

Prueba de fusión binaural en español, aplicada a sujetos normales y a casos con lesiones del lóbulo temporal o con esclerosis múltiple

Vázquez Spude S,¹ Peñalosa-L Y,² Pérez-R SJ,³ García Pedroza F.⁴

RESUMEN

En la investigación se desarrolló un modelo de prueba de fusión binaural en español (PFB-UNAM). Se compararon los porcentajes de acierto obtenidos en 40 sujetos con audición normal y sin evidencia de patología psiquiátrica o neurológica, respecto a los obtenidos por 22 casos con lesiones del lóbulo temporal y 13 con esclerosis múltiple. La diferencia fue significativa para Ji cuadrada (χ^2): $p < 0.005$ para los portadores de lesiones del lóbulo temporal y $p < 0.005$ para los casos de esclerosis múltiple. Se discuten las diferencias encontradas en este modelo de PFB respecto al modelo clásico de Willeford.

Palabras clave: fusión binaural, procesos centrales de la audición, lesiones del lóbulo temporal, esclerosis múltiple, Desarrollo de Prueba en Español.

Rev Mex Neuroci 2003; 4(4): 234-241

Binaural fusion test in spanish, applied to normal subjects and cases with multiple sclerosis and lesions of temporal lobe

ABSTRACT

We developed a model of the binaural fusion test (PFB-UNAM) in spanish. The percentage of positive answers obtained in 40 individuals with normal auditory function and without neurologic pathology and without psychiatric pathology was compared with the answers given by 22 patients with temporal lobe pathology and 13 patients with multiple sclerosis. We found a significant difference of $p < 0.005$ in patients with temporal lobe pathology and $p < 0.005$ for patients with multiple sclerosis. We discuss differences between this test model and the classical model of Willeford.

Key words: binaural fusion, central auditory test, lesions of the temporal lobe, multiple sclerosis, Spanish Central Auditory Test.

Rev Mex Neuroci 2003; 4(4): 234-241

INTRODUCCIÓN

La audición es un proceso complejo, que se inicia desde el ingreso de la energía acústica al oído.

1. Subespecialista en Procesos Centrales de la Audición. Instituto de Comunicación Humana del Centro Nacional de Rehabilitación. Torre de Investigación. Laboratorio de Procesos Centrales de la Audición. Neurofisiología Clínica.

2. Maestra en Rehabilitación Neurológica. Centro de Desarrollo Tecnológico en Ciencias Aplicadas. Acústica. Ciudad Universitaria, UNAM.

3. Maestro en Ciencias. Centro de Desarrollo Tecnológico en Ciencias Aplicadas. Acústica. Ciudad Universitaria, UNAM.

4. Maestro en Salud Pública. Instituto de Comunicación Humana del Centro Nacional de Rehabilitación. Torre de Investigación. Laboratorio de Procesos Centrales de la Audición. Neurofisiología Clínica.

Correspondencia: Sandra Vázquez S. Torre de Investigación. Instituto de Comunicación Humana CNR. Calzada México Xochimilco No. 289, Col. Arenal de Guadalupe, Delegación Tlalpan, C. P. 14389 México, D.F.

E-mail: svspude@terra.com.mx

Las señales acústicas sufren una serie de transformaciones convirtiéndose en estímulos neuronales en la cóclea, los que pasan desde el receptor a través de las complicadas redes neurales, hasta la corteza cerebral auditiva primaria, las áreas asociativas y probablemente a otras regiones del encéfalo. En este trayecto se va efectuando su integración, análisis y, finalmente, su reconocimiento y/o comprensión.¹ Es decir, se logra reconocer una palabra o determinar que un sonido dado corresponde a un violín o a un piano.

Actualmente se admiten diferencias importantes entre el oír y el escuchar. El oír es un proceso fisiológico que implica la detección del sonido; el escuchar, por otra parte, implica un proceso activo cognoscitivo perceptivo apoyado en la audición binaural entre una multitud de otros procesos auditivos centrales.

Los procesos centrales de la audición (PCA) se conceptualizan como los mecanismos del sistema auditivo responsables de los siguientes fenómenos de comportamiento:²⁻⁷

- Localización de sonidos y lateralización
- Discriminación auditiva
- Reconocimiento de patrones auditivos
- Aspectos temporales de la audición incluyendo:

Resolución
Enmascaramiento
Integración
Ordenamiento

- Disminución del desempeño auditivo en presencia de señales acústicas competitivas
- Disminución del desempeño auditivo debido a señales acústicas degradadas.

