

Trastornos en la discriminación auditiva de sonidos ambientales en pacientes afásicos

RESUMEN

Antecedentes: la afasia es un trastorno del lenguaje causado por una lesión cerebral; uno de los aspectos que se ha sido investigado es si existen o no alteraciones en el reconocimiento de lenguaje no verbal.

Objetivo: comprobar si existe o no una alteración en la decodificación de los sonidos no verbales en los pacientes con algún tipo de afasia.

Material y metodología: se realizó un estudio transversal comparando dos grupos de pacientes, en fase aguda y crónica, más un grupo control. En un grupo de 20 pacientes afásicos, de edades entre 22 y 72 años, se consideraron agudos quienes sufrieron el evento vascular en un periodo menor a un mes al momento de la realización de la prueba y crónicos aquellos cuyo evento vascular excedía el mes. Esta investigación se realizó el área de Neurolingüística del Servicio de Audiología y Foniatria en el Hospital General de México. El grupo de control estuvo conformado por 20 sujetos sanos.

Resultados: la prueba de discriminación auditiva mostró una media de porcentajes de la siguiente manera: grupo control 99.4%, pacientes en fase aguda 58.6% y en fase crónica 89.5%. En el análisis de los datos se utilizó las pruebas de Kruskal Wallis y U-Mann-Withney ($p < 0.001$).

Conclusiones: los pacientes afásicos presentan dificultad para la discriminación de lenguaje especialmente no verbal; los pacientes en fase aguda presentan mayor dificultad para la identificación de sonidos no verbales. Algunos tipos de afasia representan una mayor limitante para el paciente como es el caso de la afasia anómica.

Palabras clave: afasia, prueba de discriminación auditiva, sonidos no verbales.

Disorders in the auditory discrimination of environmental sounds in aphasic patients

ABSTRACT

Background: Aphasia is a language disorder caused by brain injury; one aspect that has been investigated is whether there are alterations in the recognition of non-verbal language.

Objective: To determine whether there is an alteration in decoding nonverbal sounds in patients with some form of aphasia.

Elia Victoria Ochoa-González¹
Roberto Enrique Zárate-Cabrera²
José Marcos-Ortega³

¹ Médico, especialista en Audiología, Otoneurología y Foniatria, Centro Médico Nacional 20 de Noviembre.

² Médico, Jefe de Servicio de Audiología y Foniatria, Centro Médico Nacional 20 de Noviembre.

³ Médico, Jefe de Servicio de Audiología y Foniatria, Hospital General de México.

Recibido: 23 diciembre 2014

Aceptado: 16 enero 2015

Correspondencia: Elia Victoria Ochoa-González
Félix Cuevas # 540
CP 03229 México D.F.
Tel.: 52005003 ext. 14469, 14470
evog8a@hotmail.com

Este artículo debe citarse como
Ochoa-González EV, Zárate-Cabrera RE, Marcos-Ortega J. Trastornos en la discriminación auditiva de sonidos ambientales en pacientes afásicos. Rev Esp Med Quir 2015;20:45-53.

Material and methods: A cross-sectional study comparing two groups of patients in acute and chronic phase, plus a control group was conducted. In a group of 20 aphasic patients, ages 22 and 72, it was considered acute for those who suffered vascular event in less than one month upon the completion of the test period, and chronic, those whose vascular event exceeded the month. This research was conducted at the area of Neuro Service Audiology and Phoniatrics at the General Hospital of Mexico. The control group included 20 healthy subjects.

Results: The auditory discrimination test showed average percentages as follows: for the control group 99.4% patients in acute phase of 58.6% and 89.5% chronic phase. The Kruskal-Wallis and Mann-Whitney U was used for data analysis finding a $p < 0.001$.

Conclusions: The aphasic patients have difficulty for discrimination particularly of non verbal language; acute patients showed more difficult to identify non-verbal sounds. Some types of aphasia represent a major constraint for the patient such as the anomic aphasia.

