

# Emisiones otoacústicas y métodos de *screening* auditivo en recién nacidos

[Dr. José Miguel Godoy S.](#)

[Departamento de Otorrinolaringología, Clínica Las Condes](#)

## I. Introducción

La incidencia de hipoacusia (pérdida auditiva) en recién nacidos es de 2 a 4 por mil, lo que representa una de las anomalías congénitas más frecuentes (1,2). De allí que por décadas se haya intentado diseñar métodos de detección temprana de estas pérdidas.

Inicialmente se pensó que el "cribigrama" era una posible solución, sin embargo, este examen no resultó adecuado. Luego aparecieron los potenciales evocados, pero la complejidad en su ejecución los restringió (en los años ochenta) a niños de alto riesgo (Tabla 1). Esto significó que un 50% de los recién nacidos con hipoacusia, no eran detectados (1,2).

**TABLA 1**  
**Niños de Alto Riesgo**

Historia familiar de pérdida auditiva	Infección intrauterina rubéola sífilis citomegalovirus toxoplasmosis
Anomalías craneofaciales	Hiperbilirrubinemia
Bajo peso de nacimiento <1500 gr	Medicamentos Ototóxicos
Meningitis Bacteriana	Apgar de 0-4 al min o 0-6 a los 5 min
Síndromes asociados a pérdida auditiva	Ventilación mecánica 5 días o más

Con el transcurrir del tiempo, han habido grandes avances en la tecnología de miniaturización de equipos, en la aparición de "*software*" de interpretación, y la simplificación de los métodos de ejecución. Se han desarrollado además, nuevos exámenes auditivos como las emisiones otoacústicas que han permitido una mayor y mejor detección, con alto grado de especificidad y sensibilidad. Esto ha hecho posible que la pesquisa precoz sea posible y se esté convirtiendo en una realidad a través del mundo.

Si bien la incidencia es alta y los métodos de detección actuales permiten una pesquisa universal, es razonable preguntarse: ¿Qué utilidad tiene el hacer una detección tan temprana?

Está establecido que los niños que son diagnosticados y rehabilitados en forma

temprana (entre los 3 y los 6 meses de edad) tienen un desarrollo de lenguaje sin diferencias con sus pares normales. Por otra parte, aquellos que son detectados en forma tardía tienen un retraso importante de lenguaje, que a medida que pasa el tiempo se va haciendo más difícil de revertir.

Todo esto ha llevado a que en Europa, Estados Unidos y también en Chile, se estén implementando programas de *screening* auditivo universal.

## II. Documentación

### 1. Incidencia

En 1999 la Academia Norteamericana de Pediatría reportó que la incidencia de hipoacusia (pérdida auditiva) en niños aparentemente normales era entre un 1 a 3 por mil de los recién nacidos. En recién nacidos que requieren de cuidados intensivos la cifra sube de 2 a 4 por cada mil.

Programas de *screening* (pesquisa) auditivo universal en recién nacidos llevados a cabo en ciudades de Rhode Island, Colorado y Texas arrojaron cifras de hipoacusia entre 2-4 por mil (Tabla 2) (3,4).

TABLA 2	
Finitzo, Albright, y O'Neal (1998) Texas	3.14/1000 (N=54,228)
Vohr, Carty, Moore, etormeau (1998), Rhode Island	2.00/1000 (N=53,121)
Downs (1995) Colorado	3.20/1000 (N=4404)

Si uno compara estas cifras con la incidencia de las patologías que comúnmente se detectan en recién nacidos, resulta obvio que la patología auditiva es el doble más frecuente que cualquiera de ellas (Tabla 3).

TABLA 3	
Hiperplasia suprarrenal	2/100.000
Galactosemia	2/100.000
Fenilquetonuria	3/100.000
Enfermedad hipotiroidea	28/100.000
Enfermedad de Sickle	47/100.000

### 2. Rehabilitación temprana y sus efectos

Diversos estudios hechos en jóvenes norteamericanos graduados de educación secundaria han demostrado que aquellos con pérdidas auditivas leves o moderadas tienen registros de lectura significativamente menores que jóvenes normales. Aquellos con pérdidas auditivas severas o profundas tienen a su vez un registro de lectura a niveles comparables con niños de cuarto o quinto básico.

Apuzzo y Yoshinaga-Itano, en un estudio publicado en 1995 (5) encontraron que niños identificados y rehabilitados antes de los 2 meses tenían un lenguaje más desarrollado que aquellos identificados después de los 2 meses a pesar de recibir la misma rehabilitación.