Las Alteraciones de los Procesos Centrales de la Audición (CAPD) se definen como un déficit en la comprensión o el análisis completo de la información auditiva debido a la disfunción del sistema nervioso central.³

Las alteraciones en los PCA ocurren después del octavo par a lo largo de la vía auditiva hasta la corteza auditiva. Musiek (1982) refiere que la incidencia de estas alteraciones es de 2-3% en niños siendo el doble en hombres que en mujeres. Han sido notables los avances para la identificación de la patología de fibras nerviosas y lesiones en el área auditiva.⁴

Katz (1968) considera hipoacusia central al daño de la corteza cerebral, áreas subcorticales y probablemente a un nivel bajo de tallo cerebral.⁴

La dificultad en el procesamiento auditivo en el niño puede ir asociada con alteraciones como la dislexia, trastorno de déficit de atención, autismo, daño específico del lenguaje, retraso en el desarrollo, etc. En muchos niños está relacionada a retraso de maduración de ciertos centros auditivos importantes dentro del encéfalo.^{1,5} En otros niños las CAPD pueden ser atribuidas a problemas neurológicos secundarios a enfermedades o condiciones como traumatismos, tumores, trastornos degenerativos, infecciones virales, compromiso quirúrgico, envenenamiento con plomo, hipoxia, falta de estímulo auditivo, epilepsia del lóbulo temporal, cambios vasculares, eritoblastosis fetal, etc.^{1,4}

Keith (1995) ha realizado la estandarización de algunas pruebas de CAP en niños e incluso bajo la misma modalidad para niños y adultos. El procedimiento conocido por las siglas SCAN-A incluye seis subpruebas, dos de palabras filtradas, dos de figura fondo, una de competencia de palabras y una de

competencia de oraciones, procedimiento que no incluye la prueba de fusión binaural. Sus estudios contienen resultados normativos para esas pruebas, aplicables al inglés, en diferentes rangos de edad.⁶

Matzker (1959) fue quien diseñó la técnica para aplicar la prueba de fusión binaural (FB) con estímulos bisilábicos pasados por filtro pasa bajo o de frecuencia baja a un oído y pasa alto o pasa agudos al otro oído, presentándose simultáneamente. Sin embargo, también se han usado otras variantes de estímulos: Smith y Resnick en 1972 consideraron que los monosílabos podrían reducir aún más la redundancia de la palabra y a su vez hacer la prueba más sensible, ellos como Matzker⁷ y posteriormente Willeford, utilizaron los filtros de 360 a 890 Hz para pasa graves y 1,750 a 2,220 Hz para pasa agudos. Existe una versión modificada de la prueba que aplica como pasa graves de 500 a 700 Hz, en tanto que el segmento pasa alto es de 1,900 a 2,100 Hz.⁸

Willeford y Burleigh (1985) normaron la prueba de FB en inglés, en niños sanos con la presentación del estímulo a 30 dBSL, sin embargo, mencionan que si se obtiene un bajo porcentaje de aciertos se recomienda elevar el nivel de presentación (40 dBSL) y si el porcentaje de aciertos del paciente se mantiene bajo es sugestivo de alteración a nivel de tallo cerebral.⁷ Otros modelos de estudio aplican la prueba de fusión monoaural, diferenciándola en sus resultados con la de fusión binaural (Kelly-Balweber, Dobie [1984]). De la misma forma, Bornstein SP y cols. emplearon para el diseño de un modelo de la prueba de fusión binaural diferentes filtros para los cortes en las frecuencias graves y agudas que aplicaron a 70 dB SPL en 120 sujetos con audición normal entre otras pruebas.⁸

La esclerosis múltiple ha sido motivo de diversos estudios sobre los PCA desde el punto de vista psicofísico, como a través de la prueba de fusión binaural y los potenciales provocados del tallo cerebral.^{2,9,10}

El estudio de las alteraciones de las pruebas de PCA en casos de lesiones del lóbulo temporal se ha reportado desde los inicios del estudio de CAPD usando pruebas de lenguaje acelerado. En estudios más recientes señalan el uso de SCAN para evidenciar el daño en el lóbulo temporal y la evolución posquirúrgica, en casos de lobectomía temporal.¹¹⁻¹³

Definición del problema

Es necesario precisar los resultados de la Prueba de Fusión Binaural (PFB) en español, en nuestro caso en población mexicana adulta. No se conoce la estandarización de los resultados de su aplicación. Estos procedimientos se han avanzado en otros idiomas, especialmente en inglés.¹⁴ En Holanda también

se orientan a normalizar los materiales de prueba para CAPD.¹⁵

Consideramos importante conocer el comportamiento de la prueba aplicada en sujetos normales y diferenciar el resultado en porcentaje de aciertos obtenido en la prueba de FB respecto a los casos de lesiones del lóbulo temporal (LLT) o con esclerosis múltiple (EM).