Key words: Aphasia, auditory discrimination test, nonverbal sounds.

INTRODUCCIÓN

Uno de los pioneros en la investigación en esta área fue Jackson (1878), encontró alta incidencia de problemas para la identificación de sonidos no verbales en pacientes afásicos concluyendo que éstos cursaban con una asimbolía generalizada. Algunos investigadores interesados en el tema continuaron los estudios; Spinnler (1966), Faglioni (1969) y Vignolo (1982) reportaron alteraciones en el reconocimiento de sonidos no verbales en lesiones hemisféricas unilaterales, observando que las lesiones del hemisferio derecho obtenían resultados negativos en comparación con los sujetos de control y en pacientes con lesiones en el hemisferio izquierdo. Otro de los investigadores interesados en el área fue Varney (1980) que, al utilizar sonidos ambientales no verbales para examinar la comprensión verbal y no verbal de pacientes afásicos,

encontró que los pacientes con alteración verbal también tenían dificultad para el reconocimiento de sonidos ambientales, en tanto que los pacientes cuya comprensión verbal estaba relativamente conservada no tenían problemas para identificar sonidos no verbales. Sin embargo, los resultados de su investigación resultan controvertibles ya que los pacientes afásicos, en mayor o menor grado, siempre presentan algún grado de alteración en la comprensión verbal.

Conforme fueron avanzando las investigaciones se obtuvieron resultados más relevantes. Clarke (1996) propuso una teoría para el procesamiento que se genera durante el reconocimiento o identificación del lenguaje no verbal. Propuso un modelo paralelo de procesamiento auditivo que apoya el reconocimiento de lenguaje no verbal, éste requiere de al menos tres actos: el nombramiento de los objetos, el reconocimiento

asemántico y la identificación semántica, información que se procesa en paralelo mediante circuitos corticales.

Una de las investigadoras más interesadas y que ha aportado información valiosa a esta área de interés en la afasia es Saygin (2003), quien analizó la comprensión verbal y no verbal en pacientes afásicos (catorce con afasia anómica, diez con afasia de Broca y seis con afasia de Wernicke) con edades de 53 a 78 años de edad. Los resultados revelaron que los pacientes con afasia de Broca y de Wernicke seleccionaron con mayor frecuencia los distractores que correspondían en algunos casos al mismo campo semántico; en contraste, los pacientes con afasia anómica tuvieron menos alteración. Concluyó que no existe un área anatómica que tenga mayor importancia que otra en la realización de tareas verbales y que las alteraciones verbales se asocian más cuando existe además alteración no verbal.¹ Después, Saygin y sus colaboradores realizaron el mismo tipo de prueba en sujetos sanos, sin lesiones neurológicas ni psiquiátricas. Conformaron dos grupos con estudiantes de 18 a 31 años de la Universidad de San Diego y adultos con edades de 54 a 78 años de edad sin afectaciones aparentes de visión o audición. Los sujetos adultos identificaron con mayor rapidez los ítems que evaluaban la parte no verbal, a diferencia de aquéllos que evaluaban la parte verbal. El estudio sostiene que el hecho de que los sujetos hayan identificado con mayor rapidez los sonidos no verbales no significa que el procesamiento de éstos, en las personas de la población en general, sea más fácil que el procesamiento de lo verbal.^{2,3} En los últimos años se ha generado información suficiente respecto al procesamiento de lenguaje no verbal en pacientes afásicos. A continuación se exponen los resultados de dos investigaciones relevantes para este estudio: la primera, realizada en Irán (2010) consideró una muestra de diez pacientes afásicos (ocho con afasia no fluida y dos con

