

PATRÓN DE RESPUESTAS Y LATENCIAS EN TEST DE DÍGITOS DICÓTICOS EN NORMOACÚSICOS CON ESPECIALIZACIÓN AUDITIVA

ANSWERS AND LATENCIES DICHOTIC DIGIT TEST NORMOACOUSTIC MAJORING IN HEARING.

Serra SV^{1,4}, Díaz Nocera A², Brizuela ML¹, Baydas L¹, Fotinos J³ Soria EA⁴, Lucini MB¹, Serra MA¹

Resumen

La evaluación audiocognitiva mediante el test de dígitos dicóticos ofrece la estimulación selectiva contralateral de vía auditiva con supresión de la ipsilateral mostrando diferencias interhemisféricas en tareas concurrentes. Con el objetivo de reconocer el patrón de respuestas, orden de recuperación de los dígitos escuchados y latencias se modificó el test original con el agregado de un registro de una pista de audio de las respuestas obtenidas. La muestra incluye sujetos con antecedentes en especialización auditiva ligado a la música y a la escucha comprensiva de segundas lenguas, normoacústicos, sin patologías otológicas, ni neurológicas. Se utilizó 20 set de pares de dígitos dicóticos con una grabación digital para el registro de las respuestas del sujeto. Los resultados revelan: ventaja de oído derecho tanto en el patrón de respuestas correctas o no y en el orden en que se recupera la información entregada. En cuanto al patrón de latencias intraset se observa un aumento hacia el cuarto dígito repetido/recuperado y con mayor desacierto. La disminución de las latencias intratest en la segunda parte del test sugieren entrenamiento positivo. Estos análisis con las modificaciones planteadas permiten nuevas perspectivas y aplicaciones a las existentes con las pruebas comportamentales.

Palabras claves: audición-memoria-música-segunda lengua-procesos cognitivos

Abstract

Neurocognitive assessment by dichotic digit test provides selective stimulation of auditory pathway with contralateral suppression of the ipsilateral showing interhemispheric differences in concurrent tasks. In order to recognize the pattern of responses, recovery order of digits and latencies heard the original test was modified with the addition of a record of an audio track of the responses. The sample includes subjects with a history in hearing specialization linked to the music and listen to comprehensive second language, normoacoustic without otologic diseases or neurological. Sets 20 pairs of dichotic digits with a digital recording for recording the subject's responses was used. The results reveal: right ear advantage in the pattern of correct answers and the order in which the information provided is retrieved. As for the pattern of intraset latencies an increase to the fourth repeated / digit recovered and more blunder is observed. Declining intratest latencies in the second part of the test suggest positive training. These modifications allow new prospects and existing applications with behavioral tests.

Keywords; Hearing-memory-music-second language-cognitive processes

1 Escuela de Fonoaudiología, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

2 Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

3 Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación- Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

4 Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Córdoba – CONICET, Argentina

Correspondence

Prof. Dra. Lic. Silvana V. Serra. Address: Enrique Barros s / n, Ciudad Universitaria, 5014 Córdoba, Argentina. Phone: +543514334020. Fax: +

543514260208-

Email: sserra@fcm.unc.edu.ar

Introducción

La audición como proceso complejo sensorio-perceptual se lo relaciona con la función del oído. Es una mirada reduccionista. Implica un receptor periférico y también complejidades fisiológicas neurocognitivas. El manejo de pacientes, las estrategias y decisiones que en equipo de salud se ofrecen a los sujetos que padecen problemas auditivos están circunscriptas a menudo a la fisiología periférica. Existe sin embargo una creciente consulta de sujetos que a pesar de tener resultados audiométricos dentro de parámetros de normalidad o con hipoacusia y audífono adaptado no resuelven su problema de audición. Por tanto implica procesos de modulación de la información donde se involucran procesos cognitivos como la atención, la memoria y el lenguaje.

