

**TABLA III.** HIPOACUSIAS NEUROSENSORIALES EN LACTANTES MENORES DE 6 MESES

Nº	Factores de riesgo de hipoacusia	Grado de hipoacusia neurosensorial
1	Antecedentes de sordera familiar	Neurosensorial coclear severa-profunda bilateral
2	Síndrome de Waardenburg tipo 1, (con dystopia canthorum, hipopigmentación bilateral del iris, cabello con mechón blanco)	Neurosensorial coclear y retrococlear severa-profunda bilateral
3	Prematuro, bajo peso, hiperbilirrubinemia severa	Neurosensorial coclear y retrococlear moderada bilateral
4	Bajo peso, maltrato, hematoma subdural.	Neurosensorial retrococlear moderada
5	Sepsis y ototóxico (gentamicina)	Neurosensorial coclear severa unilateral
6	Sepsis y ototóxico (gentamicina)	Neurosensorial coclear moderada unilateral

**TABLA IV.** HIPOACUSIAS NEUROSENSORIALES EN LACTANTES MAYORES DE 6 MESES

Nº	Factores de riesgo de hipoacusia	Grado de hipoacusia neurosensorial
1	Sin antecedentes referidos	Neurosensorial coclear severa-profunda bilateral
2	No refería antecedentes en la primera historia y sí cuando se rehistorió <i>a posteriori</i> (tío)	Neurosensorial coclear y retrococlear severa-profunda bilateral
3	Antecedente familiar de sordera neurosensorial	Neurosensorial coclear moderada bilateral
4	Hiperbilirrubinemia neonatal	Neurosensorial coclear y retrococlear moderada bilateral
5	Meningitis bacteriana y ototóxicos	Neurosensorial coclear y retrococlear severa unilateral
6	Viriasis (varicela)	Neurosensorial coclear moderada unilateral

estrategia de detección universal se está realizando ya en España en varias Comunidades: La Rioja, Navarra Cantabria y Extremadura, entre otras<sup>(21,22,24,25)</sup>.

- Los niños sordos pueden comportarse como si no lo fueran hasta los 18 meses o más, lo que hace que, en ausencia de pruebas de detección, se diagnostiquen tarde (en promedio 3 años), cuando ya se ha superado la edad crucial de desarrollo del sistema nervioso que permite la adquisición del lenguaje<sup>(19,21)</sup>.
- **Técnicas de diagnóstico precoz:** otoemisiones acústicas (OEA) y los PEATC.
  - Las OEA miden la vía auditiva periférica, incluida la cóclea, tienen una sensibilidad del 70-90% y una especificidad del 70-80%. Ventajas: es una prueba rápida (2-3 minutos por oído), sencilla de realizar, con simplicidad de interpretación en los resultados y económica, con bajo coste. Su desventaja es que no detectan las hipoacusias retrococleares<sup>(7,18,21,22,24,25)</sup>.
  - Los PEATC evalúan la actividad de la vía auditiva, desde la cóclea, extremo distal del nervio auditivo, núcleo coclear, troncoencéfalo hasta el mesencéfalo,

tienen una sensibilidad cercana al 100% y una especificidad del 80-90%. Su ventaja es que es más fiable y la desventaja es que requiere tiempo en la exploración ya que hay que objetivar y promediar las ondas del complejo ondulatorio y buscar el umbral auditivo, lo que lleva un tiempo de 30 minutos por oído como media y personal altamente cualificado con un alto grado de especialización<sup>(1-4,7,10-13,16,18,20-23,26,27)</sup>.

- Los PEATC automatizados (A-ABR Algo 1 o Algo 2): de reciente introducción<sup>(28,29,30)</sup>. Mehl y cols. analizan la experiencia de un cribado auditivo universal en EE.UU., sobre 41.796 niños, con una prevalencia de hipoacusia de moderada a profunda de 2/1.000 nacidos vivos. Se utilizaron las pruebas PEATC (modelos Algo 1, Algo 2 o PEATC convencionales dependiendo del hospital) y/u OEA. No se evidenció ningún falso negativo resultante de *screening*, con lo cual se observa una sensibilidad del 100% para el programa. Los autores estiman una especificidad final del programa del 94%<sup>(30)</sup>.