afasia fluida) con lesiones corticales unilaterales y lesiones subcorticales uni- o bilaterales y un grupo control de cuarenta sujetos sanos. Se reportaron los siguientes resultados: los pacientes con lesiones en ganglios basales presentaron mayor alteración y dificultad en la identificación de sonidos no verbales y que las lesiones en el hemisferio derecho provocan mayores alteraciones que las del hemisferio izquierdo en la prueba de bisílabos; concluyeron que las lesiones corticales y subcorticales, tanto en el hemisferio derecho como en el izquierdo, afectan la identificación de sonidos no verbales.⁴ En la segunda investigación, llevada a cabo por Goll y Crutch (2010), se estudió a un grupo de veinte pacientes con afasia primaria progresiva (doce hombres y ocho mujeres), un segundo grupo de ocho pacientes con demencia semántica, más un grupo de control de doce sujetos sanos. Los resultados reportaron que los pacientes con afasia primaria progresiva y demencia semántica tenían mayor dificultad para identificar sonidos no verbales en comparación con el grupo de control; asimismo, los pacientes afásicos tenían mayor alteración auditiva que déficit visual comparados con los pacientes con demencia semántica.⁵ Luria (1970) menciona en su obra “Cerebro en acción” que los pacientes afásicos retienen su agudeza auditiva y no presentan ninguna pérdida parcial de tono en ninguna parte de la escala, además de que la percepción de sonidos asociados con objetos permanece intacta; es decir, no presentan ninguna alteración para la identificación de sonidos no verbales, aunque se presentan alteraciones importantes cuando tienen que distinguir entre sonidos del lenguaje. Más recientemente Lebrun (1998) observó alteraciones semánticas en sus pacientes afásicos pero no durante el procesamiento de sonidos ambientales.⁶⁻⁹

La afasia corresponde a las alteraciones del lenguaje causadas por un daño cerebral (Benson 1979). Éstas pueden presentarse antes o después

de la adquisición del lenguaje, de tal manera que incluso en la etapa infantil pueden distinguirse dos tipos de trastornos: la afasia infantil y la disfasia de desarrollo. No sólo el lenguaje, sino la atención, la memoria y otras funciones cerebrales pueden alterarse en pacientes con afasia.

Clasificación de las afasias

Existen alrededor de veinte clasificaciones para las afasias y se han distinguido subtipos para prácticamente todos los síndromes afásicos. Actualmente, el tratamiento de las afasias incluye terapia psicolingüística asociada con terapias cognitivas de rehabilitación, así como terapias psicológicas y con fármacos.⁴⁻¹¹ En condiciones normales la mayoría de los humanos comprende fácilmente sonidos tanto ambientales como lingüísticos; sin embargo, en el campo de la investigación las similitudes y diferencias en el procesamiento cognitivo y neural de estos dos tipos de sonidos no han sido del todo comprendidas. Los sonidos ambientales comparten un porcentaje mínimo de información con el lenguaje y algunos estudios sugirieron que éstos se procesan de manera similar a los estímulos lingüísticos.^{12,13} Los sonidos ambientales activan la parte superior y medial del lóbulo temporal del cerebro, áreas donde también se procesa el lenguaje.

Procesamiento auditivo central y discriminación auditiva de sonidos ambientales

Es facultad del cerebro interpretar y reconocer estímulos sonoros y 90% de su procesamiento se lleva a cabo en el hemisferio izquierdo. Los humanos oímos cuando la energía que reconocemos como sonido se desplaza por el aire, pasa por el oído externo, se multiplica en el tímpano, posteriormente en el oído medio, alcanza el oído interno y mediante las fibras auditivas llega al cerebro. Las funciones auditivas centrales son

los mecanismos y procesos responsables de las siguientes conductas:

- localización y lateralización de los sonidos
- discriminación auditiva
- reconocimiento de patrones auditivos

