



ARTÍCULO ORIGINAL

Evaluación de procesos centrales de la audición con pruebas psicoacústicas en niños normales

Alfredo Romero-Díaz^a, Yolanda Peñaloza-López^{a,*}, Felipe García-Pedroza^b, Santiago J. Pérez^c y Wendy Castro Camacho^a

^a Área de Procesos Centrales de la Audición, Departamento de Neurofisiología, Torre de Investigación, Instituto Nacional de Rehabilitación, México DF, México

^b Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, México

^c Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, Universidad Nacional Autónoma de México, México

Recibido el 15 de marzo de 2011; aceptado el 1 de junio de 2011

Disponible en Internet el 5 de agosto de 2011

PALABRAS CLAVE

Niño;
Pruebas
psicoacústicas;
Procesos centrales
de la audición;
Neuromaduración
auditiva;
Puntos de corte

KEYWORDS

Child;
Psychoacoustic tests;
Central auditory
processes;

Resumen

Objetivo: Identificar las tendencias naturales de aciertos y calcular el punto de corte para 6 pruebas de procesos centrales de la audición (PCA): fusión binaural, palabra filtrada, dígitos dicóticos, patrones de frecuencia y patrones de duración y sonidos ambientales en el niño de 5, 7, 9 y 11 años de edad.

Material y método: Se evaluaron 369 niños de la escuela pública urbana del Estado de Puebla con 6 pruebas de PCA, dos binaurales y 4 monoaurales; utilizando un audiómetro Madsen a 50 dB SL re/umbral en 1 kHz, por medio de disco grabado en el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico de la Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto Nacional de Rehabilitación.

Resultados: Se determinaron los puntos de corte para las 6 pruebas incluidas y se determinó que tres pruebas son útiles. Adicionalmente los resultados obtenidos en niños de 11 años difirieron de los obtenidos en niños de menos de 11 años.

Conclusión: Los resultados significan un avance en los criterios normativos en materia de las pruebas psicoacústicas para PCA en español y en un contexto socioeducativo frecuente en el país. Se requiere evaluar estos resultados frente a condiciones de trastornos en PCA.

© 2011 Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Central auditory processes evaluated with psychoacoustic tests in normal children

Abstract

Objective: To identify the natural tendencies of hits and calculate the cutoff for a test group of central auditory processes (CAP): binaural fusion, filtered words, dichotic digits, frequency patterns and duration patterns and ambient sounds in normal 5-, 7-, 9- and 11-year-old children.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: yploza@yahoo.com.mx (Y. Peñaloza-López).

Auditory
neuro-maturation;
Cutoff points

Material and methods: We studied 369 children (738 ears) who attend public schools in Puebla City, administering 6 CAP tests (two binaural and four monaural); we used an audiometer at 50 dB SL re-threshold at 1 kHz, from a CD recorded at the CCECADET-UNAM-INR (Centre for Applied Science and Technological Development at the National Autonomous University of Mexico and the National Institute for Rehabilitation).

Results: We determined the cutoff points for the six tests.

Conclusion: This information represents an advance in the normative standards in the field of psychoacoustic tests for CAP in Spanish and in the socio-educational context prevalent in Mexico. It is important to evaluate these results against CAP disorders.

© 2011 Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

El estudio de la audición como fenómeno central parte de la perspectiva funcional y ontogénica que las bases biológicas, sí bien determinan las competencias de estos procesos, no constituye el principal objeto de estudio. Un acercamiento de este tipo exige al clínico un amplio arsenal de pruebas y la exigencia de los protocolos empleados. La metodología experimental y clínica en el estudio de las funciones auditivas centrales se basa en diversas técnicas: psicoacústicas, electrofisiológicas-electroencefalográficas, de imagen, estudios bioquímicos, estudios basados en lesiones y estudios de observación de la conducta¹.

La sensibilidad al sonido se desarrolla de manera compleja y continúa aún pasados los cinco años de edad. La capacidad de seleccionar y discriminar frecuencias está bien desarrollada en los infantes². El procesamiento auditivo que se realiza a través de vías cruzadas, refleja varios niveles centrales de análisis relacionados con los niveles de la vía auditiva, el nivel cortical está maduro al inicio de la adolescencia³.