Las actividades procesales de la sensorialidad auditiva activa dan lugar a una especialización progresiva de las habilidades auditivas (en adelante HA). La reacción más primaria y rudimentaria es la reacción al medio acústico en forma de respuestas de preservación ante señales de alarma ⁽¹⁾. Las HA elaboran la información obtenida de las señales y de los entornos acústicos. Logran especializarse, consolidando un sistema complejo de operaciones. Este procesamiento de la información permite la producción de conocimientos por una prolongación en la estabilidad del análisis del sonido a nivel de estructuras subcorticales y una aceleración en la maduración cortical de respuestas auditivas ⁽²⁾. Por tanto, la ejecución cognitiva de las tareas auditivas se debe a una plasticidad subcortical de la vía auditiva integrada a una red de estructuras subcorticales y corticales, vinculadas por circuitos aferentes y eferentes de los procesos de la actividad cortical ⁽³⁾. Las HA progresivamente se complejizan y enriquecen por la diversidad acústica que procesan. Dentro de esa complejidad se observa la capacidad de detectar, discriminar, identificar o reconocer y comprender la señal acústica-verbal ⁽¹⁾. La señal no es la única que se procesa, el entorno que la contiene requiere análisis también. Constituye una trama acústica donde si el entorno es favorable la señal está jerarquizada. No obstante, el entorno puede competir, solapar o enmascararla configurando una situación desfavorable o adversa. En estos casos el sujeto segrega las señales

del ruido para crear la escena auditiva de fondo y la figura acústica. En estos procesos participan, integrados, desde la especificidad modal auditiva hasta la especialización que solapa multi-modalidades perceptuales en la complejidad y jerarquía de otras funciones cognitivas superiores, como lo son la atención, la memoria, el lenguaje, etcétera, que integran actividades nerviosas inferiores y superiores.

Según el desarrollo de las HA se pueden reconocer cuatro tipos de usuario: un usuario competente es aquél que logra un desarrollo superlativo de la escucha, llegando a interpretar auditivamente el interior de los contornos acústicos de las señales ⁽⁴⁾. A este grupo lo integran los músicos y los que logran una escucha comprensiva e interpretativa de una lengua no nativa ^{(5) (6)}. Otro usuario es el independiente. Este tipo de sujeto puede procesar señales acústicas de diferente complejidad y transitar entornos sonoros variados, sustentando sus actuaciones con el canal auditivo como prioritario o requerir ayudas de otros sentidos para situaciones de escucha adversa. Además, están los usuarios básicos quienes presentan deficiencia auditiva que llevan a no poder procesar con éxito los tránsitos por distintas situaciones acústicas. Por último, también existen los no usuarios, sujetos que son sordos o negados a la permeabilidad auditiva.

La audición al ser una función audio-cognitiva en el adulto es factible estudiarla a través de una gran diversidad de estudios. Dentro de los instrumentos disponibles para abordar las habilidades auditivas vinculadas a procesos cognitivos superiores las baterías psicoacústica y comportamentales. Una forma en la evaluación del procesamiento auditivo es el test de escucha dicótica (TDD). Este es una técnica conductual no invasiva ⁽⁷⁾ Descripta además para el estudio de las funciones hemisféricas en tareas concurrentes ⁽⁸⁾. Esta prueba audio-cognitiva que utiliza estímulos lingüísticos competitivos/sincronizados en ambos canales auditivos, cuyo funcionamiento se basa en la inhibición de la vía ipsilateral y la activación de la contralateral con un estímulo acústico —de 70ms de duración- diferente pero simultánea en cada oído. La escucha dicótica pone en evidencia la selectiva lateralización del procesamiento del lenguaje y una asimetría funcional en el estu-

dio simultáneo pero diferenciado de ambos oídos⁽⁹⁾. Se pueden utilizar dígitos, sílabas y palabras como input.

Esta modalidad de estimulación ofrece clínicamente la posibilidad de detectar problemas neurológicos, ya que evidencia el procesamiento de cada hemisferio cerebral y la conducción a través del cuerpo calloso. Asimismo permite evaluar, tanto la integración y separación binaural, como los procesos cognitivos dependientes de la misma.

Dentro de los resultados que revela esta prueba es la lateralización auditiva, hemisférica mediante la ventaja de oído derecho (VOD o REA) como parte de los resultados esperados del TDD en el test⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾. Existen investigaciones de las variaciones del cortisol en la disminución de la ventaja de oído derecho⁽¹²⁾.

Tradicionalmente el test propone una pista grabada digitalmente de 20 set de dígitos que se ofrece al sujeto en estudio a través de auriculares en un ambiente silente y se registra manualmente en una proforma si el sujeto repite o no los números que escuchó. Se considera la respuesta correcta y se otorga un score final.