Los sonidos ambientales son aquellos que provienen de la emisión de diferentes tipos de elementos del entorno (objetos, animales, la naturaleza) y ocurren frecuentemente día tras día. Los sonidos ambientales tienen características bien definidas: son producidos por eventos reales, tienen significado, son más complejos que los sonidos generados en un laboratorio, como los tonos puros, y no forman parte del sistema de comunicación verbal. A diferencia de los sonidos lingüísticos, los cuales son asignados de manera arbitraria a objetos, eventos o conceptos, los sonidos ambientales tienen mayor correspondencia y asociación con el objeto. La mayoría de los humanos comprende fácilmente ambos tipos de sonidos, tanto verbales como no verbales; sin embargo, en la teoría las similitudes y diferencias en el procesamiento cognitivo de estos dos tipos de sonidos no es totalmente evidente.¹⁴⁻¹⁷

MATERIAL Y MÉTODO

Se evaluaron 20 pacientes, de 22 a 72 años de edad y con algún tipo de afasia, de géneros masculino y femenino, cinco en fase aguda y quince en fase crónica de la enfermedad, así como veinte sujetos de control.

Procedimiento

1. Se estudiaron todos los pacientes con algún tipo de afasia del área de neurolingüística, primera vez o subsecuentes.
2. Previo consentimiento informado por los familiares, se realizó la prueba de discriminación auditiva en el consultorio.

3. Durante la prueba se sentó al paciente frente a un monitor de computadora, marca Dell Laptop 10', con bocinas conectadas a la misma. Se inició el programa que consta de 50 reactivos correspondientes a sonidos no verbales (test de discriminación auditiva). Se indicó al paciente que debía seleccionar la imagen de la pantalla que creyera que correspondía con el sonido que iba a escuchar de manera previa. Los sonidos e imágenes para esta prueba fueron obtenidos por internet en la siguiente dirección electrónica: http://efectos-de-sonido.auncios-radio.com/gratis/index.php?option=com_content&task
4. Se le solicitó a cada paciente que eligiera una sola respuesta señalando con el dedo la imagen correspondiente. La prueba fue calificada durante su realización.
5. A todos aquellos pacientes que obtuvieron un porcentaje menor o igual a 66% se les realizó la prueba de audiometría tonal.

RESULTADOS

En el Cuadro 1 se enlistan, en orden decreciente, los resultados obtenidos por los pacientes y los sujetos del grupo control con los que se aparearon por edad. Se indica, además, la edad y el tipo de trastorno del lenguaje que presentan como consecuencia de la lesión cerebral que sufrieron. Los resultados obtenidos demuestran que la prueba de discriminación auditiva puede ser resuelta por sujetos sanos con porcentajes de aciertos que varían de 96 a 100%; en tanto que en los pacientes afásicos los resultados pueden ir de 30 a 100%. Con el propósito de determinar si el tiempo de evolución del padecimiento es un factor para el desempeño en la prueba los pacientes se clasificaron en dos grupos: agudos (menos de 1 mes desde que se presentó el evento vascular cerebral) y crónicos (más de 1 mes). Los resultados se muestran en la Figura 1 y en el Cuadro 2. De acuerdo con los resultados del Cuadro 2 hay diferencias notables en el compor-

tamiento de los grupos. Los pacientes en estado agudo obtuvieron resultados muy inferiores a los de los pacientes crónicos, y ambos grupos resultados inferiores a los del grupo control. La comparación entre los tres grupos se realizó con la prueba de Kruskal-Wallis (Figura 2). Hubo diferencias significativas entre los tres grupos: $p < 0.001$. Con la prueba de Mann-Whitney se realizaron las comparaciones entre grupos (Figura 3). En todos los casos hubo diferencias significativas: agudos vs. crónicos $p < 0.001$; agudos vs. controles $p < 0.001$; crónicos vs. controles $p < 0.001$.

DISCUSIÓN

En esta investigación se aplicó, a pacientes con diferentes tipos de afasia y con distinto grado de cronicidad, prueba de discriminación auditiva. Se consideró en etapa aguda a aquellos pacientes a quienes se les realizó la prueba antes de un mes de haber sufrido la lesión cerebral; en etapa crónica a aquellos a quienes se les realizó la prueba más de un mes después de la lesión. Despues de tener los resultados de las pruebas se procedió al análisis.