La corteza auditiva primaria abarca las áreas ventrales y laterales del lóbulo temporal. La corteza auditiva secundaria recibe proyecciones de la corteza primaria y abarca la parte superior del lóbulo temporal rodeando el córtex primario. Se han encontrado regiones sensibles a la percepción del timbre. El daño extenso de la corteza auditiva produce un síndrome de agnosia auditiva caracterizado por la incapacidad de identificar el significado de sonidos verbales y no verbales⁴⁻⁷.

La evaluación de los procesos centrales de la audición (PCA) en los niños, comenzó formalmente con la intervención de Willeford (1974) en la *American Speech-Language-Hearing Association* (ASHA). Willeford describió los resultados de una batería de pruebas aplicadas a niños con trastornos del lenguaje y del aprendizaje⁸.

Algunos de los materiales para pruebas psicoacústicas que se han adoptado a partir de ensayos diseñados para adultos no pueden considerarse apropiados para los niños. Por otra parte es necesario incluir en la evaluación de los PCA en el niño pruebas dicóticas y monoaurales, así como pruebas que exploren diferentes funciones⁹.

Desde la década de los 90 del siglo pasado, la ASHA ha convocado a grupos de expertos en materia de PAC con el propósito de identificar consultores capacitados en la materia y los procedimientos de diagnóstico y tratamiento aceptados¹⁰⁻¹³.

Por trastorno en PAC (TPCA), se entiende la condición en que a pesar de que exista audición periférica (oído y nervio) normales, existen dificultades para la localización de la señal sonora, alteraciones en la lateralidad, para discriminar una señal degradada, o para la recepción de material con modificaciones temporales aplicadas a estímulos verbales o no verbales, así como para detectar una señal auditiva que se aplica simultáneamente a ruido o a mensajes contralaterales o ipsilaterales¹⁴. Estos pacientes tienen dificultades de comprensión del lenguaje hablado en ambientes en donde hay ruido de fondo competitivo o en presencia de reverberación. Los niños con TPCA frecuentemente piden que se les repita la información verbal. En muchas situaciones demuestran inatención auditiva, pueden mal interpretar el mensaje verbal, poseen dificultades para seguir direcciones presentadas como señales auditivas complejas, y presentan problemas en la localización del sonido. La prevalencia de este desorden varía levemente según diferentes investigadores, datos recientes la evalúan entre el 2% en los niños y hasta el 80% en el adulto mayor, con una razón de 2:1 entre hombres y mujeres^{15,16}. Las conductas auditivas en pacientes con TPCA han sido descritas por Bellis y Cañete¹⁷⁻¹⁹.

Las pruebas para estudiar los PCA tienen los siguientes principios: realizarlas con fundamento clínico; explorar diferentes funciones de PCA; incluir pruebas verbales y no verbales (por ejemplo: tonos, clics y formas complejas de onda); crear diseños para la determinación de la sensibilidad y especificidad; pruebas de la fiabilidad y la validez, conveniencia y la edad. Es importante que la persona que administra e interpreta la batería de pruebas tenga el conocimiento teórico y práctico sobre PCA. En nuestro medio los médicos en comunicación, audiología y foniatría, están calificados para aplicarla e interpretarla^{20,21}.

Hay un acuerdo general en que debe usarse una batería de pruebas, en contraposición a una única prueba; sin embargo, hay cierto desacuerdo en cuanto a que pruebas son los mejores predictores y, por tanto, cuáles deberían incluirse en la batería de prueba de los PCA²²⁻²⁴. La selección de los procedimientos específicos depende de varios factores y podría ser individualizada por niño.

Nuestro grupo de trabajo ha realizado investigación y evaluación clínica de los PCA desde 2002, tanto en niños como en adultos y en adultos mayores²⁵⁻²⁷. Sin embargo en los países hispanohablantes no contamos con experiencias concretas que nos ayuden a estimar los puntos de

corte de pruebas sobre PCA monoaurales y binaurales en el niño.

