

Potenciales auditivos de latencia larga: Potencial de disparidad y P300 en dos grupos de adultos mayores

Barón-Herrera Rosa Angélica,* Peñaloza-López Yolanda Rebeca,[†] Flores-Rodríguez Teodoro Bernardo,[‡] Flores-Ávalos Blanca Graciela,[§] García-Pedroza Felipe,^{||} Herrera-Rangel Aline B[¶]

*Médica especialista en Audiología, Otoneurología y Foniatría. Alumna de alta especialidad Área de Procesos Centrales de la Audición UNAM-INR. [†]Profesora Titular del Curso de Alta Especialidad en Procesos Centrales de la Audición UNAM-INR. Área de Investigación en Procesos Centrales de la Audición, Instituto Nacional de Rehabilitación. [‡]Jefatura de División de Medicina de Electrodiagnóstico. Instituto Nacional de Rehabilitación. [§]Jefatura de Neurofisiología. Instituto Nacional de Rehabilitación. ^{||}Coordinador de Investigación del Departamento de Medicina Familiar, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México. [¶]Médica especialista en Comunicación, Audiología y Foniatría. Alumna de la maestría en Ciencias Médicas UNAM. Otoneurología CMN Siglo XXI, IMSS.

Revista Mexicana de Neurociencia

Septiembre-Octubre, 2011; 12(5): 242-249

INTRODUCCIÓN

La investigación actual sobre procesos centrales de la audición basada en estudios neurofisiológicos les reconoce como recursos de alta fiabilidad y objetividad, superiores al uso exclusivo de las pruebas psicoacústicas. No obstante, en el caso del adulto mayor el problema es complejo, ya que por influencia de la edad, tiene lugar un deterioro del sistema nervioso relacionado con la audición y así mismo en las funciones cognitivas.¹ Hall (2007) hace referencia

a la complejidad que prevalece respecto a la categorización de los potenciales auditivos provocados, especialmente cuando son de latencia larga (latencias mayores a los 50 milisegundos). Además del componente endógeno, es evidente su dependencia exógena, ya que se requiere de una aferencia efectiva que haya procesado la cóclea.¹ Los potenciales auditivos tardíos (PAT) expresan la actividad neuroeléctrica sensorial en un contexto perceptual y cognitivo.² El potencial de disparidad (PD), descrito inicialmente por Näätänen en 1978,³ se obtiene me-

RESUMEN

Introducción: El estudio electrofisiológico de los procesos centrales de la audición converge en dos potenciales tardíos: el potencial de disparidad (PD) preatencional y el potencial de 300 ms (P300) mediado por la atención. **Objetivo:** Identificar las variaciones de amplitud y latencia de los potenciales auditivos PD y P300 en dos grupos de adultos mayores, para analizar los cambios que se atribuyen a la edad, atención y género. **Métodos:** Un total de 60 sujetos fueron estudiados, seleccionándose para este informe 37 (ocho mujeres y 25 hombres) sin daño neurológico dispuestos en dos grupos: G1 (60 a 69 años de edad) y G2 (≥ 70 años). Se les practicó audiometría tonal, prueba mínima del estado mental y potenciales provocados auditivos del tallo cerebral. Se evaluó para cada caso la latencia y amplitud de las respuestas de PD y P300, en las derivaciones C3, Cz, C4, F3, Fz y F4 del sistema internacional 10-20. Se compararon los resultados de G1 en relación a G2. **Resultados:** Las diferencias entre grupos fueron significativas para la amplitud de PD en C3 y C4, lo que trasciende para edad y la atención ($p < 0.05$). Para el género femenino de G2 hubo alargamiento significativo de la latencia de P300 en C3, Cz, C4, F3 y F4. **Conclusión:** Las diferencias de amplitud entre los grupos estudia-

Auditory late responses: Mismatch negativity and P300 in two groups of elderly people

ABSTRACT

Introduction: Electrophysiological studies of central auditory processing converge in two late potentials: Mismatch negativity (MMN) a pre-attentional response, and P 300 an attention-mediated response. **Objective:** To identify the variability of amplitude and latency of MMN and P300 responses between two groups of elderly people, in order to analyse changes related with age, attention and gender. **Methods:** A total of 60 subjects were studied, selecting 37 without identified neurological damage (8 women and 25 men) allocated into two groups: G1 (aged 60-69 years) and G2 (≥ 70 years). Audiometry, clinical evaluation for neurological risk, mini-mental state examination and ABR were performed. MMN and P300 amplitudes and latencies for leads C3, Cz, C4, F3, Fz and F4 were also assessed. Results of both groups were compared. **Results:** Differences between both groups were statistically significant in MMN amplitudes for leads C3 and C4 ($p < 0.05$). Females showed important differences for P300 latencies in almost all leads, except Fz. **Conclusion:** Amplitude differences between the studied groups for MMN suggest the presence of

dos para PD sugieren la presencia de fenómenos compensatorios mediados por la atención voluntaria implícita en P300. El alargamiento de las latencias de P300 en el género femenino se propone relacionado con el contexto social en una población socialmente desfavorecida.

Palabras clave: Adulto mayor, atención, edad, género, potenciales auditivos tardíos, potencial de disparidad, P300, rehabilitación.

compensatory phenomena mediated by voluntary attention implicit in P300. Latencies prolongations of P300 in the female gender could be related with the social context of a socially underprivileged population.