Al incorporar el análisis de las respuestas, los aciertos de los dígitos escuchados y los repetidos conjuntamente con las demoras o brechas de tiempo (latencias) en milisegundo previas a las respuestas dadas ofrece una apertura más cualitativa para su estudio. Esta modalidad permite reconstruir los procesos que subyacen a esos comportamientos. Entre ellos está la memoria operativa que es la responsable de generar la retención a corto plazo de un número limitado de estímulos (letras, palabras, dígitos), mientras que en forma simultánea o sucesiva se implementa otra actuación que implica por ejemplo mover la mano según una secuencia definida⁽¹³⁾. No obstante no es el caso de este estudio, no existe una doble tarea sino una doble y competitiva estimulación sobre una tarea única que es la de repetir. Aquí el almacenamiento de la información entrante (dígitos) es efímero en virtud de la inmediata repetición de los mismos. Existen múltiples interpretaciones y modelos que categorizan la memoria. En este estudio se utiliza la memoria a corto plazo pues el almacenamiento es en breves períodos (desde segundos hasta 2 minutos). Puede contener entre 4 y 7 elementos retentivamente. Es parte de

tareas cognitivas complejas, habilitando la posibilidad simultánea de realizar tareas cognitivas⁽¹⁴⁾. Para evaluar aspectos relacionados a la memoria se han usado tareas como la escucha dicótica, el Stroop, palabras homófonas entre otras.

Existe un modelo clásico de la memoria de trabajo dada por Baddeley⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾. Describen dos sistemas de retención temporaria que cada uno corresponde a una modalidad sensorial específica. Uno de ellos es el auditivo-verbal o también denominado el lazo o bucle fonológico. Es un almacenamiento temporario y pasivo ligado a regiones parieto-temporales izquierdas ligadas a la denominada área de Broca por el mecanismo de repetición articulatoria⁽¹⁷⁾. Este sistema es el activado en el TDD. El otro sistema descrito corresponde a la modalidad viso-espacial que opera como el anotador o la agenda. El autor ha descrito una modalidad de almacenamiento limitado multimodal que integra escenas o modelos mentales⁽¹⁸⁾. También se vincula este tipo de estudios con los modelos de explicación de la atención desde donde la escucha selectiva permite filtrar mensajes simultáneos procesando algunos y desestimando otros⁽¹⁹⁾. A diferencia de esta propuesta en la presente investigación se promueve la evocación libre, no activa filtros específicos desde las instrucciones para realizar el test, sino más bien, evidencian modalidades cualitativas en las respuestas de los sujetos en estudio.

Por lo tanto, se vincula a una selectiva y determinada estimulación auditiva interrelacionada con procesos como la atención y la memoria entre otros. Esto implicaría que el recupero de la información en sujetos con óptimas performance de estudio correspondería a la secuencia propuesta en la prueba manteniendo la VOD. También revela la carencia de latencias o igual duración en las mismas, de desaciertos y un orden de la recuperación o respuestas expresadas en correspondencia al orden propuesto en la prueba manteniendo la ventaja de oído derecho ya descrita en investigaciones precedentes del TDD. Para ello, en esta investigación se toma en cuenta la modalidad clásica del estudio y se le agrega un registro grabado digitalmente y temporalizado de las respuestas del sujeto. Se obtiene el orden en que se dicen o repiten los dígitos como también el inicio de las respuestas contemplando las latencias pre-

vias a cada una enriqueciendo las posibilidades de análisis a las que ya ofrece la prueba en su versión clásica.

Objetivo: Conocer el patrón de respuestas en el TDD, observando el promedio de respuestas repetidas según el oído en que fue presentado el dígito en cada set, el comportamiento de ese patrón de respuestas sean correctas o no y de las latencias de la mismas en los primeros diez set de la pruebas en relación a los segundos (intra-test). Por último analizar el orden de repetición en relación al orden de entrega de los dígitos.