El objetivo de este estudio es aplicar a los niños mexicanos de la ciudad de Puebla, pertenecientes a una escuela primaria oficial pública, la batería de pruebas para PCA, seleccionadas a partir de un riguroso análisis de las experiencias reportadas sobre PCA en niños que hablan inglés y de las experiencias obtenidas en español en el área de PCA-INR en los últimos 7 años. Esta batería debe ser fiable, y específica para la identificación del niño sin TPAC. Los niños de 5, 7, 9 y 11 años de edad, con buen rendimiento escolar estudiados en sus planteles escolares con una batería de seis pruebas seleccionadas de PCA mostrarán sus tendencias naturales de aciertos para cada prueba, de donde se podrá estimar la utilidad de la prueba cuando tengan el 60% o más de los aciertos en cada una de ellas. El punto de corte se obtendrá para cada prueba restando una desviación estándar al promedio de aciertos de ambos oídos de la población estudiada (Musiek 1982).

Sujetos y método

Tipo de estudio transversal, descriptivo con base en la población con diseño epidemiológico descriptivo exploratorio. *Ética*: los padres de los niños participantes firmaron su consentimiento informado.

El tamaño de muestra se calculó en forma exploratoria para una prevalencia reportada entre el 2 y 80% a lo largo de la vida. El tamaño de muestra considerando una tasa de prevalencia del 40% se obtuvo con base en la siguiente fórmula: $N = (1,96)^2 \times (0,40 \times 0,60) / (0,05)^2$ ²⁸. Lo que dio un total de 369 niños.

Se integraron cuatro grupos con 5, 7, 9 y 11 años de edad. Se trató de obtener representación sobre las competencias para realizar las pruebas psicoacústicas monoaurales y binaurales en la edad preescolar y escolar, asumiendo que los niños no explorados de 6,8 y 10 años de edad podrían desempeñarse en valores intermedios entre los grupos estudiados. Calificación escolar de 8 o más en este año escolar. Audición normal considerando las frecuencias de 500 Hz a 4 kHz. Umbral no mayor de 25 dB.

Niños de ambos géneros. Grupo 1 (G1) incluyó niños de 5 a 5 años y 11 meses de edad seleccionados de plantel educativo preescolar en quienes con apoyo del educador, se reconoció un adecuado patrón de desarrollo del niño respecto a la edad.

Grupo 2 (G2), niños de 7 años a 7 años y 11 meses de edad, grupo 3 (G3) niños de 9 a 9 años y 11 meses de edad, y grupo 4 (G4) con niños de 11 a 11 años y 11 meses de edad. Los últimos tres grupos en educación escolar.

Se aplicaron encuestas a los padres de familia y maestros, respecto a los patrones de conducta observada en el niño, solo se incluyeron los casos que no tuvieron más de cinco reactivos positivos para PCA en ambos procedimientos¹⁴. Español como lengua materna, sin evidencia otoscópica de cerumen oclusivo o de manifestaciones activas o secuelas de otitis media, sin presencia de síndrome dismórfico o con evidencia de infección de vías aéreas superiores al momento del estudio. Se excluyeron casos sin consentimiento de los padres. El criterio de eliminación fue evaluación incompleta.

Equipo

El espacio de estudio fue validado por experto en acústica. Audiómetro clínico *Midimate 602 (Madsen Electronics)* de dos canales con interface de datos serial RS232C, audífonos de conducción aérea marca *Madsen TDH39*. Reproductor de discos compactos marca *Sound Track*. Disco compacto con grabaciones de voz elaborado en los Laboratorios de Acústica del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADT) de la Universidad Nacional Autónoma de México. El diseño y la grabación de las pruebas se desarrollaron con base en grabaciones anteriores (Olivares 2005, Peñaloza 2008), con fundamento un muestreo del español en uso en esta ciudad de México-Universidad Nacional Autónoma de México.

Procedimiento

Los padres y profesores de grupo resolvieron los formatos para el reconocimiento de posibles signos de TPAC¹⁷. Los niños acudieron a su estudio ordenadamente por grupos de edad. Éste fue realizado por un médico especialista en audiología y foniatría, en el mismo plantel escolar y con el mismo equipo. Solo fueron incluidas dos escuelas, una de nivel preescolar y otra de nivel escolar personal asignado por la dirección de la escuela o por los padres de familia; verificaron el procedimiento de mínima intervención y realización de las pruebas.

El médico se presentó al niño y le explicó sobre las funciones a evaluar. Se realizó otoscopia seguida de la obtención de los audiogramas tonales.