- Tras unos años de experiencia con el *screening* en niños con factores de riesgo, se comprobó que el 50% de los niños con hipoacusia quedaban sin detectar, entre otros motivos por la dificultad de recoger los indicadores de riesgo y especialmente los antecedentes familiares, que con frecuencia son reconocidos *a posteriori* tras la detección de la hipoacusia. Ello motivó que se aconsejara ampliar el *screening* a todos los neonatos<sup>(31)</sup>. En 1994 *Joint Committe on infant Hearing* de los EE.UU. recomendaba la realización de un *screening* auditivo mediante OEA a todos los recién nacidos<sup>(32)</sup>, resaltando que el cribado por factores de riesgo sólo identifica a la mitad de los afectados. Posteriormente aconsejarían ampliar el *screening* auditivo todos los recién nacidos el *European Consensus Development Conference on Neonatal Hearing Screening* en 1998<sup>(33)</sup>, la Academia Americana de Pediatría en 1999<sup>(20)</sup> y la CODEPEH, en España, en 1999<sup>(34)</sup>.

#### Objetivos del *screening*

- Identificación de todos los niños con hipoacusia. (Para la Academia Americana de Pediatría el *screening* universal debe intentar explorar al 100% de la población, considerándose efectivo si alcanza al 95%).
- El diagnóstico debe ser realizado antes de la edad de comienzo de adquisición del lenguaje por parte del cerebro. Se considera adecuado que el diagnóstico de la hipoacusia se realice en los primeros seis meses de vida.

#### Métodos de *screening*

- 1er Nivel:* se iniciará por la anamnesis y exploración física para descartar y/o confirmar factores de riesgo, siguiendo el protocolo y las directrices de la CODEPEH.
- Neonato **sin** factores de riesgo: el *screening* propiamente dicho se realizará mediante otoemisiones acústicas (OEA) o PEATC automatizados A-ABR.
  - En los recién nacidos a término deberá realizarse antes del alta.
  - En los pretérmino deberá realizarse a partir de las 37 semanas de edad postconcepcional.

Los neonatos que superen la prueba serán dados de alta. Los neonatos que no superen la prueba pasarán a segundo nivel.

- Neonato **con** factores de riesgo:

Dado que las OEA sólo exploran la cóclea y por tanto no detectan la hipoacusia retrococlear, si el factor de riesgo que presenta el niño se asocia a este tipo de hipoacusia se realizará PEATC automatizados A-ABR Algo 2, o bien PEATC convencionales.

*2º Nivel:* los niños que **no** pasen el primer nivel serán sometidos de nuevo a OEA o bien a PEATC automatizados A-ABR Algo 2; los que den resultado normal serán dados de alta. Los que den resultado anormal pasarán al siguiente nivel.

*3º Nivel (Diagnostico):* se realizará antes de los 3 meses de edad, mediante las técnicas específicas de PEATC convencionales.

Si el PEATC es normal, con umbral de onda V persistente a 30 dB, bilateral en ambos oídos, se da de alta al paciente. Si el PEATC no es normal, o bien no se objetiva umbral de la onda V persistente a 30 dB, se realizará un diagnóstico de confirmación antes de los 6 meses, especialmente si presenta algún factor de riesgo y teniendo en cuenta que de un 10-20% de las hipoacusias neurosensoriales congénitas son de presentación tardía<sup>(21)</sup>.

*4º Nivel (Tratamiento):* por el Servicio de ORL, (prótesis auditivas, audífonos, implantes cocleares, etc.).

Para un Área de Salud donde nacen 2.000 niños al año, de los cuales se estima que un 4% presentan factores de riesgo (FR) de hipoacusia neurosensorial profunda congénita (HNS) (Grupo Multicentrico de Detección Precoz de la Hipoacusia 1996)<sup>(18)</sup>.

#### *Screening* de alto riesgo

El porcentaje de derivación de la primera prueba de PEATC es del 14% (Grupo Multicentrico<sup>(18)</sup>). Sensibilidad para el programa es del 82% (Mason 1998)<sup>(35)</sup>.

- El coste del programa es más bajo, si está realizado por el personal de plantilla del hospital. En España el coste por prueba de PEATC es de 7.000 Ptas. 42 € (Morera 1999)<sup>(34)</sup> y de 10.000 Ptas. 60 € (J. Brines)<sup>(27)</sup>.
- Del 4% (de los 2.000 nacidos al año ) aproximadamente 80 tienen factores de riesgo. Tomando como coste medio 51 € por PEATC . Hay que sumar los recién nacidos que no pasan la primera fase de PEATC, aproximadamente el 14%, a quienes se les realizaría la segunda fase de PEATC a los 3 meses.
- El coste por niño cribado es aproximadamente de 58 €.