Robinslaw (6) en 1995, demostró que niños identificados y tratados con audífonos y rehabilitación a los 6 meses o antes, adquieren conocimientos lingüísticos y de habla mucho antes que aquellos que son identificados y tratados tardíamente. En 1988 la Universidad de Colorado estableció como edad crítica de detección e intervención los 6 meses de edad.

Otros autores como Yoshinaga-Itano y Sedey Coulter (7) compararon las habilidades receptivas y expresivas del lenguaje en niños con diferentes grados de pérdida auditiva con niños normales, encontrando lo siguiente:

- i) Niños con pérdidas auditivas identificadas y tratadas a los 6 meses de edad tenían significativamente un mejor nivel de lenguaje receptivo, expresivo, y lenguaje global, comparado con aquellos identificados y tratados entre los 7 y 12, 13 y 18, 19 y 24, y 25 y 34 meses de edad. Esta diferencia (estadísticamente significativa) era independiente de variables demográficas como edad, etnicidad, modo de comunicación, grado de pérdida auditiva, status socioeconómico, y presencia de otros handicaps.
- ii) No se encontraron diferencias significativas en el desarrollo del lenguaje entre los niños identificados y tratados después de los 6 meses de edad.

En otras palabras, no existía una diferencia significativa entre los niños identificados y tratados desde los 7 a los 20 meses de edad.

Por lo tanto, para lograr buenos resultados de tratamiento, es esencial el detectar y tratar las pérdidas auditivas antes de los 6 meses de edad. Esto no quiere decir que aquellos que son detectados tardíamente no deben ser tratados o que su tratamiento no será satisfactorios.(8)

### III. Métodos de *screening* (Pesquisa-detección) auditivo

1. **Potenciales evocados auditivos del tronco cerebral.** Por muchos años el único método de detección precoz de pérdidas auditivas en recién nacidos de alto riesgo fueron los potenciales evocados. Estos representan los registros de la señal electrofisiológica que emite el nervio auditivo al ser estimulada la cóclea por una señal en el canal externo del oído (ver el capítulo sobre métodos de evaluación).

El problema práctico con este examen es que requiere de una maquinaria especial, personal entrenado, interpretación y además tiempo para lograr un buen registro de ondas auditivas. Cambios tecnológicos en los aparatos y en tecnología, así como la introducción de *software* y algoritmos de detección automática al comparar las ondas del recién nacido con normativas de niños normales, ha permitido que se pueda examinar en forma más rápida y sin requerir de un entrenamiento sofisticado. Además, la miniaturización de los equipos los ha hecho más portátiles y de un tamaño pequeño lo que ha contribuido a su masificación.

En esta modalidad de *screening* se usa como señal un clic que se entrega a través del canal externo usando una pequeña oliva desechable con el fin de atenuar el ruido ambiental. Se usa una intensidad de 35 dB en la frecuencia de 2000 Hertz. Así el software analiza las respuestas registradas hasta encontrar la onda V, comparándolas con niños normales para así emitir una respuesta si pasa o no el examen de acuerdo a las características y algoritmo del software.

Como corresponde solo a un estímulo relacionado alrededor de una frecuencia solo nos va a dar información relacionada a zonas cercanas a esta frecuencia. Es de mencionar que los potenciales evocados no evalúan función auditiva perceptual sino que la sincronía y la integridad del sistema periférico auditivo. Cuando el examen está normal se estima que la audición estará normal, lo que es cierto en la gran mayoría de los casos. En cuanto a los que no pasan el examen; éste no indica el grado de pérdida auditiva ni el nivel exacto de la posible patología. Para ello se requieren más evaluaciones. También hay que reiterar que los clics de estímulo deben viajar hacia la cóclea a través del conducto auditivo externo, tímpano y oído medio. Cualquier patología de conducción afectará entonces el resultado del examen. Debido a ello siempre debe descartarse patología conductiva en el caso de obtener potenciales evocados anormales.

## 2. Emisiones otoacústicas y su rol en *screening* auditivo

En 1978, David Kemp describió las emisiones otoacústicas. Los primeros estudios que confirmaron su utilidad e indicaciones se publicaron en los años ochenta, y las experiencias de uso masivo como *screening* llegaron en los años noventa. De allí en adelante, con la introducción de nuevos *chips* y *software* de computación, se consolidaron como una alternativa diferente, fácil de efectuar sin requisitos de interpretación. Todos estos factores contribuyeron a que este método se transformara en el predilecto en todo programa de detección *oscreening* auditivo.