Key words: Attention, auditory late responses, elderly, gender, mismatch negativity, P300, rehabilitation.

dante el paradigma *odd ball*, caracterizado por la presentación de una serie de estímulos repetitivos frecuentes, e inmerso en ellos, en forma aleatoria se presentan estímulos "discrepantes", infrecuentes o de baja probabilidad de aparición. Ambos estímulos difieren entre sí en alguno de sus atributos físicos. Este potencial se obtiene pasivamente sin requerir de la atención del paciente. Su latencia se sitúa alrededor de los 150 ms. El hecho crucial en la generación de PD es que sin mediar la atención tiene lugar la detección del cambio acústico *per se*.⁴⁻⁶ Por otra parte, el potencial de 300 ms (P300) representa el substrato electrofisiológico de las funciones cognitivas, por lo que resulta muy adecuado para analizar los cambios relacionados con la edad en el cerebro humano del adulto mayor.⁷ También se extrae mediante el paradigma *odd ball*. En este caso el sujeto en estudio debe mantener la atención para identificar el estímulo infrecuente. P300 puede obtenerse con diversas modalidades de estímulo. El lóbulo temporal no es la única estructura generadora de P300, ya que también se ha localizado como generador al hipocampo (funcionalmente relacionado con la memoria) y al lóbulo parietal, además de otras estructuras corticales y subcorticales como la corteza auditiva primaria. Además, esta onda de menor amplitud se ha registrado en el lóbulo frontal y en el tálamo.⁸ Se han registrado latencias prolongadas y amplitudes disminuidas en individuos de edad avanzada.⁹⁻¹²

Las aplicaciones clínicas de P300 son variadas. Como su latencia se relaciona con el tiempo de procesamiento, su aplicación es trascendente en el diagnóstico de demencia y otras enfermedades en el contexto del estudio de los "procesos centrales de la audición". La atención es una función cognoscitiva compleja que puede involucrar condiciones de conciencia y de vigilia. No es un proceso unitario, sino un conjunto de diferentes mecanismos que trabajan de forma coordinada. Su función es seleccionar del

medio, interno o externo, aquellos estímulos que son relevantes para el estado cognitivo en curso del sujeto y que sirven para llevar a cabo una acción y alcanzar objetivos. Estas funciones se logran mediante redes funcionales corticales y subcorticales.¹³ El procesamiento de la señal auditiva tardía se expresa entre otros por medio de dos componentes uno preatencional automático (i.e., PD) y uno atencional controlado (i.e., P300).

Algunas investigaciones señalan que el adulto mayor es más susceptible a efectos de interferencia en la señal auditiva, lo que ocasiona que perciban información engañosa e inexacta y consecuentemente exhiben un desempeño pobre en las funciones cognitivas.¹⁴⁻¹⁹ En el adulto mayor se reportan cambios en la lateralidad para el lenguaje, efectos que indican el uso de mecanismos compensatorios en el procesamiento de propiedades funcionales del lenguaje (*timing*, longitud, orientación) o, alternativamente, un incremento en el uso de diferentes generadores para optimizar este proceso.²⁰⁻²³ Por otro lado, varios estudios señalan que el género femenino tiene ventaja en tareas de comprensión del lenguaje. Sin embargo, en el procesamiento de tonos puros, el género masculino parece tener ventaja. Se ha propuesto que la lateralización del lenguaje es más marcada en hombres.²⁴⁻²⁷ Otros reportes indican un mayor deterioro de la función cognitiva relacionada con la edad avanzada en los hombres, diferencia que tiende a equilibrarse hacia la 8a. y 9a. décadas de la vida.²⁸⁻³¹

En este estudio se propone que los PAT (PD y P300), evaluados según su amplitud y latencia, son diferentes entre dos grupos de adultos mayores; de lo que derivan implicaciones relacionadas con la edad, la atención y el género.

MÉTODOS

Este estudio es prospectivo, transversal y comparativo. Se realizó de junio a octubre de 2007 en el

Instituto Nacional de Rehabilitación (INR) de la SSA de la Ciudad de México. El protocolo fue sometido a la revisión y aprobación del Comité de Investigación INR. Las personas estudiadas dieron su consentimiento bajo información. Dentro de la institución se promovió la presencia de adultos mayores al área de procesos centrales de la audición y de neurofisiología clínica. Los criterios de inclusión fueron: individuos ≥ 60 años de edad que acuden como pacientes de ortopedia, acompañantes, o empleados de la institución, sin antecedente ni o evidencia clínica actual de enfermedad neurológica ni psiquiátrica, sin tratamiento con medicamentos neurolépticos en ninguna etapa de la vida, sin antecedente de TCE moderado a severo ni alteraciones de la conciencia en ninguna etapa de la vida, con escolaridad mínima de primaria completa, con un promedio de tonos audibles (PTA 4) máximo para 500, 1,000, 2,000 y 4,000 Hz de 55 dB, y con un resultado mínimo de 24 puntos en la prueba mínima del estado mental (Folstein).³² Todos los casos incluidos en el estudio debieron tener completa su evaluación de acuerdo con el diseño del estudio. No se incluyeron a personas cuya lengua materna no sea el español y se excluyeron casos que no concluyeran el protocolo de estudio o bien que no tuvieran registros medibles de amplitud y latencia de PD y P300. Se crearon dos grupos de estudio. El grupo 1 (G1) fue integrado con adultos mayores de 60 a 69 años de edad, el grupo 2 (G2) con adultos mayores de ≥ 70 años de edad. Se realizó una entrevista con formato para consignar variables de interés. Se efectuó audiometría tonal bilateral de siete frecuencias (125 a 8,000 Hz) con método ascendente para obtención de umbral tonal. Se utilizó un audiómetro *Amplaid 460* y audífonos TDH, en cabina sono-amortiguada. El equipo audiológico se mantiene calibrado con base en ANSI S 3.6. El PTA 4 (promedio de tonos audibles) fluctuó entre 16 y 45 dB. Se aplicó la prueba Minimental.