Cuando se selecciona una prueba audiológica para el estudio de CAPD, el clínico debe considerar la disponibilidad de normas apropiadas para su aplicación, su fácil administración, tiempo de administración, la calidad acústica del instrumento en el que está grabada la prueba, la calibración del equipo y la acústica de la prueba ambiental.²

En el estudio de los CAPD se dice que es mejor la aplicación de una batería de pruebas que una sola,¹⁶ ya que éstas dan mayor información y se puede realizar un diagnóstico más preciso; sin embargo, cada variante de prueba de PCA sea tonal o verbal evalúa procesos auditivos diferentes.

La finalidad de este trabajo es obtener un recurso adicional de diagnóstico que coadyuve a la caracterización del cuadro clínico mediante pruebas audiológicas que actualmente no están en uso en nuestro medio. Adicionalmente, consideramos que los resultados obtenidos en la evaluación de CAPD significan una buena orientación para dirigir un programa rehabilitatorio en estos casos.

La PFB evalúa la capacidad del sistema nervioso auditivo central para fusionar la información, procedente en este caso de una modalidad dicótica, complementaria entre ambos oídos,¹⁷ proceso que exige la participación de las diferentes estructuras desde la parte inferior del tallo cerebral hasta concretarse en la corteza y que es replicada por el sujeto en estudio verbalmente.

Objetivo

Evaluar los resultados de la PFB en el idioma español en sujetos normales y en pacientes con LLT o con EM.

MATERIAL Y MÉTODO

En total se incluyeron en el estudio 75 sujetos entre 15 y 65 años de edad, de uno u otro sexo, a los que se les aplicó la PFB.

Se exploran 22 sujetos con LLT y 13 con EM diagnosticados por cualquiera de los siguientes estudios: TAC, RM o SPECT además de sus manifestaciones clínicas.

Se exploran 40 sujetos que forman el grupo control con audición normal entre 15 y 65 años.

Criterios de inclusión de los casos

1. Pacientes de uno u otro sexo de 15 a 65 años de

edad con audiometría tonal normal (entre -10 y 25 dB HL) para las frecuencias comprendidas entre 500 y 4,000 Hz.

2. Pacientes de 15 a 65 años de edad con LLT o con EM que hayan dado evidencia de lesión a través de TAC, RM o SPECT.
3. Pacientes de uno u otro sexo sin trastornos en la inteligibilidad de su habla.

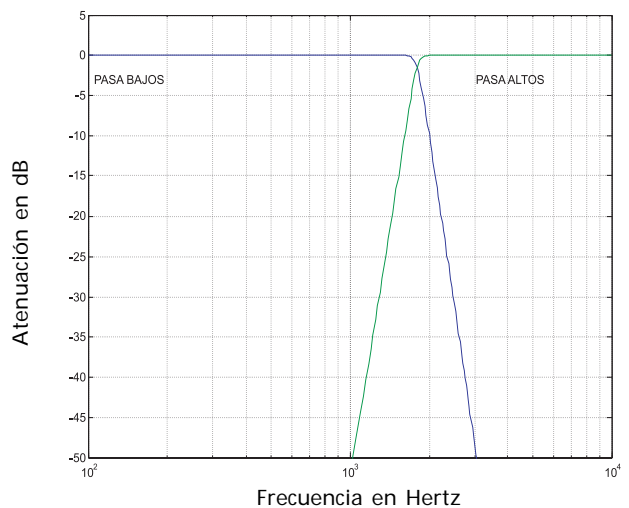
Criterios de inclusión de los controles

1. Sujetos de 15 a 65 años de edad que deseen participar voluntariamente en el estudio.
2. Sujetos de uno u otro sexo con audiometría tonal normal, entre 500 y 4,000 Hz.
3. Sujetos sin trastornos en la inteligibilidad de su habla.

Criterios de exclusión de los controles

1. Sujetos con antecedentes psiquiátricos, neurológicos o de uso de neurolépticos al tiempo del estudio.

Los sujetos del grupo control fueron tomados por conveniencia entre el personal trabajador de la Institución, así como algunos familiares de los pacientes que acudían a acompañarlos. El grupo de casos con patología fue tomado de pacientes provenientes del Instituto Nacional de Psiquiatría del área de Imágenes y así mismo de pacientes que reciben atención médica y rehabilitatoria en el Centro Nacional de Rehabilitación; ambas son instituciones médicas del Sistema Nacional de Salud y ubicadas en la Ciudad de México, D.F.



Representación del modelo (UNAM) aplicado a las palabras bisilábicas en español.

Figura 1. Respuesta en frecuencia de los filtros utilizados en el presente estudio.