### ¿Qué son las emisiones otoacústicas?

Emisiones otoacústicas son la energía acústica generada por la cóclea en forma espontánea (espontáneas) o en respuesta a un sonido externo (evocadas), y que son detectadas (cuantificadas y estandarizadas en decibeles) en el conducto auditivo externo por un micrófono (Figura 1).

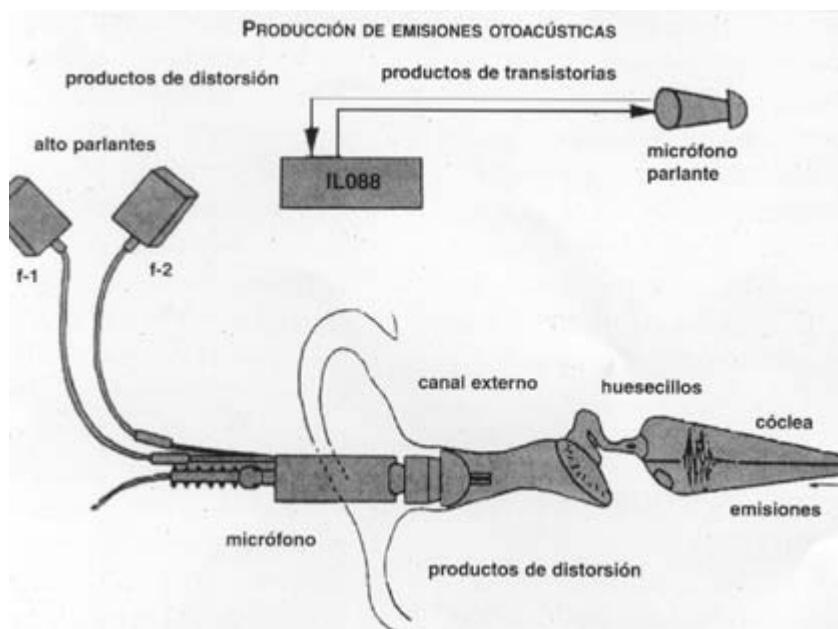


Figura 1.

La fuente de esta energía acústica son las células ciliadas externas. Estas células presentan estereocilios. Al pasar la onda sonora convertida en movimiento ondulante

del líquido del oído interno y mover los estereocilios, provoca una defeción de ellos generando un cambio electroquímico dentro de la célula externa. El cambio de voltaje intracelular induce contracciones cíclicas (depolarizaciones) y elongaciones (hiperpolarización) de la célula externa que sigue al estímulo frecuencia ciclo por ciclo. Esta electromotilidad de estas células actúa mejorando la región de máximo desplazamiento del estímulo sonoro que está viajando, aumentando su amplitud y mejorando su definición, produciendo un ruido que es captado por el micrófono en el oído externo como emisión otoacústica.

Es de mencionar que las emisiones otoacústicas son respuestas "pre neurales", es decir, de células ciliadas que están ubicadas "antes" de las células ganglionares. Por lo tanto, si hay lesiones en el tronco cerebral o en la corteza, las emisiones serán normales aunque el paciente no escuche.

Una de las características que hacen de las emisiones ideales para exámenes *descreening* auditivo de recién nacidos es su alta especificidad, es decir, las emisiones evocadas aparecen en todos los niños con audición normal. En cambio las espontáneas sólo están presentes en un 80% de niños con audición normal. También es muy útil su alta sensibilidad (la tasa de rechazo de los exámenes es bajo). El Instituto Nacional de Salud Americano ha puesto esta cifra en alrededor de 5 a 7% (8).

Otras de las características que las hacen ideales para exámenes auditivos son las siguientes: 1. Son objetivas, es decir, no responden al estado del paciente ni tampoco interviene el paciente en su aparición. 2. No son invasivas. 3. Son controladas y procesadas por un computador. 4. Están presentes en todos los pacientes con audición normal. 5. Se pueden cuantificar. 6. Son de origen pre neural (antes del nervio auditivo), es decir, son producidas por las células ciliadas externas de la cóclea. 7. Son muy sensitivas. Responden al máximo a niveles de estímulos bajos.

Dentro de las emisiones evocadas están las transitorias y los productos de distorsión.