Pruebas

Estas fueron: fusión binaural (PFB); las monoaurales prueba de palabra filtrada (PPF) prueba de patrones de frecuencia (PPFr), prueba de patrones de duración (PPDu); de lateralidad, binaural (PDD) y como prueba de hemisferio derecho, monoaural (PSA). En todas las pruebas se inició el procedimiento por el oído derecho.

El instrumento reproductor del CD en que están grabadas las pruebas se conectó al audiómetro, y desde ahí se aplicó al caso en estudio a través de audífonos de concha a 50 dB sobre el umbral audiométrico tonal obtenido previamente para 1 kHz.

Todas las pruebas fueron monitoreadas por el médico en su presentación y en la respuesta. El médico verificó la certeza o error frente a cada reactivo escrito en lista de cotejo.

PFB. Evalúa la sensibilidad del sistema nervioso auditivo central (SNAC) para integrar la información que se proporciona en forma complementaria para cada palabra bisilábica por ambos oídos. La palabra se separa en los componentes de pasa graves y los de pasa agudos a partir de un corte en 1.200Hz cuya pendiente es de 46 dB/octava. El intervalo de estímulo fue de dos segundos. Se aplican listas de 25 reactivos. Ejemplos de estímulos: suela, talco, corta, nena, cura.

PPF. Sensible al déficit contralateral en pacientes con lesiones corticales temporales y en lesiones del tronco cerebral. Se presentan monosílabos a cada oído por separado. Se

Tabla 1 Número de niños y porcentaje incluido en cada grupo

Grupos	G1	G2	G3	G4	Niños total	Oídos total
Femenino	47	52	51	46	196	392
Masculino	43	45	38	47	173	346
Total niños	90	97	89	93	369	738
%	24,3	26,4	24,1	25,2	100	

G1: grupo 1, niños de 5 años de edad; G2: grupo 2, niños de 7 años de edad; G3: grupo tres, niños de 9 años de edad; G4: grupo 4, niños de 11 años de edad.

En negrita se indica el número total de niños incluidos en cada grupo.

aplican listas de 25 reactivos. Ejemplos de estímulos: ara, ene, ser, cur, set.

PDD. Evalúa funciones cerebrales interhemisféricas y del tronco cerebral. Se presentan dígitos diferentes, simultáneos en segmentos de un par, dos pares y tres pares de dígitos, otras características se describen en Olivares 2005. El niño debe repetir un número de cada par, el que escuche más intenso o le parezca más importante. Se califican las respuestas derechas (PDDD), izquierdas (PDDI), mixtas (PDDM) y omisiones (PDDO).

PPFr y PPDu. Sensibles a fallos funcionales de la corteza auditiva, sus relaciones interhemisféricas, cuerpo caloso y neuromaduración. Se usan tríadas de tonos que difieren en frecuencia para la PPFr y en duración para la PPDu. La grabación contiene para la PPFr las frecuencias 1.122 Hz como frecuencia alta y 880 Hz para la frecuencia baja. Para la PPDu los tonos largos duran 500 ms y los cortos 250 msec. En ambas pruebas se aplican cinco tríadas por oído y para cada prueba, que el niño debe imitar.

PSA. Se exploran las funciones del hemisferio derecho. En una prueba monoaural, contiene la grabación de sonidos ambientales propios de animales u objetos como el del perro, campana. Se aplicaron 10 estímulos por cada lado. El niño debe identificar el sonido o establecer una asociación próxima.

En las cuatro pruebas monoaurales se aplicó ruido blanco contralateral a menos 30 dB respecto al estímulo blanco.

Resultados

Se estudiaron 369 niños con edades en intervalos bianuales comprendidas entre los 5 a 11 años de edad. Se observó un discreto predominio del género femenino, con excepción del grupo 4 (tabla 1). Fueron eliminados 5 niños por no contar con el consentimiento informado. En el grupo de 5 años (G1) se incluyeron 90 niños que representan el 24,3% del total. En el grupo de 7 años de edad (G2) 97 niños,

representaron el 26,2%. El grupo de 9 años de edad (G3) 89 niños, representaron el 24,1%. El grupo de 11 años de edad (G4) 93 niños, representaron el 25,2% (tabla 1).