### Screening universal (OEA-PEATC)

Este protocolo consistiría en la aplicación de una primera valoración con la prueba de OEA en todos los neonatos. A los niños que fallen la prueba de OEA se les aplica una segunda prueba de OEA. Los niños que fallen esta segunda prueba de OEA son derivados a evaluación diagnóstica con PEATC convencional.

El porcentaje de derivación de la primera prueba de OEA es aproximadamente del 10% y el de la segunda prueba de OEA es aproximadamente del 14%<sup>(36)</sup>.

Sensibilidad para el programa del 95% (Vohr y cols. 1998)<sup>(36)</sup>.

La relación coste-efectividad es difícil de establecer y está en función del número de nacimientos en el hospital, si se precisa o no personal adicional para la realización de las pruebas. El coste del programa es bajo si el personal pertenece a la plantilla del hospital. Si existen o no máquinas de OEA y potenciales evocados.

- Una estimación realizada en España por la COPEDEH en 1999 concluye que el coste por prueba de OEA oscila entre 500 ptas. (3 €) y 2.500 ptas. (15 €)<sup>(34)</sup>.
- Teniendo en cuenta que tendríamos que sumar el 10% que pasarían al segundo nivel y el 14% que pasarían al 3º nivel (de PEATC).
- El coste por niño cribado resultaría aproximadamente de 7,3 €.

### Screening universal (PEATC automatizados A-ABR Algo 2)

Este protocolo consistiría en la aplicación de una primera valoración con la prueba de A-ABR (respuesta auditiva automatizada del *brainstem* en inglés o del troncoéncéfalo) PEATC automatizados Algo 2 en todos los neonatos. Los niños que no pasen esta prueba serían derivados a evaluación diagnóstica mediante PEATC convencionales.

El porcentaje de falsos positivos o porcentaje de derivación del aparato Algo 2 es del 2% (Mehl, 1998)<sup>(30)</sup> y del 3,21% (Vohr)<sup>(36,37)</sup>. Sensibilidad cercana al 100% (Mehl)<sup>(30)</sup>

Coste por niño cribado: 8.308 ptas. (49,93€) según informe técnico de la Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de Galicia. Diciembre, 1999<sup>(23)</sup>.

En un estudio realizado por Vohr y cols.<sup>(37)</sup> en EE.UU. año 2001, en 12.081 neonatos, donde compara los costes en relación a 3 protocolos de *screening* universal, A-ABR,

OEA y una combinación de los dos con OEA y AABR (paciente que no pase las OEA será sometido a A-ABR). El coste por niño cribado con AABR era de \$32,81; para las OEA \$ 28,69 y para las dos pruebas de \$33,05. Concluye que mientras en la fase de selección AABR tiene los costes más altos y OEA tiene las tasas más bajas, los costes totales de las dos pruebas(OEA+AABR) eran similares entre los métodos estudiados en neonatos.

### CONCLUSIONES

- En nuestra Área Asistencial, la incidencia de hipoacusia neurosensorial (HNS) en **niños con factores de riesgo** y según nuestros resultados es de 7,6% y de ellos un **2,5% de hipoacusia neurosensorial profunda bilateral**. El hecho de realizar este programa de *screening* permitió disminuir la edad de detección de la hipoacusia en los neonatos **antes de los 6 meses de edad**.
- Con la implantación de un programa de *screening* de alto riesgo sólo es identificado aproximadamente un 50% de los niños con hipoacusia neurosensorial (HNS), debido probablemente a que no se detectan factores de riesgo en todos los recién nacidos.
- El programa de *screening* universal es **más efectivo** para la detección de la HNS congénita que el programa de alto riesgo, puesto que permite identificar a un mayor número de neonatos con HNS congénita que un programa de alto riesgo.
- Los PEATC convencionales son el método más sensible de valoración de la audición en niños; sin embargo, como método inicial de *screening* universal son demasiado costosos y requieren más tiempo en la exploración. El uso de equipamientos automatizados de *screening* universal puede reducir el coste y mejorar el coste-efectividad.
- El programa universal que tiene mejor relación coste-efectividad es el que aplica OEA seguido de PEATC convencionales. Con este protocolo, el coste por niño identificado es menor que el protocolo de PEATC A-ABR Algo 2, seguido de PEATC convencionales.
- De todos los programas, **el que tiene mayor sensibilidad** es el de PEATC-A automatizados A-ABR Algo 2, seguido de PEATC convencionales.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo queremos agradecer de manera muy especial la colaboración inestimable de María Jesús Prieto y Ana González Higón, enfermeras del Servicio de Neurofisiología Clínica, sin cuya calidad humana y profesional no hubiera sido posible la realización de los PEATC.