Las transitorias están presentes en todos los pacientes con audición normal y fueron las primeras en ser utilizadas en forma masiva. Esta tecnología fue desarrollada por David Kemp.

En los años noventa gracias a la aparición de pequeños microprocesadores y la automatización de los equipos aparecieron los llamados productos de distorsión (DP). Para producirlos se necesita un generador de estímulo (que está dentro del computador). En la oliva que se coloca en el conducto auditivo externo se coloca un micrófono y también una fuente de sonido. El computador tiene un software que permite detectar y procesar la información obtenida dando un resultado en forma automática una vez concluido el examen.

En resumen; dentro de las emisiones evocadas, las dos con connotación clínica son las transitorias y los productos de distorsión.

### **Emisiones otoacústicas transitorias**

Las transitorias corresponden a la energía acústica que generan (emiten) las células ciliadas externas frente a un clic auditivo presentado en forma breve. Este método permite la estimulación de todas las frecuencias de la cóclea como se demuestra en el siguiente examen (Figura 2).

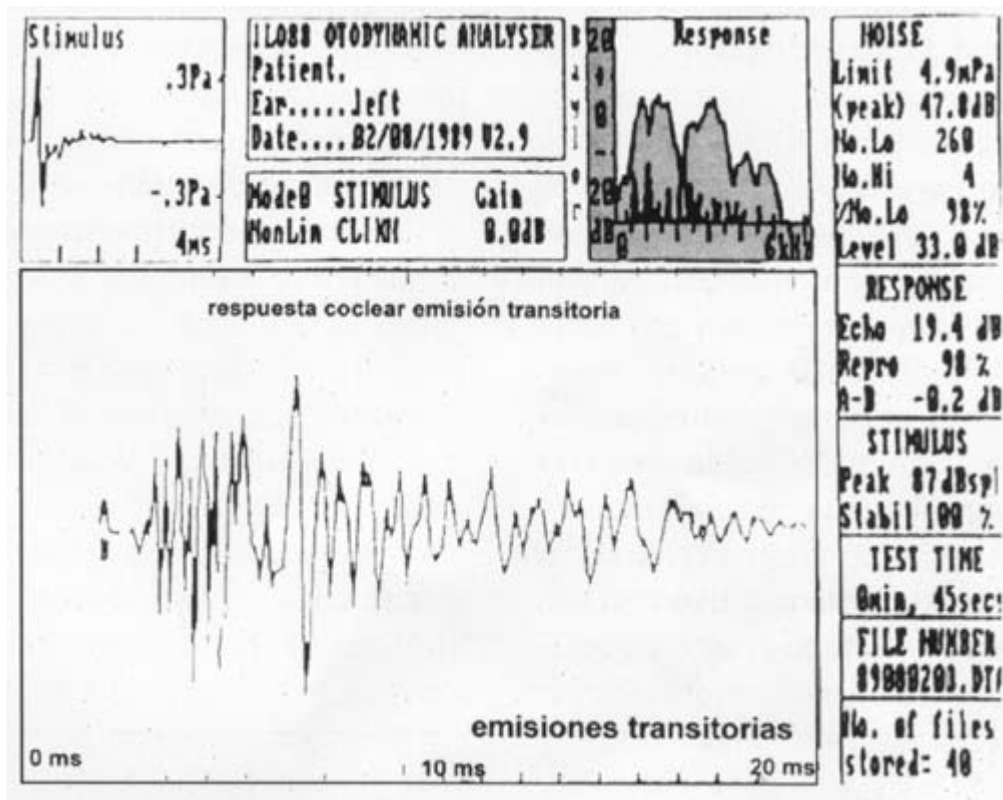


Figura 2.

### Productos de distorsión

Los productos de distorsión (DP) corresponden a la energía acústica que emiten (generan) las células ciliadas externas de la cóclea en respuesta a dos estímulos tonales cercanos en frecuencia y presentados simultáneamente en el conducto auditivo externo del paciente. Esto hace que el oído responda con energía acústica en otra frecuencia (distinta) de los tonos estimulados y que corresponde a una fórmula matemática representada por:

$$DP=2 f1-f2$$

DP = Producto de distorsión

f1 =representa el tono de menor frecuencia

f2 =representa el tono de mayor frecuencia (Figura 3)