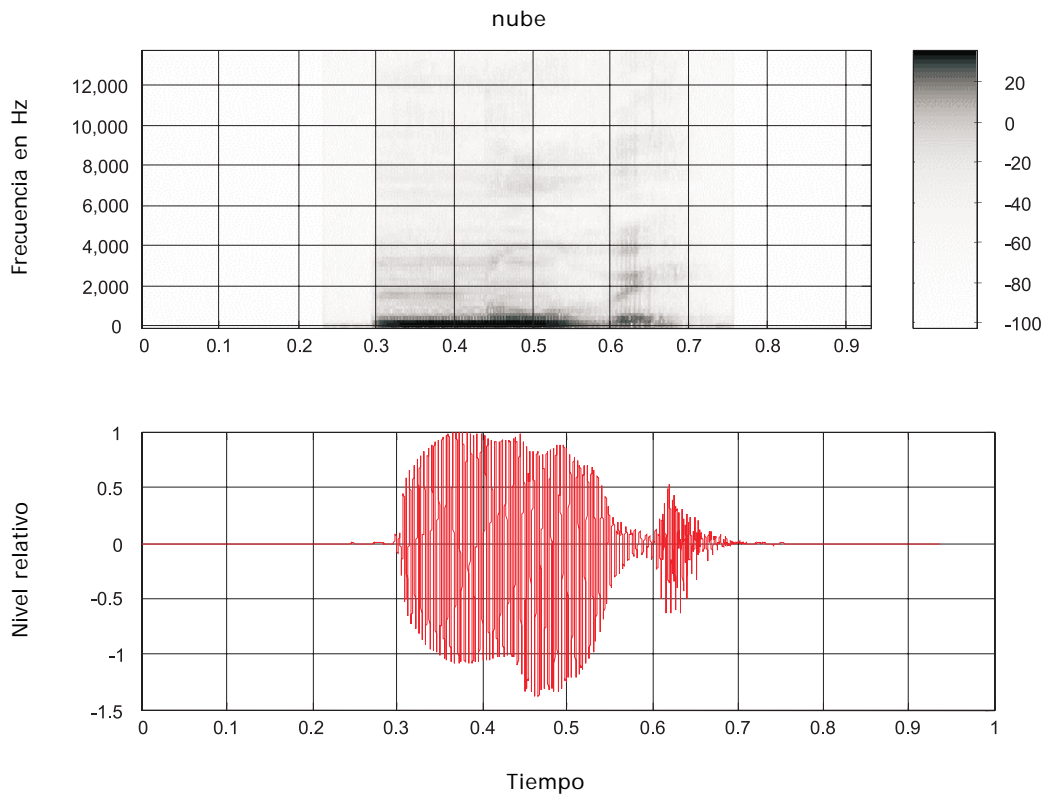


Figura 2. Espectro de la palabra "nube" sin filtro.