Como se señaló en apartados anteriores existe información contradictoria respecto de la capacidad de los pacientes con afasia para identificar sonidos ambientales. Algunos investigadores han optado por aseverar que en los pacientes afásicos no existe alteración para la identificación de sonidos no verbales, tal es el caso de Luria (1970) y Lebrun (1988).

Por otro lado, encontramos aquellos autores que demuestran lo contrario; por ejemplo, Jackson (1878) reportó que los pacientes afásicos tienen dificultad para identificar sonidos no verbales, conclusiones que coinciden con nuestros resultados. Varney (1980) utilizó sonidos ambientales no verbales para examinar la comprensión verbal y no verbal de pacientes afásicos. Los resultados

Cuadro 1. Prueba de discriminación auditiva en pacientes afásicos y grupo control

N	Aciertos	Pacientes		Edad	Grupo control	
		Tipo de afasia	N		Aciertos	Edad
1	100.00%	Afasia de Broca	50	1	100.00%	50
2	100.00%	Afasia sensorial	25	2	100.00%	25
3	100.00%	Afasia anómica	59	3	98.00%	59
4	98.00%	Afasia sensorial	22	4	100.00%	22
5	96.00%	Afasia sensorial	35	5	100.00%	35
6	96.00%	Afasia de Broca	46	6	98.00%	46
7	94.00%	Afasia sensorial	72	7	100.00%	72
8	94.00%	Afasia de conducción	46	8	100.00%	46
9	94.00%	Afasia acústico amnésica	53	9	98.00%	53
10	90.00%	Afasia sensorial	60	10	100.00%	60
11	88.00%	Afasia sensorial	62	11	100.00%	62
12	86.00%	Afasia mixta transcortical	43	12	100.00%	43
13	80.00%	Afasia de conducción	71	13	100.00%	71
14	74.00%	Afasia anómica	62	14	100.00%	62
15	64.00%	Afasia anómica	70	15	100.00%	70
16	64.00%	Afasia global	67	16	100.00%	67
17	62.00%	Afasia sensorial	57	17	100.00%	57
18	60.00%	Afasia anómica	63	18	98.00%	63
19	36.00%	Afasia global	43	19	96.00%	43
20	30.00%	Sordera cortical	54	20	100.00%	54

Resultados de pacientes afásicos apareados con los integrantes de sujeto control observando en pacientes control un rango por arriba de 96% considerando válida la prueba para fines del estudio. A diferencia de pacientes afásicos, con resultados desde 30 hasta 100%, se encontraron anomalías en la decodificación del lenguaje no verbal en ellos.

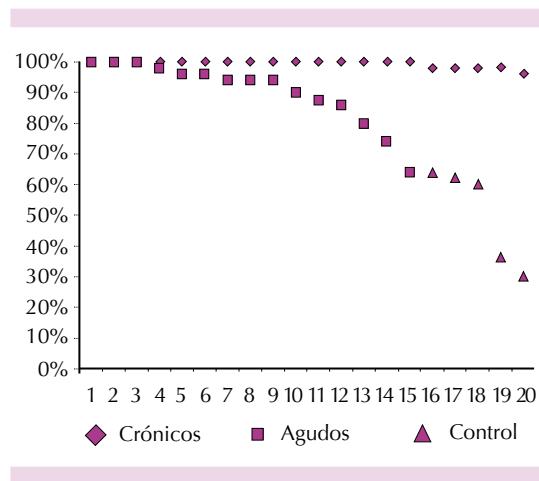


Figura 1. Tabla de dispersión de resultados en la prueba de discriminación auditiva en pacientes en fases aguda, crónica y sujetos control. Se observan puntuaciones menores en los pacientes agudos.