Para las pruebas de PCA binaurales y monoaurales excepto la prueba de dígitos dicóticos, se integraron ambos oídos en una misma categoría, por lo que la muestra fue de 738 oídos estudiados. Los porcentajes de acierto para la PFB obtuvo un 86,37% con una desviación estándar de 6,18; la PPF obtuvo un porcentaje de acierto de 82,88% con una desviación estándar de 5,04; la PDDD el porcentaje de acierto fue de 58,22% con una desviación estándar de 21,88; la prueba de PPFr obtuvo un porcentaje de acierto de 48,87% con una desviación estándar de 31,76; la prueba de PPDu se obtuvo un porcentaje de acierto de 46,85% con una desviación estándar de 31,34, y finalmente para la PSA obtuvo un porcentaje de acierto de 87,60% con una desviación estándar de 9,82%. La tabla 2 muestra el punto de corte general, considerados los 4 grupos, por prueba, destacando la condición de utilidad para PFB, PPF, PSA y probablemente para la PDD.

En la tabla 3 se aprecian los puntos de corte definidos para cada grupo y cada prueba. En la misma tabla aparece circunscrita la PDD frente a sus cuatro posibilidades de respuesta, lo que la identifica en forma peculiar respecto a las otras cuatro pruebas, el error estándar y la significancia de ANOVA.

Finalmente en la tabla 4 se aprecian los niveles de significancia para la correlación de Pearson entre las seis pruebas aplicadas.

Discusión

De las seis pruebas estudiadas, tres de ellas resultaron con valores promedio igual o más del 60%. Estos resultados en principio resultan alentadores, lo que hace posible utilizarlas como herramientas auxiliares diagnósticas tentativas para el estudio de PCA en niños. La tendencia de los valores promedios muestra un comportamiento heterogéneo, si

Tabla 2 Utilidad de cada prueba si el punto de corte rebasa el 60%

Pruebas	PFB	PPF	PDDD	PPFr	PPDu	PSA
% de aciertos	86,4	82,88	58,22	48,87	46,86	87,6
Des. estándar	6,18	5,04	21,88	31,76	31,34	9,82
% DE	80,22	77,84	36,4	17,111	15,52	77,78
Utilidad	Útil	Útil	Probable	No útil	No útil	Útil

PDDD: prueba de dígitos dicóticos derecha; PFB: prueba de fusión binaural; PPDu: prueba de patrones de duración; PPF: prueba de palabra filtrada; PPFr: prueba de patrones de frecuencia; PSA: prueba de sonidos ambientales.

Tabla 3 En zona punteada se describen los resultados de la prueba de dígitos dicóticos, con sus cuatro variantes de respuesta: PDDD derecha, PDDI izquierda, PDDM mixta y PDDO omisiones

Pruebas	G1	G2	G3	G4	Error estándar	ANOVA/Sig.
PFB	80,55	79,81	80,31	80,01	0,22766	0,142
PPF	77,68	77,07	77,86	80,48	0,18548	0,000
PDDD	40,1	31,38	38,18	36,12	1,13882	0,002
PDDI	2,85	3,74	2,25	7,08	0,66834	0,026
PDDM	6,73	12,36	6,97	35,85	0,63147	0,002
PDDO	1,53	1,38	1,38	1,77	0,30154	0,184
PPFr	-0,9	44,89	53,78	48,21	1,16987	0,000
PPDu	-0,08	42,76	50,12	38,86	1,15382	0,000
PSA	77,38	77,58	76,41	82,94	0,36144	0,000

PFB: fusión binaural; PPDu: patrones de duración; PPF: palabra filtrada; PPFr: patrones de frecuencia; PSA: prueba de sonidos ambientales.

Puntos de corte calculados por grupo (media aritmética menos una desviación estándar).

En negrita se destacan los puntos de corte que sobrepasan el 60% e identifican la prueba como útil por grupo.

se tiene en cuenta que se esperaban los mejores puntajes en los grupos de mayor edad, lo que no fue constante, especialmente en el grupo de 11 años.

Las pruebas verbales muestran eficacia en las competencias de los niños de 5 años de edad, respecto a las observadas en las PPFr y PPDu. No se esperaba este comportamiento ya que la literatura menciona la necesidad de pruebas no verbales para el estudio de PCA en niños de menor edad.