Para obtener los potenciales auditivos de tallo cerebral se utilizó un equipo Nicolet Viking Select versión 9.0 de cuatro canales convencional. Los estímulos fueron clics de rarefacción presentados monoauralmente a 90 dB, a una tasa de 19/s, para 1,000 estímulos promediados, con réplica de cada trazo. Se aplicó enmascaramiento contralateral a 30 dB menos respecto al clic de estudio.

Para los registros de los PAT (PD y P300) se utilizó un equipo *EEmagine Cognitrace A.N.T.* de 22 canales con programa informático *Cognistim* de potenciales evocados auditivos y cognitivos. Los estímulos auditivos se generaron de manera bilateral con un

sistema de audífonos calibrados marca *Senn Heiser 202*, así como un señalador marca *Logitech Precision* para P300. Se utilizaron un total de 100 estímulos de tipo clic cuadrado de 100 ms de duración con una intensidad de 70 dB. La duración del intervalo interestímulo (ISI) fue de un segundo. Como estímulo frecuente se aplicó 1 KHz e infrecuente de 2 KHz. La señal de EEG de donde se extrajeron los datos se recogió siguiendo el sistema internacional 10-20 mediante gorra marca *Waveguard* de 22 canales aislados en montaje referencial (referencia FPz-Cz), con un muestreo de 256 Hz, previa verificación de impedancias ($< 0.005 \Omega$). Se promediaron las señales consecutivas a los estímulos por separado (frecuentes: 80%, infrecuentes: 20%), con una ventana de análisis de 500 ms. Se midieron las características de los potenciales PD y P300 en un procedimiento ciego. Un ejemplo de los trazos obtenidos se muestra en la figura 1. El procedimiento de medición para la amplitud de ambos potenciales auditivos tardíos fue para PD la primera onda negativa después de N100 y para P300 la primera onda positiva después de P200, ambas respecto a la línea basal del estímulo infrecuente. Las latencias para ambos PAT se determinaron con el cursor del equipo a partir del inicio del estímulo hasta el pico de máxima amplitud de las ondas mencionadas, en una ventana de 500 milisegundos.

En cada uno de los dos grupos (G1 y G2), se analizaron las respuestas para PD y P300 en las derivaciones C3 (derivación parasagital izquierda)-R, Cz (derivación central)-R y C4 (derivación parasagital derecha)-R, F3 (derivación parasagital frontal izquierda)-R, Fz (derivación central frontal)-R y F4 (derivación parasagital frontal derecha)-R según su latencia y amplitud. R corresponde a FPz-Cz (Figura 1 y Tabla 1). La atención se valoró mediante la comparación de PD respecto a P300 usando los mismos parámetros. Se comparó el desempeño por género intra e intergrupo.

Se empleó el paquete estadístico SPSS v. 12.0 para los análisis. Se registraron los datos en la base correspondiente para analizarse por medidas de tendencia central y de dispersión. La diferencia entre las variables dependientes: amplitud y latencia de PD y P300 para las tres derivaciones centrales y las tres derivaciones frontales y G1 vs. G2 se analizó con la prueba t de Student. Los análisis fueron a dos colas y considerados significativos cuando $p < 0.05$.

RESULTADOS

Se estudiaron un total de 60 personas, de las que se seleccionaron 37 basados en los criterios del estu-

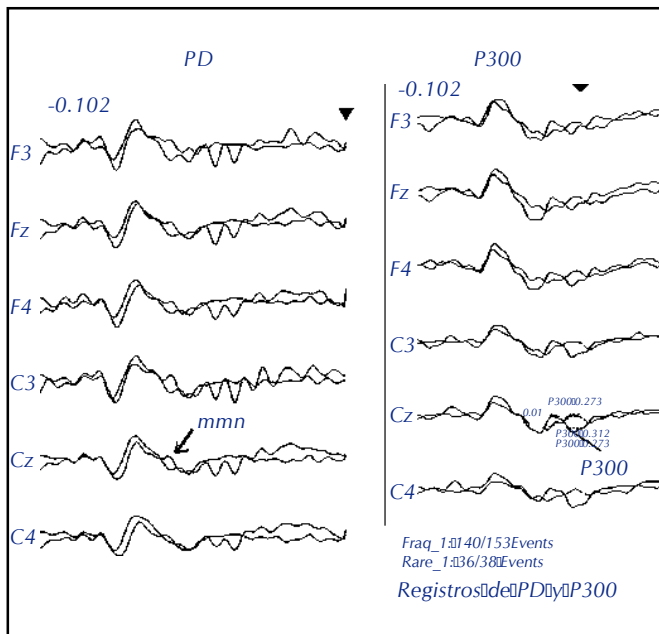


Figura 1. Registros de A) a la izquierda de la Potencial de disparidad (marcado "mmn"), B) a la derecha de P300, por cada una de las derivaciones: C3, CZ, C4, F3, FZ, F4.