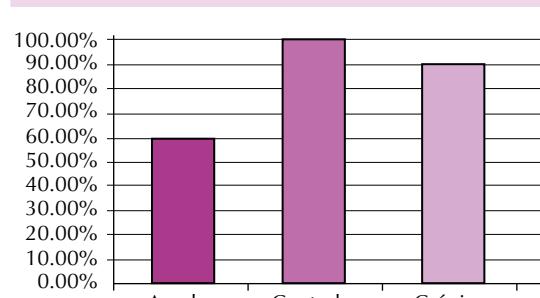
arrojaron que los pacientes con mayor grado de afectación en la comprensión también tenían dificultad para el reconocimiento de sonidos ambientales, en tanto que aquellos pacientes afásicos con la comprensión verbal relativamente conservada no presentaron dificultad para la identificación de sonidos no verbales. En este estudio encontramos resultados similares a los de Varney (1980). Los pacientes con afasia de Wernicke son los que tienen mayor alteración en la comprensión ya que obtuvieron un porcentaje menor de puntuación en la prueba; los pacientes con afasia de Broca, en los que la comprensión está mejor conservada, obtuvieron un mayor porcentaje. Sin embargo, nuestros resultados no coinciden en el caso de los pacientes con afasia anómica, quienes mantienen una comprensión relativamente buena, éstos obtuvieron un por-

Cuadro 2. Resultados de la prueba de discriminación auditiva en pacientes afásicos en períodos crónico y agudo

	Pacientes		Grupo control	
Crónicos	N	Aciertos	N	Aciertos
	1	100.00%	1	100.00%
	2	100.00%	2	100.00%
	3	100.00%	3	98.00%
	4	98.00%	4	100.00%
	5	96.00%	5	100.00%
	6	96.00%	6	98.00%
	7	94.00%	7	100.00%
	8	94.00%	8	100.00%
	9	94.00%	9	98.00%
	10	90.00%	10	100.00%
	11	88.00%	11	100.00%
	12	86.00%	12	100.00%
	13	80.00%	13	100.00%
	14	74.00%	14	100.00%
	15	64.00%	15	100.00%
	Media	89.50%		
	Desviación estándar	10.479		
Agudos	N	Aciertos	N	Aciertos
	1	64.00%	16	100.00%
	2	62.00%	17	100.00%
	3	60.00%	18	98.00%
	4	36.00%	19	96.00%
	5	30.00%	20	100.00%
	Media	58.60%		
	Desviación estándar	16.087		
TOTAL	Media	80.30%	Media	99.40%
	Desviación estándar	21.19	Desviación estándar	1.14

Medias obtenidas en cada grupo de pacientes divididos por grado de cronicidad. Mayor alteración (con menor porcentaje de puntuación) en pacientes en fase aguda de la enfermedad. Sin embargo también se observa baja puntuación en algunos pacientes en fase crónica.

centaje menor a lo que se esperaba. Ahora bien, comparando los resultados de Saygin (2003) con los de nuestra investigación podemos mencionar lo siguiente: la muestra estudiada es de veinte pacientes más un grupo control de veinte sujetos entre 22 y 72 años de edad; la metodología, a diferencia de la de Saygin, consistió en aplicar una prueba conformada por 50 ítems, en la que



Kruskal-Wallis: $p < 0.001$

Figura 2. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis (no paramétrica para muestras pequeñas) con $p < 0.001$ para resultados estadísticamente significativos.

cada ítem se evaluó en grupo de cuatro imágenes. Nuestros resultados son diferentes. En este estudio los pacientes con afasia de Broca obtuvieron mejores porcentajes y menor número de errores, a diferencia de los pacientes con afasia de Wernicke, quienes obtuvieron malos resultados en la prueba, con porcentajes más bajos; finalmente, los pacientes con afasia anómica, tanto en fase aguda como crónica, obtuvieron resultados erróneos y porcentajes bajos. A pesar de las diferencias de nuestros resultados, coincidimos con la conclusión de Saygin en el sentido de que los pacientes afásicos presentan mayor dificultad para la identificación de sonidos no verbales.