Material y Métodos

Muestra: Se estudian 67 sujetos. De ambos sexos adultos, hispanoparlantes, normoacúsicos -corroborado con audiometría (con umbrales de vía aérea y ósea de no más de 10 DbHL en las frecuencias de 500, 1000, 2000, 4000 y 8000 Hz.) e impedanciometría (con curva timpanométrica con pico en cero y reflejos estapediales ipsilaterales entre 80 y 95 Db para frecuencias 500, 1000, 2000, 4000 Hz), sin problemas neurológicos y con escucha especializada a favor de la música y de una segunda lengua categorizados como usuarios competentes en HA.

Aspectos éticos: Esta investigación fue aprobada y supervisada por el Comité de Ética de la Universidad Nacional de Córdoba (CE-HNC N ° 192, 2014).

Instrumento de recolección de datos: El test de escucha dicótica, desarrollado a partir del antecedente del protocolo normatizado de la batería de Hong Kong University Central Auditory Processing Assesment (HKU CAPA) ⁽²⁰⁾. El test propone una pista grabada digitalmente de 80 dígitos del uno al nueve agrupados en dos pares, organizados en set de presentaciones de 20 secuencias de dígitos dicóticos. Se desarrolló un software que permite el registro de las respuestas a través de un micrófono y el almacenamiento de la prueba total para su posterior análisis.

Recolección de datos: luego de realizarle un estudio audiométrico con trazado normal se ubicó al sujeto frente un micrófono y se le colocó auriculares marca Koss modelo TD85 y el micrófono de mesa Eurocase. El test consistió en presentar veinte sets de cuatro dígitos, separados de a dos

y presentados de forma simultánea mediante auriculares a 50dBSL reproducidos de una computadora Toshiba procesador Intel® Pentium, Memoria RAM 8 GB, Windows 8. Una vez presentados los cuatro dígitos, el sujeto debía repetirlos. La respuesta verbal del sujeto fue grabada automáticamente por el software (Hearing and Cognition H&C) desarrollado para este proyecto y los cuatro dígitos fueron registrados respetando el orden en el que fueron repetidos por evocación libre. Los archivos de audio de cada sujeto se analizaron con el software Sony Sound Forge® 9.0 creado por Sony®.

Variables en estudio:

Patrón de respuestas correctas: el resultado final del test muestra el total de respuestas correctas subcategorizado en > 50 % índice bajo, 50% - 75% índice medio y < 75% índice alto de resolución del test.

Orden de repetición de los dígitos escuchados: Dato extraído de las respuestas registradas en cuanto a la secuencia expresada verbalmente por el sujeto en relación a la presentación dicótica dada.

Latencia de respuesta intraset: resultado promedio de tiempo transcurrido entre el último dígito escuchado y la aparición de la repetición del primer dígito, del segundo, del tercero y del cuarto. El tiempo fue expresado en milisegundos en las latencias de cada set analizando comparativamente los cuatro dígitos.

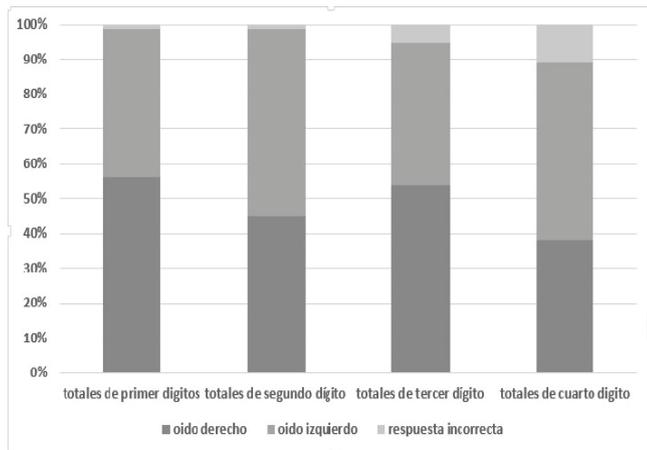
Latencia de respuesta intratest: cantidad de tiempo en el que se establece una brecha entre la entrega del set de dígitos y la repetición de cada uno. Es resultado total de la latencia en el desempeño global del test. Fue dividida en el primer parte del test es decir en los primeros 10 set de dígitos y la segunda parte fueron los segundos.