dio. G1 incluyó 20 personas (54.1% del total de los casos estudiados) con 60 a 69 años de edad y promedio de edad (DE) de 62.5 ± 3.0 : 4 mujeres (20%) y 16 hombres (80%). G2 incluyó 17 personas (45.9% del total del grupo estudiado), con edades de 70 a 89 años de edad (promedio de edad: 78.5 ± 5.4): ocho mujeres

(47%) y nueve hombres (53%); con promedio de edad para el género femenino de 79 años y para el masculino de 78.2 años. Para el grupo total de 37 adultos mayores analizado por edad, la edad mínima fue de 60 y la máxima de 89 años. Se encontraron diferencias en los valores de la audiometría tonal de los PTA entre G1 y G2, para el oído derecho ($p = 0.007$) y para el izquierdo ($p = 0.005$), con valores más altos para el grupo de mayor edad. En la prueba mínima del estado mental se obtuvo un promedio de 26 ± 1.5 puntos para G1 y 26 ± 1.9 para G2 ($p = 0.539$). El análisis global de latencias interonda de los PEATC no mostró diferencia significativa (G1 vs. G2) para ninguno de los tres segmentos medidos. Las respuestas características para PD y P300 en las 6 derivaciones incluidas en este estudio se pueden apreciar en la figura 2.

El análisis de edad y atención se realizó evaluando las diferencias entre G1 y G2, así como entre PD y P300, la primera considerada preatencional y P300 como atencional. Sólo para PD se encontraron diferencias en amplitud en las derivaciones C3 ($p = 0.017$) y C4 ($p = 0.013$). Para P300 no se encontraron diferencias para amplitud y latencia. La figura 2 muestra los valores promedio de los 37 casos distribuidos por prueba, para las funciones de latencia y amplitud según cada una de las seis derivaciones incluidas en el estudio. De ellas se destaca en PD (Figura 2 A: latencia, B: amplitud) como tendencia: el G2 de mayor edad muestra menor latencia y menor amplitud. En el caso de P300 (Figura 2 C: latencia, D: amplitud) G2 muestra mayor amplitud y mayor latencia. En el aná-

Tabla 1
 Valores de amplitud y latencia de PD y P300 por derivación y grupo

	C3		CZ		C4		F3		FZ		F4		Promedio General		
	G1	G2	G1	G2	G1	G2	G1	G2	G1	G2	G1	G2	G1	G2	
PD	L	164	152	166	151	167	153	160	149	164	149	161	149	165	151
	T	1.35		1.53		1.53		1.2		1.4		1.4			
	p	0.18		0.13		0.13		0.2		0.2		0.15			
	A	-3	-0.7	-11	-0.9	-2	-0.12	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-4	-2
	T	-2.5		-1.1		-2.6		-0.27		-1.5		-0.17			
P300	L	346	363	346	360	346	362	347	352	354	354	345	354	347	357
	T	-1.06		-0.8		-0.9		0.3		-0.05		0.5			
	p	0.3		0.4		0.3		0.7		0.9		0.6			
	A	2	3	2	3	2	3	2	0.8	2	2	2	2	2	2
	T	-4		-6		-0.9		0.5		-0.1		-0.7			
p	0.6		0.5		0.3		0.5		0.8		0.44				

PD: Potencial de disparidad entre un estímulo frecuente y el infrecuente. P300: Potencial positivo de más de 300 ms para el estímulo infrecuente. A: Amplitud. L: Latencia. T: Student. PS: Significancia, $p < 0.05$ se marcó con *.

C3: Derivación central parasagital izquierda. CZ: Derivación central. C4: Derivación central parasagital derecha. F3: Derivación frontal parasagital izquierda. FZ: Derivación frontal central. F4: Derivación frontal parasagital derecha. G1: Grupo de estudio 1 (60 a 69 años de edad). G2: Grupo de estudio 2 (70 a 89 años de edad). Promedios generales de latencia y amplitud por prueba.