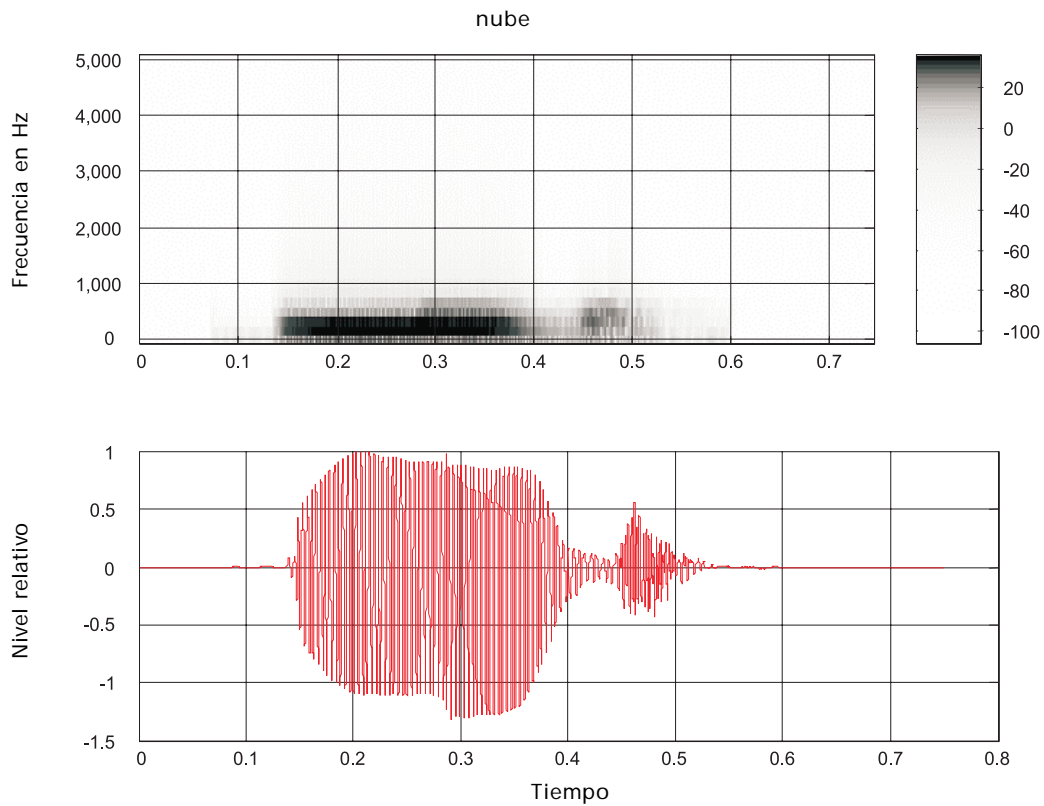


Figura 3. Espectro de la palabra "nube" con filtro pasa bajo.

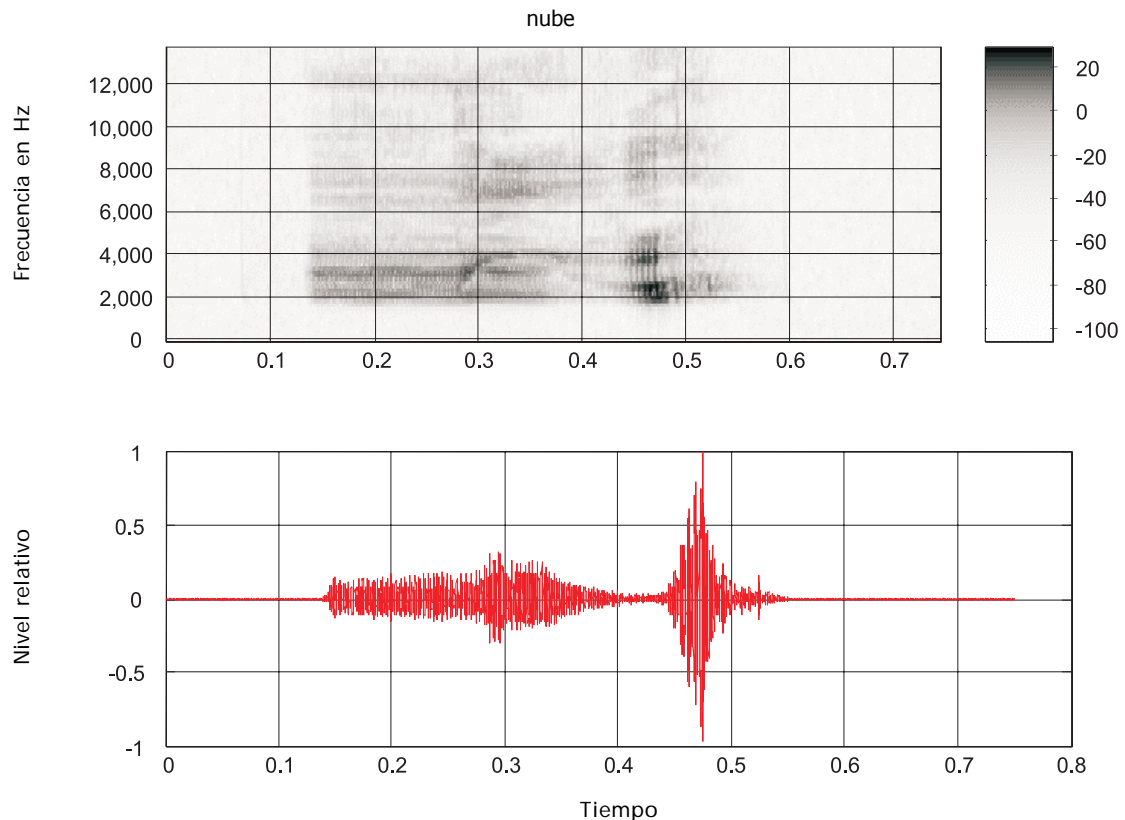


Figura 4. Espectro de la palabra "nube" con filtro pasa alto.

INSTRUMENTACIÓN

Audiómetro Ampliad 460. Audífonos TDH-49P. Reproductor de discos compactos. PFB (diseño UNAM). Cámara sonoamortiguada.

La PFB consiste en un listado de palabras bisilábicas fonéticamente balanceadas y familiares, elaborada previamente en los laboratorios de Acústica de la Universidad Nacional Autónoma de México.¹⁸ El diseño y grabación de la prueba se desarrolló en los mismos laboratorios. Consistió en la aplicación de filtros pasa bajo y pasa alto, con una frecuencia de corte de 1,200 Hz y una pendiente de atenuación de 46 dB/octava (Figura 1). Los efectos de la aplicación de los filtros se ilustran para la palabra "nube", en las figuras 2, 3 y 4.