La PDD adquiere un carácter especial por diversos factores. Uno de ellos es la orientación hacia la lateralidad auditiva, con base en que se le pide al niño que solo exprese uno de los dos números que escucha, el más importante o que escuche más intenso. De esta respuesta se analiza

cuatro variantes de posibilidades, a diferencia del caso de las demás pruebas en que solo se cuantifican los puntajes de acierto para el lado derecho y para el oído izquierdo. En la PDD fue evidente el predominio del puntaje diestro con valores de punto de corte entre el 31 y el 40%, siendo los más altos los correspondientes a los 5 años de edad. Para el lado izquierdo fueron más bajos entre el 2 y el 7%. Para la lateralidad mixta los valores fluctuaron entre 6,73 y 35,85%. En el caso de las omisiones a pesar de que se ingresan en las posibilidades de respuesta de la PDD como parte del 100% de la prueba, no tiene la misma connotación, ya que no corresponde a aciertos; su presencia más bien se atribuye a funciones centrales relacionadas con la cognición, como son

Tabla 4 Se anotan las correlaciones y abajo la significancia entre pruebas, exceptuando entre ellas mismas

Pruebas	Correlación de pearson entre las pruebas de PCA aplicadas								
	N = 738	N = 738	N = 369	N = 369	N = 369	N = 369	N = 738	N = 738	N = 738
	PFB	PPF	PDDD	PDDI	PDDO	PDDM	PPFr	PPDu	PSA
PFB		0,345 ^b					0,082 ^a	0,090 ^a	
N = 738		0,000					0,026	0,014	
PPF	0,345 ^b				-0,118 ^a		0,129 ^b	0,142 ^b	
N = 738	0,000				0,023		0,000	0,000	
PDDD				-0,849 ^b	0,346 ^b	-0,739 ^b			
N = 369				0,000	0,000	0,000			
PDDI			-0,849 ^b		0,236 ^b	0,361 ^b			
N = 369			0,000		0,000	0,000			
PDDO		-180 ^a	-0,346 ^b	0,236 ^b		-0,104 ^a			-0,141 ^b
N = 369		0,023	0,000	0,000		0,046			0,007
PDDM			-0,739 ^b	0,361 ^b	-0,104 ^a				
N = 369			0,000	0,000	0,046				
PPFr	0,082 ^a	0,129 ^b						0,844 ^b	
N = 738	0,026	0,000						0,000	
PPDu	0,090 ^a	0,142 ^b					0,844 ^b		
N = 738	0,014	0,000					0,000		
PSA					-0,141 ^b				
N = 738					0,007				

PDD: dígitos dicóticos (PDDD derecha, PDDI izquierda, PDDM mixta, PDDO omisiones); PFB: fusión binaural; PPDu: patrones de duración; PPF: palabra filtrada; PPFr: patrones de frecuencia; PSA: sonidos ambientales.

^a La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

^b La correlación es significativa al nivel 0,01 bilateral.

la atención, la memoria auditiva e incluso con la motivación. Sobre la lateralidad mixta en estudio anterior observamos la posible relación de esta lateralidad con la dislexia (Olivares 2005). En este estudio en forma inesperada la lateralidad mixta aparece en proporciones elevadas en los niños de 11 años de edad (G4) grupo en el que esperábamos condiciones de mayor definición hacia la lateralidad diestra y cuya explicación no podemos establecer.

Considerados todos los grupos estudiados (N=738), el punto de corte de las pruebas PPFr y PPDu no logran el porcentaje mínimo establecido de 60% para considerarse útiles. No obstante, conviene tener en cuenta que Musiek²⁹, reporta en la PPFr, para los niños de 8 años aciertos del 40%, que asciende al 65% a los 9 años, al 72% a los 10 años y al 75% a los 11 años. En nuestro caso la misma prueba (PPFr) mostró puntajes menores a la unidad en los niños de 5 años, para ascender en los grupos siguientes excepto a los 11 años cuyos valores de corte se definieron menores que los del grupo de 9 años (tabla 3).