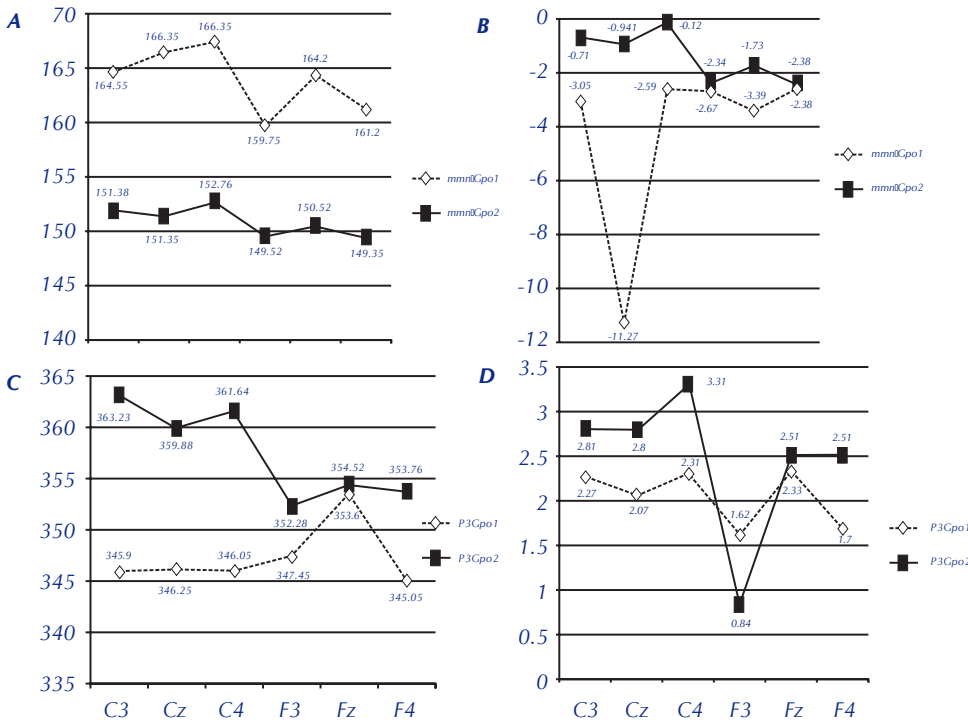


Figura 2. Valores promedio de PD y P300.

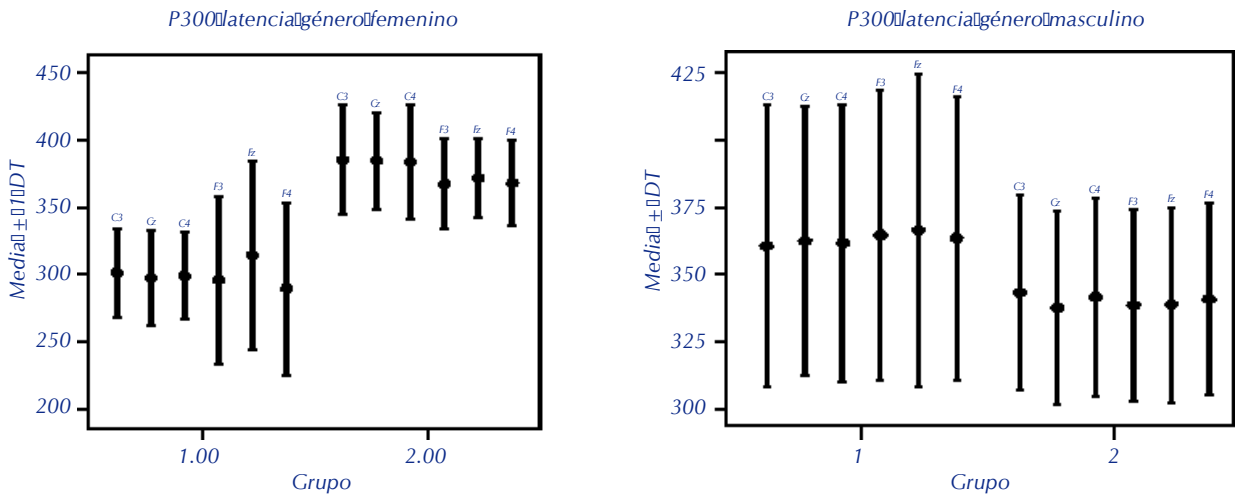


Figura 3. Valores promedio \pm DE de latencia para P300, según género femenino a la izquierda, masculino a la derecha y por grupo de edad estudiado (G1 y G2).

lisis de género no se encontraron diferencias en PD, tanto para amplitud como para latencia. En el análisis de P300 para el género masculino (G1 vs. G2) tampoco se encontraron diferencias significativas. En el caso femenino, para la latencia de P300 (G1 vs. G2) se encontró diferencia para latencia de C3 ($p = 0.003$), para latencia de Cz ($p = 0.001$), para latencia de C4 ($p = 0.003$), para latencia de F3 ($p = 0.020$) y para latencia de F4 ($p = 0.013$) (Figura 3).

lisis de género no se encontraron diferencias en PD, tanto para amplitud como para latencia. En el análisis de P300 para el género masculino (G1 vs. G2) tampoco se encontraron diferencias significativas. En el caso femenino, para la latencia de P300 (G1 vs. G2) se encontró diferencia para latencia de C3 ($p = 0.003$), para latencia de Cz ($p = 0.001$), para latencia de C4 ($p = 0.003$), para latencia de F3 ($p = 0.020$) y para latencia de F4 ($p = 0.013$) (Figura 3).

DISCUSIÓN

La determinación de los PAT para estudiar en forma no invasiva la actividad cerebral durante el pro-

cesamiento de funciones auditivas relacionadas con la cognición ha generado un interés sobresaliente en su aplicación en el campo de las neurociencias. De lo anterior se destaca la necesidad de profundizar en el estudio de PD y P300 como potenciales cognitivos que reflejan funciones que en este estudio proponemos como complementarias. Este estudio tiene la particularidad de evaluar dos grupos de adultos mayores con la finalidad de apreciar diferencias o cambios en una misma categoría o grupo poblacional. Se aplica a los cambios electrofisiológicos obtenidos por medio de la medición de latencia y amplitud de dos pruebas de PAT (PD y P300), cuyos métodos de obtención denotan diferencias importantes en el estado de atención que sustenta cada prueba. En este trabajo, las edades comprendidas en cada grupo crean una diferencia promedio de 17 años, diferencia que puede considerarse una fortaleza del diseño de este estudio, pero aun así, podría perfeccionarse en estudios futuros aumentando la polaridad por edad de los grupos incluidos. Todo ello con la finalidad de hacer evidentes los cambios que están presentes en las etapas avanzadas de edad en el ser humano, conocer más de ellas y probablemente generar estrategias rehabilitatorias o preventivas.