Procedimiento

Previo verificación de la calibración se aplica al caso o al sujeto en estudio el material verbal de la PFB, a través de audífonos. Éste consiste en un listado de 20 palabras para cada oído, asignado arbitrariamente conforme al listado de pasa graves, evaluándose cada oído por separado. La finalidad de la prueba es la repetición correcta de las palabras, que al ser fusionadas a nivel central se deben enunciar en forma completa. El explorador verifica el enunciado con un listado fuera de la vista del sujeto en estudio.

Toda la prueba se aplicó a 50 dBSL en relación con el umbral obtenido en 1 KHz, en caso de diferencias de umbral entre los oídos, se obtuvo un promedio.

Por medio del audiómetro, conectado a un equipo y reproductor de discos compactos, se trasmite la señal de forma simultánea para ambos oídos. En el audiómetro se abren 2 canales, uno para pasa bajo y el segundo para pasa altos. La duración de la prueba es de aproximadamente 5 minutos. Las respuestas se califican como acertadas cuando las palabras son repetidas en forma correcta en todos sus elementos fonéticos, con desacierto cuando son incorrectas o incompletas. Al final se obtiene un porcentaje de aciertos para cada oído, tomando como referencia el pasa bajo e iniciando la prueba en todos los casos en el oído derecho. De acuerdo con los valores de normalidad referidos se considera como normal un puntaje mayor de 80% de aciertos (negativa), e igual o menor a éste se considera la prueba alterada (positiva).¹⁵ El puntaje obtenido en oído derecho y en oído izquierdo de cada caso o sujeto estudiado, fue promediado determinándose una sola cifra. Comparándose las tres condiciones por medio de Ji cuadrada (χ^2).

De los expedientes clínicos institucionales o del interrogatorio al paciente se obtiene la información

relativa a: tiempo de evolución del padecimiento, confirmación clínica por imagen o quirúrgica de la patología, y otros procedimientos diagnósticos que confirmen las lesiones.

RESULTADOS

En pacientes con LLT (n = 22) hubo 50% del sexo femenino, el grupo de edad predominante fue de los 15-25 años con un total de 11 casos que equivale a un 50% de este grupo, su promedio de edad fue de 32 años \pm 18.

En el grupo con EM (n = 13) predominó el sexo femenino con ocho pacientes (61.5%), de sexo masculino fueron cinco (38.4%), con un promedio de edad de 37 años \pm 11.

En el grupo control (n = 40) fueron del sexo masculino 16 (40%), y 24 femeninos (60%) con un promedio de edad de 32.6 años \pm 9.3.

Los signos y síntomas que caracterizaron al grupo de casos con LLT y de EM se describen en la tabla 1.

La condición de LLT izquierda se sustentó por imagen en hallazgos compatibles con atrofia en cuatro, angioma venoso en uno, quiste aracnoideo en cuatro, epilepsia en cuatro, infartos en tres, EVC y lesión no específica en cinco, lesión traumática en

uno. Todos reciben tratamiento médico exceptuando dos casos, el caso de etiología traumática y un caso de quiste aracnoideo. Dos de los casos con LLT tuvieron afasia sin comprometer significativamente su capacidad articularia.

Cinco casos de LLT izquierdo demostraron además alteraciones en otras áreas del encéfalo, uno con atrofia cerebelosa de ambos lóbulos parieto-temporales, dos con atrofia temporal derecha, uno con epilepsia del lóbulo temporal derecho y uno con infartos fronto parieto-temporales bilaterales.

Nueve de los casos de EM refirieron recaídas. Tuvieron episodios únicos en cuatro; tres con secuelas motoras de diversa magnitud y uno asintomática, al tiempo del estudio.

En la PFB aplicada a pacientes con LLT encontramos un puntaje promedio de acierto de 60% en oído derecho y 61% en oído izquierdo. En el grupo de EM se obtuvo un puntaje promedio de aciertos de 58% en oído derecho y de 55% para oído izquierdo. Para el grupo control se obtuvo un 89% como puntaje promedio de aciertos para oído derecho, muy similar el resultado para oído izquierdo que fue de 88%. El promedio de la condición binaural (promedio de lo obtenido en ambos oídos) fue de

Tabla 1
Signos y síntomas en lesiones del lóbulo temporal y en esclerosis múltiple

Lesiones del lóbulo temporal	No.	Esclerosis múltiple	No.
Trastornos de la conciencia y ausencias	13	Temblor o incoordinación motora	3
Trastornos en la articulación del lenguaje o comprensión	5	Trastornos de la marcha. Disminución de fuerza en miembros inferiores	10
Alt. del sueño	3	Mareo-vértigo	4
Trastornos de conducta, tendencia suicida	8	Hemiparesia	3
Convulsiones*	8	Trastornos visuales	13
Depresión	2	Trastornos en memoria reciente	3
Trastornos motores	9	Astenia, adinamia	3
		Varios: cefalea, diarrea, hipersensibilidad facial, alteraciones auditivas	4
N = 22		N = 13	

* Un caso con lobectomía del temporal izquierdo.