## BIBLIOGRAFÍA

- Duara S, Suter CM, Bessard KK, Gutberl RL. Neonatal screening with auditory brainstem responses: results of follow-up audiometry and risk factor evaluation. *J Pediatr* 1986; **108**(2): 276-81.
- Goldye WD. The Brainstem Auditory Evoked Potentials in Infants and Children. *J Clinical Neurophysiology* 1992; **9**: 394-407.
- Karmel BZ, Gardner JM, Zapulla RA, Magnano CL, Brown EG. Brain-stem auditory evoked responses as indicators of early brain insult. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1988; **71**(6): 429-42.
- Levi H, Tell L, Feinmesser M, Gafni M, Sohmer H. Early detection of hearing loss in infants by auditory nerve and brain stem responses. *Audiology* 1983; **22**(2): 181-8.
- Watkin PM, Baldwin M, McEnery G. Neonatal at risk screening and the identification of deafness. *Arch Dis Child* 1991; **66** (10 spec No): 1130-5.
- Navarro Rivero B, González Díaz E, Marrero Santos L, Martínez Toledano I, Murillo Díaz MJ, Valiño Colas MJ. Estudio prospectivo de Potenciales Evocados Auditivos de Troncocerebral en niños con factores de riesgo).
- Rivera T, Coveta I. Hospital Universitario Príncipe de Asturias, Universidad de Alcalá. *Screening* auditivo en niños con factores de riesgo de hipoacusia en el Área 3 de Madrid. *Acta de Otorrinolaringología Esp* 2001; **52**: 447-52.
- Rodríguez-Rodríguez MR. Significado clínico de los potenciales evocados auditivos de troncocéfalo en neonatos. *Rev Neurología* 1997; **25**(143): 1031-3.
- Stockard JE, Stockard JJ, Kleinberg F, Westmoreland BF. Prognostic value of brainstem auditory evoked potentials in neonates. *Arch Neurol* 1983; **40**(6): 360-5.
- Chiapa. Evoked Potentials in clinical medicine third edition. Lippincott-Raven.
- Malhotra Anil. Auditory evoked responses in clinical practice. Narosa.
- Aminoff MJ. Electrodiagnosis in clinical neurology. Fourth edition. Churchill Livingstone
- Guérit JM. Les Potentiels Évoqués. Masson
- Rodríguez Sáenz E, Otero Costas J. Maduración de la respuesta auditiva del Troncocerebral. *Revista de Neurofisiología clínica Volumen III/3-4*. 1990.
- Peters J. An Automated infant screener using advanced evoked response technology. *Hearing J* 1987; **39**: 25-30.
- Comisión para la Detección Precoz de la Hipoacusia. Protocolo para la detección precoz de la hipoacusia en recién nacidos con indicadores de riesgo. 1996.
- IFCN recommended standards for brain-stem auditory evoked potentials. Report of an IFCN committee. *Electroencefalography and Clínica Neurophysiology* 1994; **91**: 12-7.
- Manrique M, Morera C, Moro M. Detección precoz de la hipoacusia en recién nacidos de alto riesgo. Estudio multicéntrico. Servicios de ORL Clínica Universitaria de Navarra, Hospital La Fe de Valencia y Departamento de Pediatría Hospital Universitario de San Carlos. Madrid. Monográfico. *Anales de Pediatría*, junio 1994; (supl **59**): 11-45.
- Morant A, Pitarch MI, García FJ, Marco J. Retraso en el diagnóstico de hipoacusia en niños. Justificación para instaurar modelos de cribaje. *An Esp Pediatr* 1999; **51**: 49-52.
- American Academy of Pediatric. Task Force on Newborn and infant hearing. Newborn and infant hearing loss: detection and intervention. *Pediatrics* 1999; **103**: 527-30.
- González de Aledo A, Morales Angulo C, Santiuste, Aja FF, Monguil-Ruiz I, Barrasa Benito J, et al. Sección de Promoción de la Salud de la Dirección General de Salud Pública y Consumo. Servicios de Neurofisiología Clínica, ORL y Pediatría/Neonatología Hospitales de Cantabria. Programas de detección precoz de la hipoacusia infantil en Cantabria. *Bol Pediatría* 20001; **41**: 54-61.
- Moro M, Almecar A. Unidad Neonatal de Screening Auditivo de Neonatología. Departamento de Pediatría. Hospital Clínico San Carlos. Universidad Complutense de Madrid. Detección e intervención precoz de la hipoacusia en la infancia. Es el momento del cambio (Editorial). *An Esp Pediatr* 1999; **51**: 329-32.
- Reza Gollanes M, Candia Bouso B, González Novoa MC, López Pardo E, Rodríguez Melcón JL, Sánchez Gómez LM, et al. Efectividad del screening auditivo neonatal universal frente al screening auditivo neonatal de alto riesgo. Informe Técnico de la Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de Galicia. Diciembre de 1999.
- Vega Cuadri A, Álvarez Suárez MY, Blanco Huelva A, Torrico Román P, Serrano Berrocal MA, Trinidad Ramos G. Otoemisiones acústicas como prueba de cribado para la detección precoz de la hipoacusia en recién nacidos. Servicios de ORL Hospitales de Badajoz y Cáceres. Subunidad de sorderas. Junta de Extremadura-Insalud. *Acta Otorrinolaringológica Esp* 2001; **52**: 273-8.
- Cabra J, Moñus A, Grijalva M, Echarri R, Ruiz de Gauna E. Hospital La Mancha Centro. Alcazar de San Juan, Ciudad Real. Implantación de un programa para la detección precoz de hipoacusia neonatal. *Acta de Otorrinolaringol Esp* 2001; **52**: 668-73.
- Moral Aldaz A, Zubizaray Ugarteche J, Bonaut Mendía C, Amézqueta Goñi C, Pelach Pániker R, Layana Echezuri E. Departamento de Salud. Navarra. Hospital Virgen del Camino. Programa de