En esta evaluación partimos del razonamiento de que la comparación de los procesos electrofisiológicos entre los adultos jóvenes y los adultos mayores expresan diferencias obvias por efecto de que se trata de etapas diferentes de la vida. En este modelo de estudio no se pretendió lograr una prueba diagnóstica de envejecimiento pero sí explorar las variaciones observadas teniendo como eje la edad de dos grupos de adultos mayores y sobre la atención y el género en la condición de envejecimiento. Un resultado relevante en este estudio se connotó con las diferencias significativas entre G1 y G2 en la amplitud de PD para C3 y C4. Si se considera a PD como una prueba preatencional que se relaciona con el disparo automático de neuronas en el área auditiva primaria y de asociación, y a P300 como una prueba atencional. Es posible que los recursos fisiológicos implicados en la atención diluyan las diferencias apreciables en las primeras etapas de la integración cortical de la señal, aunque ambas pruebas tienen correlato cognitivo. Importa mencionar que en este estudio las diferencias entre el estímulo frecuente y el infrecuente radican en diferencias de frecuencia (i.e., altura tonal), variación que está presente en ambas pruebas en la misma proporción.

Varias referencias dan evidencia de las repercusiones que tiene el envejecimiento en estas prue-

bas electrofisiológicas, reportándose en forma general un acortamiento en las amplitudes de los potenciales y un alargamiento de las latencias. En este estudio encontramos algunos elementos que generan discrepancias con el criterio general mencionado. Para PD la disposición de los valores promedio de latencia por derivación para G2 con mayor edad mostró una tendencia claramente definida hacia valores menores, lo que conduce a pensar que en el envejecimiento se acortan las latencias de este potencial. En el caso de la amplitud de PD si bien las tendencias definen bien ambos grupos por separado, estas diferencias son menores. En este caso se debe tener en cuenta que las diferencias se interpretan en razón de la amplitud obtenida en el trazo y no en su concepto matemático. En este contexto y como función de valores negativos, G2 que tiene casos de mayor edad muestra como tendencia valores menores de amplitud en PD, en comparación con G1. Este resultado concuerda con lo esperado conforme a los reportes anteriores. En relación con P300, las tendencias observadas para la latencia expresan las diferencias promedio por derivación que identifican al G2 de mayor edad, efectivamente como se refiere en reportes anteriores, con mayor latencia. Es relevante anotar que estas diferencias G1 vs. G2 son más amplias en las derivaciones centrales y menores en las frontales, siendo nulas en Fz. Para la amplitud de P300, las tendencias de valores promedio por derivación muestran intersección de G2 sobre G1 en F3. En esta variable, siendo la escala positiva, G2 de mayor edad muestra tendencia a valores mayores respecto al G1, de menor edad. En el caso de PD no se identifican estudios que expliquen los fenómenos obtenidos aquí, concretamente cuál es el mecanismo que sustenta el acortamiento de la latencia como efecto de la edad. Riis, *et al.*,³³ en un estudio realizado en 2008, destacaron el aumento de amplitud de P300 como efecto de la edad en relación con factores que denominan como "reserva neural"; es decir, la amplitud de la onda se relacionó en el estudio de (Riis, *et al.*, con la puesta en marcha de mayores expresiones de actividad en el encéfalo. Bajo esta perspectiva, es posible que tanto el acortamiento de la latencia en PD en G2, como el aumento de la amplitud en P300 en G2 tengan el mismo sustento, estando relacionado con funciones que expresan modificaciones plásticas de proyección electrofisiológica en el adulto mayor.³³

De la revisión de varios reportes sobre las zonas de activación observada en RMN funcional para diversas actividades se han propuesto dos teorías para

explicar las zonas de incremento y decremento observadas en el encéfalo del adulto mayor: la teoría de la compensación funcional y la teoría de la desdiferenciación.³⁴ Sobre la primera teoría se argumenta que los decrementos en la activación en estructuras de la sustancia gris, guardan relación con las deficiencias en el procesamiento que se observa en edades avanzadas. En tanto que el incremento en la actividad frecuentemente refleja mecanismos compensatorios, con reubicación de las fuentes neurales y reorganización, de tal forma que nuevas áreas toman la tarea que otras han declinado. Las expresiones de los potenciales auditivos tardíos no esperadas, relativas a la menor latencia de PD en el grupo de mayor edad y el aumento de la amplitud de P300 en el mismo grupo son de esta forma explicadas a partir de fenómenos compensatorios mediados por un mecanismo de reclutamiento neural.³⁴ Contrariamente a los mecanismos de desdiferenciación antes mencionados, las pruebas psicoacústicas empleadas para evaluar los procesos centrales de la audición, especialmente la prueba con dígitos dicóticos, ha dado evidencia en el adulto mayor de mejor rendimiento del oído derecho, relacionado con un posible reforzamiento de la actividad en la región auditiva del hemisferio izquierdo o disminución de la eficacia de la transmisión de la información a través del cuerpo calloso.³⁵ Cuando se compararon los valores de amplitud y latencia de las pruebas en estudio para los hombres en relación a mujeres, considerando los 37 casos, no se obtuvo diferencia significativa. Sin embargo, cuando se analizaron estas variables en los casos femeninos de G1 respecto a los femeninos de G2, se obtuvieron diferencias significativas atendiendo a que el grupo de mujeres de mayor edad mostró un alargamiento significativamente mayor para P300 en las tres derivaciones centrales (C3, Cz, C4) y en las parasagitales frontales (F3, F4). Una posible interpretación a estas observaciones se apoya en el contexto social y nuevamente en relación con la reserva cerebral. En este estudio se registró que el grupo femenino mantuvo una escolaridad mínima de primaria como fueron los criterios de inclusión, pero el grupo femenino escasamente logró otros niveles de escolaridad, consecuentemente sus desempeños laborales estuvieron fuertemente inclinados a las funciones de servicios y del hogar. Considerada la educación, el empleo y el contexto social como una influencia favorable para la electrofisiología implícita en los PAT, surge la hipótesis de la reserva cerebral, concepto eurístico que explica la posible protección al declinamiento