Tabla 2
PFB: Resultado del promedio de ambos oídos entre las tres condiciones estudiadas

PFB	EM*	LLT*	Control
Positiva	9	19	2
Negativa	4	3	38
Total	13	22	40

PFB = Prueba de fusión binaural.
LLT = Lesiones del lóbulo temporal.

EM = Esclerosis múltiple.
Positiva = $\leq 80\%$.

*Ji cuadrada $p < 0.005$.
Negativa = $\geq 80\%$.

60% para LLT, 57% para EM y 88% para el grupo control. Por medio de la aplicación de la prueba Ji cuadrada se obtuvo una $p < 0.005$ para los portadores de LLT y de $p < 0.005$ para los casos de EM. Para cada una de las tres condiciones estudiadas y conforme al criterio de positivo para la prueba igual o menor de 80% se definieron las proporciones que se anotan en la tabla 2, en la que se hace evidente una relación inversa entre el grupo control y las condiciones patológicas.

DISCUSIÓN

De acuerdo con los antecedentes antes descritos aún no están validadas todas las pruebas para detectar alteraciones en el procesamiento central auditivo, entre ellas PFB, tanto clínica como epidemiológicamente y no se identifican antecedentes de normalización de PFB en español. En especial, la PFB aplicada en este estudio en pacientes con EM y con LLT, que como es bien sabido involucran por su localización anatómica y por las estructuras que afectan, la eficacia de la función auditiva central.

Se asume que entre estas dos patologías y de acuerdo con los resultados que se muestran en el estudio vemos que los pacientes con EM y LLT tienen en la PFB un porcentaje de acierto similar entre ellos. Cabe mencionar que ambas entidades clínicas no son sinónimos de disfunción central auditiva, sin embargo, parecen reflejar condiciones de CAPD, que por otra parte han sido ya previamente descritas.

En el grupo de estudio de LLT se apreció que todos los pacientes tenían lesión predominante del lóbulo temporal izquierdo, aunque ésta no fue única en cinco casos. Fisiológicamente es válido aceptar que las LLT izquierdo tengan implicaciones en el análisis y síntesis de la información verbal y de ello que se vea afectado en forma notable el rendimiento de la prueba.

Si bien se requerirá de estandarizar las pruebas de CAP en español, el diseño en particular de la PFB que hemos logrado tiene diferencias respecto a lo que se menciona en la literatura en lo que se

refiere a la gama de frecuencias filtradas e incluso en la pendiente del corte. Musiek y Kelly, por ejemplo, aplicaron la PFB conforme al diseño de Willeford de 1978, las palabras que usaron fueron espondeicas, que en español no existe un número suficiente de ellas. Por otra parte, ellos aplicaron la prueba a 30 dBSL en tanto que en nuestro caso la aplicamos a 50 dBSL. También hay diferencias en el umbral de referencia para designar los decibeles SL. En nuestro caso aplicamos la referencia de umbral de 1 KHz, en tanto que Kelly-Balweber usaron la referencia de 500 y 2,000 Hz para pasa bajo y pasa alto, respectivamente.

Si bien podría suponerse que el modelo de prueba usado en nuestro caso es más fácil que el de Willeford, Kelly-Balweber observó en la PFB aplicada según el modelo de Willeford a sujetos jóvenes y de edad avanzada con perfiles tonales ligeramente descendentes, todos del género masculino; que los puntajes de acierto de 100% fueron numerosos. La observación anterior llevó a Kelly-Balweber a proponer que es necesario crear pruebas con mayor grado de dificultad. En nuestro caso sólo en tres de los sujetos control se obtuvo puntaje de 100%, todos femeninos, dos izquierdos y uno derecho, en relación con el pasa bajo.

Con respecto a la lateralidad, es sabido que el modelo diseñado por Kimura empleando dígitos dicóticos, sigue siendo de elección para identificar este proceso. No obstante lo anterior, conviene mencionar que la decisión arbitraria de designar la prueba conforme al pasa bajo podría significar un obstáculo para la interpretación apropiada de la lateralidad en la PFB; cuando se intenta lograr una correlación entre la lateralidad conocida por el sujeto en estudio y el mejor puntaje a derecha o izquierda en la PFB. Sin embargo, conviene mencionar que con fundamento en la evaluación clínica de la lateralidad, hemos apreciado que los individuos parecen no ser tan definitivamente zurdos o diestros, como comúnmente ellos creen.