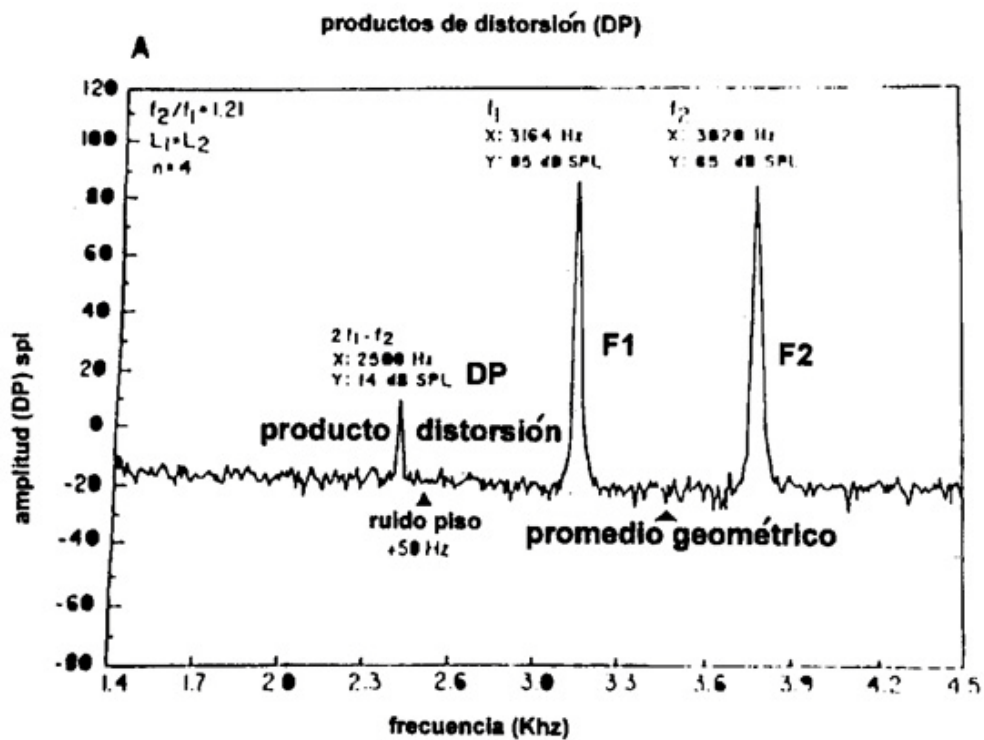


Figura 3.

El poder obtener una frecuencia específica y poder manipular las frecuencias ha permitido que la información que se obtiene sea específica de cada frecuencia. Es así como es posible hacer un *screening* rápido y eficiente de las frecuencias importantes (2-4-6 kilo Hertz) en el recién nacido.

En la práctica clínica éstas se usan tanto en *screening* de recién nacidos como de lactantes. También en pacientes de edad, pacientes comatosos, deficientes mentales o con *handicap*, y en personas que no hablan el idioma y simuladores. Además son útiles para monitorizar pacientes sometidos a quimioterapia, drogas ototóxicas, o a condiciones laborales riesgosas en cuanto a exposición a ruidos.

El examen de emisiones otoacústicas se basa en estímulos que viajan a través del conducto auditivo externo, tímpano y cadena de huesecillos antes de llegar a la cóclea. Por lo tanto, líquido o vermix en el conducto auditivo o problemas de transmisión en el oído medio van a afectar el resultado del examen. Un ambiente ruidoso también lo afecta. En Clínica Las Condes disponemos de un equipo para producir productos de distorsión desde 1999. En la Figura 4 se puede apreciar un examen auditivo o audiograma normal y sus correspondientes productos de distorsión para ambos oídos.