funcional observado en el sistema nervioso central del adulto mayor.^{36,37}

El programa Mujer, Salud y Desarrollo de la OPS plantea las connotaciones negativas que prevalecen para la mujer, por lo menos en su área de competencia. A pesar de que las mujeres tienden a vivir más, también trabajan, incluso sin remuneración económica, casi hasta su muerte. En países en desarrollo la mujer se desempeña, sobre todo, en el sector informal agropecuario y de servicios.³⁸ Del planteamiento anterior se podría esperar que hubiera diferencias significativas intergénero, pero no fue así. El alargamiento en las latencias de P300 observado en el grupo femenino podría expresar también una función adaptativa de desdiferenciación neural presente en mayor grado en el género femenino a partir de fundamentos reducidos en sus reservas neurales. Todo ello a su vez derivado de condiciones psicosociales desfavorables, falta de equidad o la expresión de un estilo de vida escasamente estimulante como prevalece en algunos estratos femeninos en nuestro país.

Se requiere realizar más investigación tendiente a esclarecer algunas de las posibles explicaciones aquí planteadas. Conviene continuar explorando sobre las modalidades de envejecimiento a partir de funciones de reserva cerebral. Todo ello con la finalidad de lograr para la población creciente de adultos mayores mejores estilos de vida. La rehabilitación aplicable al daño neurológico encefálico deberá fundamentarse en nuevas estrategias conociendo la dinámica específica observable en el cerebro del adulto mayor.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dirección General de Calidad en Salud de la SSA, instancia gubernamental que asigna la beca del médico especialista para realizar el curso de alta especialidad en procesos centrales de la audición (INR, UNAM).

REFERENCIAS

- Hall J. Auditory late responses. In: Hall J/ed.). Chap. 12 . New handbook of auditory evoked responses. EUA: Pearson Education Inc.; 2007, p. 488-517.
- Chiappa KH. Evoked potentials in clinical medicine. 2nd. Ed. New York: Raven Press;1989.
- Näätänen R, Paavilainen P, Alho K, Reinikainen K, Sams M. Do event-related potentials reveal the mechanism of the auditory sensory memory in the human brain? *Neurosci Lett* 1989; 107: 347-2.
- Pekkonen E. Mismatch negativity in aging and in Alzheimer's and Parkinson's diseases. *Audiol Neurotol* 2000; 5: 214-24.
- Näätänen R, Alho K. Mismatch negativity: a unique measure of sensory processing in audition. *Int J Neurosci* 1995; 80: 317-37.