La PFB ofrece un aporte clínico más para la valoración precisa en la detección de alteraciones centrales auditivas, como las que se hacen evidentes

en las condiciones de LLT y EM. Lo anterior a pesar de que la prueba diagnóstica más fehaciente y con mayor sensibilidad para dichos padecimientos lo es la imagen (TAC, RM o SPECT). Dentro de este estudio pudimos observar que pacientes con cualquiera de las dos patologías que se encontraban asintomáticas al momento del estudio y sin manejo farmacológico, dieron un puntaje considerado normal, esto es > 80% de aciertos en la PFB. Se requiere investigar más para esclarecer el fundamento del comportamiento observado en la PFB en los sujetos con el daño neural que hemos estudiado.

CONCLUSIÓN

La PFB se aprecia significativamente reducida en su puntaje de aciertos, como parte de una batería de estudio de los PCA, tanto en la mayoría de los casos de LLT como en los casos de EM, respecto a lo observado en casos control. Se requiere delimitar un grupo de estudio bajo condiciones de un estándar de oro para precisar la sensibilidad y especificidad de la PFB en español para diversas condiciones de daño neurológico.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del curso de postgrado para médicos especialistas de la Universidad Autónoma de México, en interrelación con la Secretaría de Salud sobre procesos centrales de la audición. Se agradece el apoyo de la Dra. Ma. de Lourdes Martínez Gudiño, por el acopio de pacientes diagnosticados por estudios de imagen, procedentes del Instituto Nacional de Psiquiatría, de la Dra. Teresa Baños por el acopio de pacientes del área clínica del Instituto Nacional de Rehabilitación CNR y de la tesista de ingeniería en electrónica de la UNAM, Giselle Aylin Salinas Urruti por la elocución de la PFB.

REFERENCIAS

1. Schminky M, Baran J. Central auditory processing disorders. An overview of assessment and management practices. Teaching Research Division of Western Oregon University, 1999.
2. Task Force on Central Auditory Processing Consensus development. Central auditory processing: Current status of research and clinical practice. American Journal of Audiology 1996; 5(2): 41-54.

3. Auditory processing disorder in children. What does it mean? file://A:/que es CAP. htm.
4. Prescod SV. Central auditory disorders. In: Audiological handbook of hearing disorders. London; Ontario: Van Nostrand Reinhold Company; 1978, p. 209-19.
5. Welsh LW, Welsh JJ, Healy MF. Central auditory testing and dyslexia. Laryngoscope 1980; 90(6): 972-84.
6. Keith RW. Development and standardization of SCAN-A: test of auditory processing disorders in adolescents and adults. J Am Acad Audiol 1995; 6(4): 286-92.
7. Katz J, Ivey R. Spondaic procedures in central testing. In: Katz J (ed). Handbook of clinical audiology 4th ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1994, p. 197-211.
8. Bornstein SP, Wilson RH, Cambron NK. Low-high-pass filtered. Northwestern University Auditory Test No. 6 for monaural and binaural evaluation. J Am Acad Audiol 1994; 5(4): 259-64.
9. Kelly-Balweber D, Dobie R. Binaural interaction measure behaviorally and electrophysiologically in young and old adults. Audiology 1984; 23: 181-94.
10. Snyder PJ, Capelleri JC. Information processing speed deficit may be better correlated with the extent of white matter sclerotic lesions in multiple sclerosis than previously suspected. Brain Cogn 2001; 46(1-2): 279-84.
11. Cranford JL, Kennalley T, Svoboda W, Hipp K. Changes in central auditory processing following temporal lobectomies in children. J Am Acad Audiol 1996; 7(4): 289-95.
12. Berlin C, Lowe-Bell S, Jannetta P, Kline D. Central auditory deficits after temporal lobectomy. Arch Otolaryng 1972; 96(1): 4-10.
13. Fallis-Cunningham R, Keith RW, Warnick RE. Central auditory processing in a patient with bilateral temporal lobe tumors: case report. J Am Acad Audiol 1998; 9(4): 299-304.
14. Central auditory processing. file://a:/pruebas de PCA. htm.
15. Neijenhuis KA, Stollman MH, Shik AF, Vander Broek P. Development of a central auditory test battery for adults. Audiology 2001; 40(2): 69-77.
16. Musiek FE, Geurkink NA, Kietel SA. Test battery assessment of auditory perceptual dysfunction in children. Laryngoscope 1982; 92: 251-7.
17. Konishi M. Listening with two ears. Sci Amer 1993; 268: 34-41.
18. Castañeda R, Pérez SJ. Análisis fonético de las listas de palabras de uso más extendido en logaudiometría. Anales Otorrinolar Mex 1991; 36(1): 23-30.
19. Kimura D. Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli. Canadian J Psychology 1961; 15: 166-71.