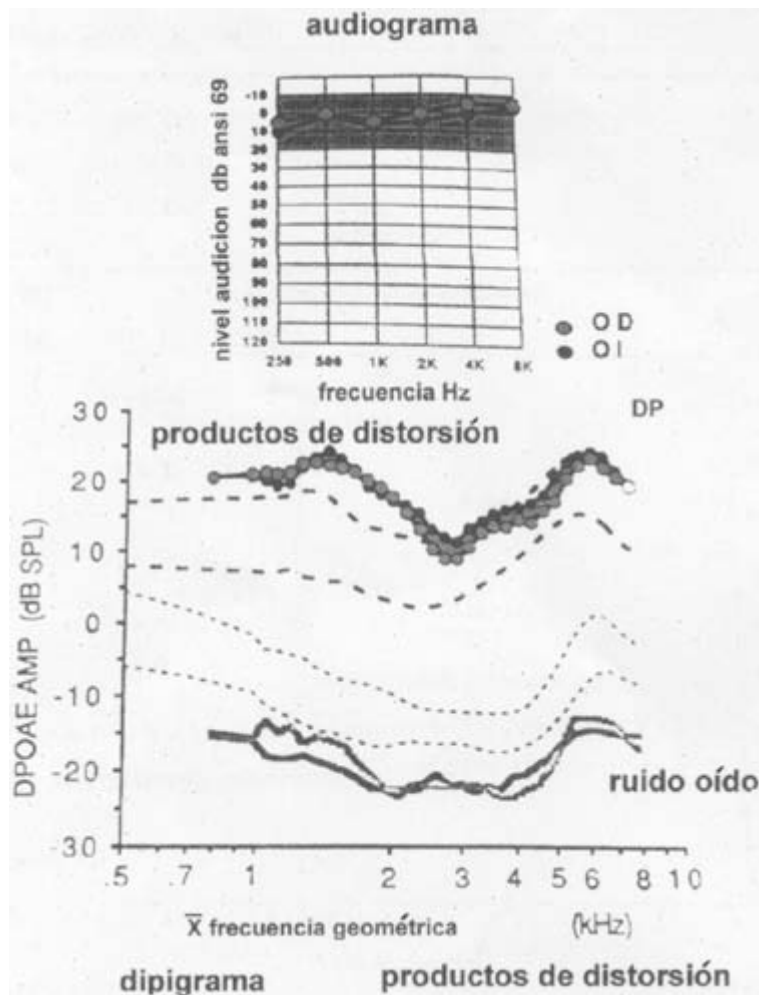


Figura 4.

En abril de 2001 iniciamos -en conjunto con el Departamento de Neonatología- nuestro programa de *screening* auditivo universal de recién nacidos, con excepción de aquellos recién nacidos que van a la unidad de cuidados intensivos. Estos son sometidos a *screening* con potenciales evocados auditivos.

Aquellos niños que no pasan el *screening* son referidos a nuestra sección de audiología donde se realiza una nueva emisión otoacústica. De ser nuevamente negativa se hace una timpanometría. Si ésta está alterada, se informa al médico pediatra para su tratamiento y se repite el examen luego del tratamiento. Si la timpanometría está normal, se hacen potenciales evocados auditivos. Si éstos son anormales se refiere el niño a Otorrinolaringología para un chequeo completo, diagnóstico y tratamiento.

Como parte del programa de *screening* auditivo también se ha desarrollado un software especial con el fin de llevar un buen control y seguimiento de los casos referidos y el tratamiento y rehabilitación posterior de aquellos que lo ameriten.

Clínica Las Condes y el Departamento de Otorrinolaringología disponen de equipos de profesionales dedicados al tratamiento médico y quirúrgico, y a la rehabilitación de estos niños ya sea en aquellos que usan amplificación (audífonos) o implante coclear.

## Bibliografía

1. Downs MP. Universal newborn hearing screening-the Colorado story,. *Int J Pediatr*



Otorhinolaryngol 1995 Jul; 32(3): 257-9.

2. Vohr BR, Cartv LM, Moore PE. *The Rhode Island Hearing Assessment Program: experience with statewide hearing screening (1993-1996)*. *J Pediatr* 1998 Sep; 133(3):353- 7.

3. American Academy of Pediatrics. *American Academy of Pediatrics Joint Committee on Infant Hearing 1994 Position Statement*. *Pediatrics* 1995; 95: 1.

4. Finitzo T, Crumley WG. *The role of the pediatrician in hearing loss. From detection to connection*. *Pediatr Clin North Am* 1999 Feb; 46(1): 15-34, ix-x

5. Apuzzo ML, Yoshinaga-Itano C. *Early identification of infants with significant hearing loss and the Minnesota Child Development Inventory*. *Seminars in Hearing* 1995; 16: 124-37.

6. Robinshaw HM. *Early intervention for hearing impairment: differences in the timing of communicative and linguistic development*. *Br J Audiol* 1995 Dec; 29(6): 315-34.

7. Yoshinaga-Itano C, Sedey AL, Coulter DK et al. *Language of early- and later-identified children with hearing loss*. *Pediatrics* 1998 Nov; 102(5): 1161-71.

8. *NIH Consensus Statement. Early identification of hearing impairment in infants and young children*. 1993; 11: 1-24.