Resulta de suma importancia mencionar que ninguna investigación reportada en la literatura especializada ha estudiado por grado de cronicidad de la enfermedad (división de los casos agudos de los crónicos) las alteraciones en la identificación de sonidos ambientales. La inclusión del grado de cronicidad en este trabajo se considera una aportación: los pacientes en fase aguda, sin importar el tipo de afasia, muestran una evidente dificultad para la identificación de sonidos ambientales.

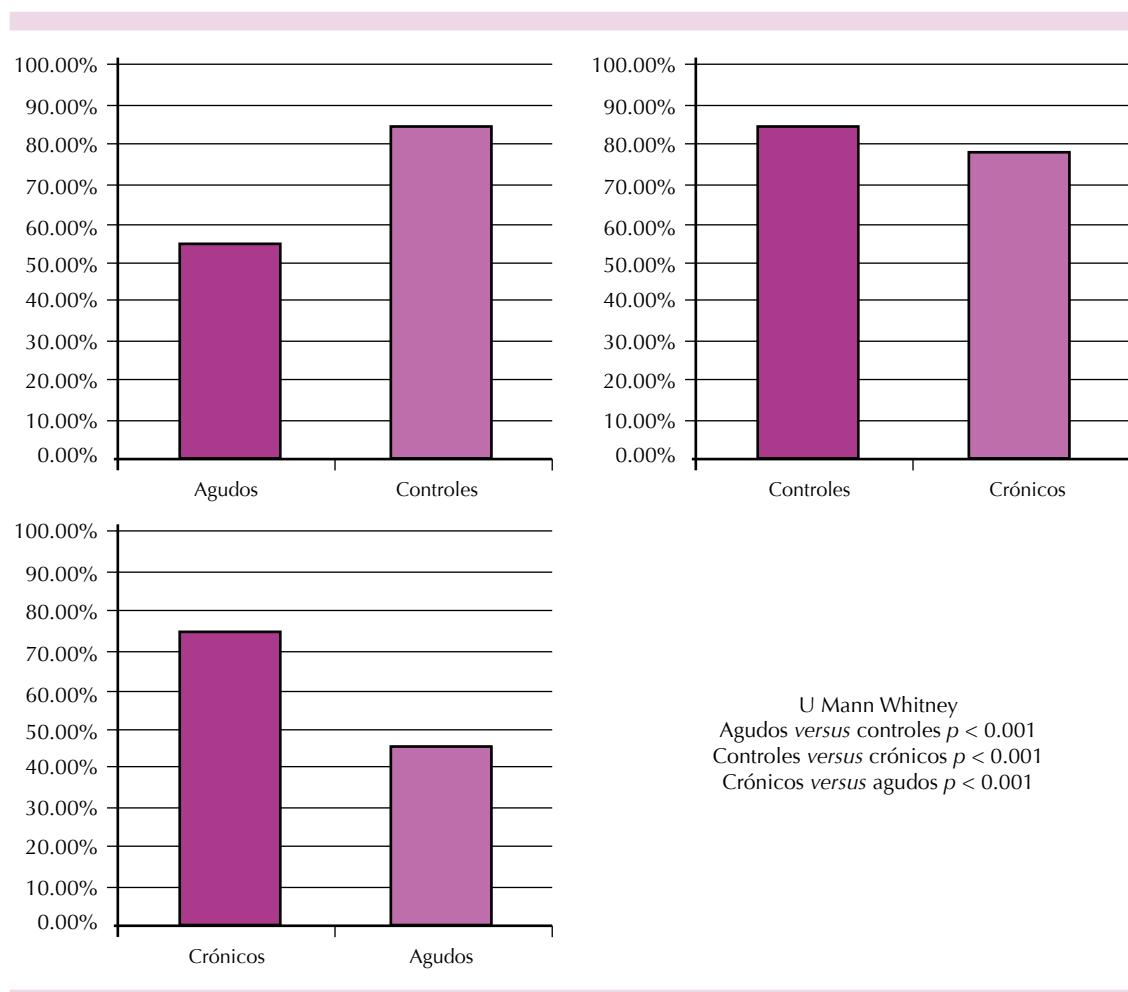


Figura 3. Prueba de U Mann-Whitney con $p < 0.001$ para resultados estadísticamente significativos.