Análisis Estadístico: Se analizaron las frecuencias de cada categoría de variables y sus asociaciones significativas, utilizando inicialmente la prueba de Chi cuadrado, seguida por el ajuste de los correspondientes modelos de regresión logística, utilizando como variable dependiente al patrón de respuestas correctas en función de las categorías latencias intratest, intraset y el orden de repetición de los dígitos para un nivel de $p < 0,05$,

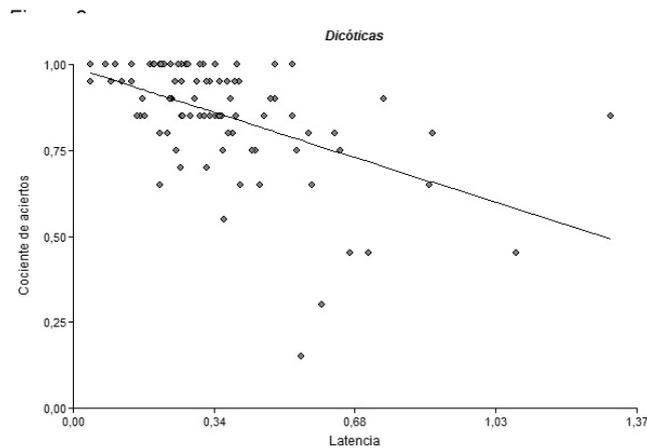
según lo realizado previamente con el programa informático Infostat v.2012

Resultados:

Relación del promedio de respuestas correctas e incorrectas repetidas según el oído en que fue presentado el dígito en cada set: Se observa que la recuperación de la información del primer y tercer dígito es similar mientras que es inferior en el segundo y el cuarto la ventaja de oído derecho y superior la ventaja de oído izquierdo. Hacia el cuarto dígito los aciertos decrecen en los set de pares en el test.



Relación entre la latencia promedio y el promedio de aciertos en el total del test: La asociación fue significativa con $p < 0.0001$ donde a mayor porcentaje de aciertos menor latencia



Latencia en las respuestas en relación a la pri-

mera parte de la prueba y la segunda: Una disminución en la latencia de la repetición: $657,38 \pm 422,44$ ms en las primeras diez presentaciones y $550,88 \pm 320,91$ ms en las segundas diez.

Relación entre el orden de repetición y el oído en que fue presentado cada dígito del total del TDD. Revela que la repetición se realiza dando prioridad a la información de oído derecho en más del 50 % de cada dígitos variando sutilmente hacia el cuarto dígito donde aumenta la ventaja de oído izquierdo en el orden de la repetición.

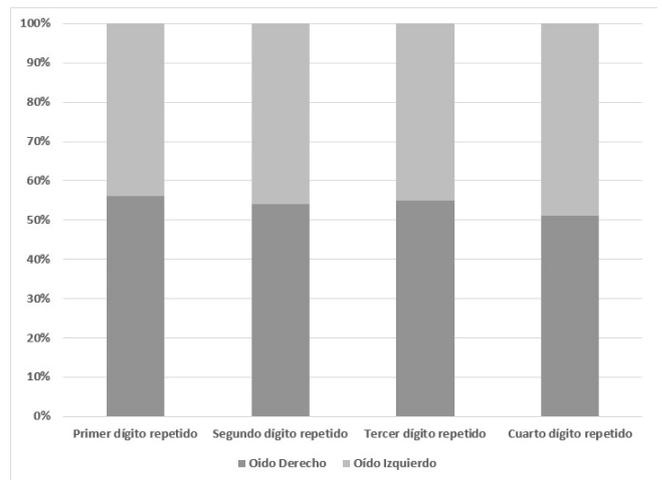


Figura 3

Patrón de respuestas correctas y latencia promedio en el TDD: El patrón de respuestas correctas fue de índice alto en 75% con latencias promedio de 320 ms, índice medio entre 50 y 75 % con latencia promedio de 450 ms y índice bajo en el 50 % del total de respuestas correctas donde la latencia promedio fue de 780ms