6. Kagler C. Can age dependent cognitive functions be measured? P300 potentials: concept of brain aging and early diagnosis of dementia process. *Fortschr Med* 1996; 114: 357-60.
7. Niedermayer E, Lopes da Silva F. *Electroencephalography: basic principles, clinical applications and related fields*. Ed. 4th. Ed. USA: Lippincott Williams & Wilkins; 1999, p. 641.
8. Coyle S, Gordon E, Howson A, Meares R. The effects of age on auditory event-related potentials. *Exp Aging Res* 1991; 17: 103-11.
9. Stenklev N, Laukli E. Cortical cognitive potentials in elderly persons. *J Am Acad Audiol* 2004; 15: 401-13.
10. Matas C, Filha V, Okada M, Resque J. Auditory evoked potentials in individuals over 50 years. *Pro Fono* 2006; 18: 277-84.
11. Knott V, Bradford L, Dulude L, Millar A, Alwahabi F, Lau T. Effects of stimulus modality and response mode on the P300 event-related potential differentiation of young and elderly adults. *Clin. Electroenceph* 2003; 34: 182-90.
12. Bahramali H, Gordon E, Lagopoulos J, Lim C, Li W, Leslie J. The effects of age on late components of the ERP and reaction time. *Exp Aging Res* 1999; 25: 69-80.
13. Bashore T, Osman A, Heffley E. Mental slowing in elderly persons: a cognitive psychophysiological analysis. *Psychol Aging* 1989; 4: 235-44.
14. Staroff E, Piquard A. Attention in aging. *Psychol Neuropsych Vieil* 2004; 2: 257-9.
15. Maurits N, Elting J, Jager D, van der Hoeven J, Brouwer W. P300 component identification in auditory oddball and novel paradigms using source analysis techniques: reduced latency variability in the elderly. *J Clin Neurophysiol* 2005; 22: 166-75.
16. Wecker N, Kramer J, Hallam B, Dellis D. Mental flexibility: age effects on switching. *Neuropsych* 2005; 19: 345-52.
17. Newson R, Kemps E. The nature of subjective cognitive complaints of older adults. *Int J Aging Hum Dev* 2006; 63: 139-51.
18. Jacoby L, Bashara A, Hessels S, Toth J. Aging, subjective experience, and cognitive control: dramatic false remembering by older adults. *J Exp Psychol Gen* 2005; 134: 131-48.
19. Lavdan M, Bergman L, Adolfsson R, Linderberger U, Nilsson L. Studying individual aging in an interindividual context: typical paths of age related, dementia related, and mortality related cognitive development in old age. *Psychol Aging* 2005; 20: 303-16.
20. Gamez E, Ostrosky F. Attention and memory evaluation across the life span: heterogeneous effects of age and education. *J Clin Exp Neuropsych* 2006; 28: 477-94.
21. Bergman I, Blomberg M, Almkvist O. The importance of impaired physical health and age in normal cognitive aging. *Scand J Psychol* 2007; 48: 115-25.
22. McDowell K, Kerick SE, Santa Maria DL, Hatfield BD. Aging, physical activity and cognitive processing: an examination of P300. *Neurobiol Aging* 2003; 24: 597-606.
23. Iliadou V, Kaprinis S. Clinical psychoacoustics in Alzheimer's disease central auditory processing disorders and speech deterioration. *Ann Gen Hosp Psychiat* 2003; 2: 12.
24. Carne R, Vogrin S, Litewka L, Cook M. Cerebral cortex: An MRI-based study of volume and variance with age and sex. *J Clin Neurosci* 2006; 13: 60-72.
25. Geal M, Goldstein A, Emenir Y, Babkoff H. The effect of aging on event-related potentials and behavioral responses: comparison of tonal, phonologic and semantic targets. *Clin Neurophysiol* 2006; 11: 1974-89.
26. Hymel M, Cranford J, Stuart A. Effects on contralateral speech competition on auditory event related potentials recorded from elderly listeners: brain map study. *J Am Acad Audiol* 1998; 9: 385-97.
27. Kenji K, Kitazawa S. Imaging studies on sex differences in the lateralization of language. *Neurosci Res* 2001; 41: 333-7.
28. Divenya P, Stark P, Haupt K. Decline of speech understanding and auditory thresholds in the elderly. *J Acoust Soc Am* 2005; 118: 1089-100.
29. Hirayasu Y, Samura M, Otha H, Ogura C. Sex effects on rate of change of P300 latency with age. *Clin Neurophysiol* 2000; 111: 187-94.
30. Frost JA, Binder JR, Springer JA, Hammeke AT, Bellgowan PS, Rao SM. Language processing is strongly left lateralized in both sexes: Evidence from functional MRI. *Brain* 1999; 122: 199-208.
31. Salmelin R, Schnitzler A, Parkkonen L, Biermann K, Helenius P, Kiviniemi K, et al. Native language, gender, and functional organization of the auditory cortex. *Proc Natl Acad Sci USA* 1999; 96: 10460-5.
32. Ridha B, Rossor M. The Mini Mental SE. *Practical Neurology* 2005; 5: 298-303.
33. Riis JL, Chong H, Ryan K, Wolk D, Rentz D, Holocomb P, et al. Compensatory neural activity distinguishes different patterns of normal cognitive aging. *NeuroImage* 2008; 39: 441-54.
34. Han D, Bangen K, Bondi M. Functional magnetic resonance imaging of compensatory neural recruitment in aging and risk for Alzheimer's disease: Review and recommendations. *Dement Geriatr Cogn Disord* 2009; 27: 1-10.
35. Martin JS, Jerger JF. Some effects of aging on central auditory processing. *J Rehabil Res Dev* 2005; 42: 25-44.
36. Staff R, Murray AD, Deary I, Whalley LJ. What provides cerebral reserve? *Brain* 2004; 127: 1191-9.
37. Muñoz-Avilés J, Peñaloza-López YR, Flores-Ávalos BC, Flores-Rodríguez TB, García-Pedroza F, Herrera-Rangel AB. Respuestas auditivas tardías: PD y P300, diferencias por edad y género en dos grupos de adultos mayores con alto grado académico y actividad intelectual persistente. *Rev Mex Neuroci* 2011; 12: 74-80.
38. Organización Panamericana de la Salud Género y el envejecimiento. Hoja informativa. Programa Mujer, Salud y Desarrollo. Página web <http://www.paho.org/spanish/hdp/hdw/genderageingsp.PDF>. Consultado el 9 nov. 2010.



Correspondencia: Yolanda R Peñaloza López.

Torre de Investigación, Nivel Uno. Instituto Nacional de Rehabilitación. Av. México-Xochimilco No. 289 Col. Arenal de Guadalupe, Tlalpan, C.P. 14389, México, D.F.

Correo electrónico: yploza@yahoo.com.mx

Tel.: (55) 55 5999-1000 Ext. 19 206.

Fax: (55) 5595-4684.

Cel.: (044-55) 2038-6233.

Artículo recibido: Agosto 12, 2011.

Artículo aceptado: Septiembre 22, 2011.