- detección precoz de sorderas en el periodo neonatal. *Bol S Vasco-Navarro Pediatría* 2000; **34**: 46-52.
27. Brines Solanes J, Sequi Canet JM, Paredes Cencillo C, Marco Algorra. Detección del déficit de audición en el recién nacido. Programa de formación continuada pediátrica. Prous Science.
  28. Chen SJ, Yang EY, Kwan ML, Chang P, Shiao AS, Lien CF. Infant Hearing screening with an automated auditory brainstem response screening and the auditory brainstem response. *Acta Paediatr* 1996; **85**: 14.
  29. Straaten Van HLM. Automated auditory brainstem response in neonatal hearing screening. *Act paediatrica* vome:88, numer:12, suplement: 432 pags 76-9.
  30. Mehl AI, Thomson V. Newborn hearing screening: the great omission. *Pediatrics* 1998 4an; **101**(1): E4.
  31. Early identification of hearing impairment infants and young children. *NIH Consensus Statement* 1993; **1-3,11**(1): 1-24.
  32. Joint Committee on Infant Hearing. Position Statement. ASHA 1994; **36**: 38-41. Ed esvol 1995; **39**: 1.
  33. European Consensus Statement on Neonatal Hearing Screening. Milan. May 1998.
  34. Comisión para la detección precoz de hipoacusia infantil. Propuesta para la detección e intervención precoz de la hipoacusia infantil. *An Esp Pediatr* 1999; **51**: 336-334.
  35. Mason AJ, Davis A, Wood S, Farnsworth S. Field sensitivity of targeted neonatal hearing screening using the Nottingham ABR screener. *Ear* 1998; **19**(2): 91-102.
  36. Vohr BR, Carty LM, Moore PE, Letourneau K. The Rhode Island hearing assessment program: Experience with statewide hearing screening (1993-1006). *J Pediatr* 1998; **133**: 357-7.
  37. Vohr BR, Oh W, Stewart EJ, Bentkover JD, Gabbard S, Lemons J, et al. Comparison of cost and referral rates of 3 universal newborn hearing screening protocols. *J Pediatr* 2001; **139**(2): 238-44.