CONCLUSIÓN

La afasia es una alteración del lenguaje por alguna lesión cerebral y, dependiendo de la localización topográfica del daño y la sintomatología que la acompaña, se clasifica en diferentes tipos. En nuestro estudio demostramos, a partir del análisis de los resultados obtenidos en la aplicación de la prueba de discriminación auditiva, que los pacientes afásicos presentan dificultades para la identificación de sonidos no verbales; lo anterior pese a las investigaciones en las que se opina lo contrario. Cabe

mencionar que ésta es la primera investigación en la que se incluye el efecto del grado de cronicidad de la enfermedad para la identificación de sonidos ambientales; se aportan resultados significativos que evidencian una franca alteración en el reconocimiento de información no verbal en los casos de pacientes que se encuentran en una fase aguda de la enfermedad, en contraste con los que se encuentran en fase crónica; además se observa que los pacientes, aun en fases avanzadas de la enfermedad, presentan cierto grado dificultad para la identificación de los sonidos no verbales.

REFERENCIAS

1. Saygin AP, Dixk F, Wilson S. Neural resources for processing language and environmental sounds. Evidence from aphasia, Brain 2003;126:928-945.
2. Saygin AP, Dick F, Bates E, An on-line task for contrasting auditory processing in the verbal and nonverbal domains and norms for younger and older adults. Behavior Research Methods 2005;37:99-110.
3. Becker F, Reinvang Ivar. Event-related potentials indicate bitemporal changes in speech sound processing during aphasia rehabilitation, J Rehab Med 2007;39:658-661.
4. Nilipor R, Saber GT, Noudoost B. Different profiles of verbal and nonverbal auditory impairment in cortical and subcortical lesions. Basic and Clinical Neuroscience 2010;4:14-24.
5. Goll JC, Crutch S, Loo JH, Rohrer JD. Non-verbal sound processing in the primary progressive aphasias. Brain 2010;133:272-285.
6. Steinbüchel NV, Wittmann M, Strasburger H, Auditory temporal-order judgement is impaired in patient with cortical lesions in posterior regions of the left hemisphere. Neuroscience letters 1998;264:168-171.
7. Poblano A. Temas básicos de audiología. Aspectos médicos. Ed. Trillas Mex 2003, cap 1.
8. Gyton A. Tratado de Fisiología Médica Ed. Mc Graw Hill México 2001, cap. 53.
9. Luria AR. El cerebro en acción, Ed Roca, 1989, cap. 4.
10. Ardila A. Las Afasias, Departamento de Ciencias y Trastornos de la Comunicación Universidad Internacional de la Florida, Miami, 2006 cap. 2.
11. Martin L. Treatment of aphasia. Arch Neurol 1998;55:1417-1419.
12. Saygin AP, Leech R, Dick F. Nonverbal auditory agnosia with lesion to Wernicke's area. Neuropsychologia 2010;48:107-113.
13. Polster M, Disorders of auditory processing: evidence for modulatory in audition. Cortex 1998;34:47-65.
14. <http://www.dipa.cat/esp/docs/ProcesamientoAuditivo-Central.html> (2013)
15. Zatorre R, Belin P. Spectral and temporal processing in human auditory cortex. Cerebral Cortex 2001;11:946-953.
16. Bischoff, A, Proper S, Mao H. Conscious and unconscious processing of nonverbal predictability in Wernicke's Area, The Journal of neuroscience 2000;20:1975-1981.
17. Butler C, Brambati S, Miller B. The neural correlates of verbal and non-verbal semantic processing deficits in neurodegenerative disease, Cogn Behav Neurol 2009;22:73-80.