La tabla 3 que desglosa los puntos de corte determinados para cada grupo en relación a cada una de las pruebas aplicadas da evidencia de una escasa tendencia hacia los mejores puntajes de respuesta en el grupo de 11 años. Solo la prueba PPF y la PSA muestran esta tendencia. Realmente el grupo de 11 años se destacó por la irregularidad de los porcentajes obtenidos, en ocasiones hay cierta tendencia explicable por maduración auditiva de mayor efectividad conforme avanza la edad, como en la PPDu, o PPFr que se pierde en el grupo de los 11 años de edad. Desde los primeros niveles de análisis nos ha llamado la atención esta manifestación del grupo de 11 años, no esperada y difícilmente explicable, cuando en otras casuísticas se observa prácticamente la consolidación de los patrones que prevalecen para el adulto. En nuestro caso solo ponemos a la consideración el hecho de que se trata del niño que está ingresando a la adolescencia y que este niño ha sido estudiado en su ámbito escolar, es decir en un contexto en que el niño expresa todo su potencial e inquietudes. Este grupo de niños (G4), fue el primero en ser estudiado.

Los valores obtenidos en este estudio a pesar de la heterogeneidad ya comentada nos han brindado un buen acercamiento a las posibilidades del niño para ejecutar una serie de pruebas psicoacústicas útiles para evaluar los PCA. Hemos determinado que definitivamente las PPFr, PPDu, no son útiles en este modelo de aplicación como pruebas de tamiz en el grupo de cinco años, pero en este grupo si son útiles las demás pruebas del conjunto estudiado, incluso la PDDD. Consideramos que la aplicación de una desviación estándar en sustracción a la media aritmética de la prueba, es un procedimiento adecuado para pruebas de campo, ya que en procedimientos de estandarización de cámara sonomortiguada se proponen hasta dos desviaciones estándar menos.

Los valores de ANOVA expresan que entre los 4 grupos no hay diferencias significantes, excepto para la PFB y las omisiones de la PDD, así mismo se pueden apreciar valores bajos de error estándar para todas las pruebas aplicadas.

La prueba de correlación de Pearson cuyos niveles de significancia se anotan en la tabla 4 hace evidente que existe correlación entre todas las pruebas aplicadas. En menor proporción únicamente en el caso de la PSA, ya que en esta

prueba sólo obtuvo correlación con la condición de omisiones de la PDD.

Conclusión

Tres de las pruebas aplicadas se consideran útiles para el estudio de los PCA en el niño. A pesar de que existen algunos patrones irregulares en los puntos de corte obtenidos resulta de fundamental importancia contar con estos resultados que orienten las decisiones clínicas, la necesidad de programas rehabilitatorios y los procedimientos para el seguimiento de los casos. Se requiere continuar investigando para precisar los puntos de corte con experiencias adicionales, y así mismo obtener mejores explicaciones para las tendencias no esperadas. Los resultados obtenidos en este estudio deberán contrastarse en un futuro próximo, con los resultados obtenidos en niños con trastorno en los PCA.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Zenker F, Barajas J. Las funciones Auditivas Centrales. Clínica Barajas, Santa Cruz de Tenerife. España; *Auditio: Revista Electrónica de Audiología* Vol. 2 [consultado 3 Ene 2011]. Disponible en: <http://www.auditio.com>.
2. Singer J, Hurley R, Preece J. Effectiveness of central auditory processing tests with children. *Am J Audio*. 1998;7:73-84.
3. Musiek F, Pinheiro M, Wilson D. Auditory pattern perception in split-brain patients. *Arch Otolaryngol*. 1980;106:610-2.
4. Jerger S, Johnson K, Loiselle L. Pediatric central auditory dysfunction, comparison of children with confirmed lesions versus suspected processing disorders. *Am J Otolaryngol*. 1988;9 Suppl:563-71.
5. Veuillet E, Magnan A, Ecalle J, Thai-Van H, Collet L. Auditory processing disorder in children with reading disabilities: effect of audiovisual training. *Brain*. 2007;130:2915-28.
6. Chermak G, Musiek F. Central auditory processing disorders: New perspectives. *Singular*. 1997:370-6.
7. Bamio E, Phil M, Musiek F, Stow I, Stevens J, Cipolotti L, et al. Auditory temporal processing deficits in patients with insular stroke. *Neurology*. 2006;67:614-9.
8. Keith R, Rudy J, Donahue P, Katbamna B. Comparison of SCAN results with other auditory and language measures in a clinical population. *Ear Hear*. 1989;10:382-6.
9. Musiek F, Geurkink N, Kietel S. Test battery assessment of auditory perceptual dysfunction in children. *Laryngoscope*. 1982;92:251-7.
10. American Speech-Language-Hearing Association. Central Auditory Processing: Current Status of Research and Implications for Clinical Practice; Task Force on Central Auditory Processing Consensus Development; 1996, p. 1-27 [consultado 3 Ene 2011]. Disponible en: <http://www.asha.org/policy>.
11. King W, Lombardino L, Crandell C, Leonard C. Comorbid auditory processing disorder in developmental dyslexia. *Ear Hearing*. 2003;24:448-56.
12. Vanniasegaram I, Cohen M, Rosen S. Evaluation of selected auditory tests in school-age children suspected of auditory processing disorders. *Ear Hearing*. 2004;25:586-97.
13. Auditory processing disorders. Working group on auditory processing disorders; American Speech-Language-Hearing Association. (2005) (Central) Auditory processing disorders

- [Technical Report] [consultado 3 Ene 2011]. Disponible en: <http://www.asha.org/policy>.
14. Bellis T. Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting: science to practice. San Diego: Singular; 1996.
 15. Chermak G. Deciphering auditory processing disorders in children. *Otolaryngol Clin North Am*. 2002;35:733-49.
 16. Sánchez ML, Flavio Barbosa F, Barros F, Malavasi M, Caovilla HH. Auditory processing assessment in older people with no report of hearing disability. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2008;74:896-902.
 17. Ferre J. Managing children's central auditory processing deficits in the real world: what teachers and parents want to know. *Semin Hear*. 2002;23:319-26.
 18. Bellis T. Understanding auditory processing disorders in children. American Speech-Language-Hearing Association; 2004. p. 5157-59; ASHA'S consumer newsletter.
 19. Cañete O. Desorden en el procesamiento auditivo central. *Rev Otorrinolaringol Cir Cabeza Cuello*. 2006;66:263-73.
 20. McArthur G. Auditory processing disorders: can they be treated? *Neurology*. 2009;22:137-43.
 21. Putter-Katz H, Adi-Ben L, Feldman I, Miran D, Kushnir D, Muchnik C, et al. Treatment and evaluation indices of auditory processing disorders. *Seminars in Hearing*. 2002;23:357-64.
 22. Musiek F. Assessment of central auditory dysfunction: the dichotic digit test revisited. *Ear Hear*. 1983;4:79-83.
 23. Cunningham J, Nicol T, Zecker SG, Bradlow A, Kraus N. Neurobiologic responses to speech in noise in children with learning problems: deficits and strategies for improvement. *Clin Neurophysiol*. 2001;112:758-67.
 24. Ferre J. Management strategies for APD. En: Parthasarathy T, editor. 9 An introduction to auditory processing disorders in children. EE. UU.: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers; 2006. p. 161-2.
 25. Olivares M, Peñaloza Y, García F, Pérez S, Uribe R, Jiménez S. Identificación de la lateralidad auditiva mediante una prueba dicótica nueva con dígitos en español, y de la lateralidad corporal y orientación espacial en niños con dislexia y en controles. *Rev Neurol*. 2005;41:198-205.
 26. Peñaloza Y, Téllez G, Pérez S, Silva M, García F. Resultados de la aplicación de la prueba monoaural con palabra comprimida en español al 75% y al 100% en casos de tartamudez y controles. *Rev Neurol*. 2008;47:363-8.
 27. Peñaloza Y, Olivares M, Jiménez S, García F, Pérez S. Procesos centrales de la audición evaluados en español en escolares con dislexia y controles, Pruebas de fusión binaural y de palabras filtradas. *Acta Otorrinolaring Esp*. 2009;60:415-21.
 28. Castilla L, Cravioto J. Estadística simplificada. Para la investigación en ciencias de la salud. Editorial Trillas México, D F. 2002:19-25.
 29. Musiek F. The frequency pattern test. A guide Her J. 2006;55:58.