Discusion

La modificación del test original con el agregado de un registro de audio permite enriquecer el análisis de las respuestas determinando un patrón de comportamiento. Ofrece información a los aciertos, la prevalencia de los oídos, la recuperación de la información según el orden de entrega y las latencias o demoras en la recuperación de la información competitivamente entregada. Asimismo informa los desaciertos y el dígito en que se da sean respuestas correctas o no. Dentro de los resultados destacados la presencia de des-

aciertos y latencias en una muestra de usuarios competentes no es compatible con la especialización auditiva y ventajas procesales de HA ⁽²¹⁾. En cuanto al promedio de respuestas correctas o no repetidas según el oído en que fue presentado el dígito en cada set se evidenció una prevalencia de lo presentado en oído derecho (VOD o REA) tal como fue descrito por Kimura 1961. La ventaja se explica por ser el hemisferio izquierdo dominante en el procesamiento del lenguaje ⁽¹⁰⁾. Anatomofisiológicamente se justifica la existencia de múltiples sinapsis a lo largo de la vía auditiva aferente que son parte de las fibras contralaterales e ipsilaterales. No obstante, el número de fibras contralaterales es mayor y por ello tendrían una mejor representación cortical ⁽²²⁾ ⁽²³⁾. Cuanto más distante o difusa es una función en el hemisferio, menos probable sería producir una asimetría en la percepción ⁽²⁴⁾. Por otra parte el modelo de sesgo atencional argumenta que se favorece la repetición del dígito entregado en oído derecho y receptado en hemisferio izquierdo como hemiespacio contralateral a la estimulación ⁽²⁵⁾ ⁽²⁶⁾. Las interpretaciones sobre la presencia o ausencia de VOD o REA posibilitan a nivel clínico estudiar sujetos con patologías neurológicas como la epilepsia. Igualmente se informan estudios sobre asimetrías estructurales en los niveles inferiores del sistema auditivo ⁽²⁷⁾. Este último no es vinculante en forma directa con VOD o REA propia de la escucha dicótica, pero muestra una lateralización auditiva optimizada a favor del oído derecho a la corteza. ⁽¹¹⁾.

A lo largo de la presentación del TDD se observa que el índice en el cuarto dígito decae pero se mantiene la VOD o REA. No obstante, se observan mayor cantidad de desaciertos en el cuarto dígito en virtud de los anteriores. Existe una curva progresiva de disminución de aciertos hacia el tercer y cuarto dígito. Lo último escuchado es lo más vulnerablemente recuperado. En el modelo de atención selectiva de Broadbent aún quedan sin explicación la información que se rechaza o como en este caso, se actualiza con menor cantidad de aciertos ⁽¹¹⁾. Por otra parte, la explicación a esta vulnerabilidad podría deberse a fallas en la retención de la información o aumento de dificultad del test al progresar en proporcionalidad con diferencias interaurales ⁽¹⁰⁾. Además se obser-

va en la relación entre el orden de repetición y el oído en que fue presentado cada dígito del total del TDD. Esto implicaría que el funcionamiento y control de mecanismo de procesos cognitivos que solventan la resolución de tareas complejas, donde la memoria a corto plazo o memoria de trabajo retiene en forma provisoria la información para una acción prospectiva, se selecciona y dispone la respuesta e inhibe o suprime las interferencias que atenten con la acción elegida como respuesta ⁽²⁸⁾. Más aún en un modelo de recuperación de la información a través de la evocación libre como es el caso de esta investigación. Interactúan modelos procesales en la resolución denominados como *bottom up*, o de abajo hacia arriba (estímulo – impulso) en oposición a modelos *top down*, (modelo de instrucción- impulso) de arriba hacia abajo donde la consigna opera en control de la respuesta ⁽²⁹⁾. En este último modelo de aplicación del TDD existe una participación de la función de localización auditiva sobre-agregada a la detección de la información ⁽¹¹⁾.

En lo referido al análisis de la latencia en las respuestas en la primera parte de la prueba y la segunda se observa la tendencia de disminución de las latencias en relación a la progresión del test. Revela pues un entrenamiento auditivo positivo o curva de aprendizaje. A nivel cognitivo, se menciona que existe un programador de tareas donde procesos atencionales aparean por un criterio definido, un estímulo y su respuesta que opera a favor de cumplimentar una tarea. Esto conlleva un ajuste que minimiza o dirime conflicto ⁽²⁸⁾. Por lo que el entrenamiento es factible en procesos que solo incluyen estímulo- procesos- respuestas y que carecen de la posibilidad de reflexión consciente o incorporación de procesamiento semántico en las respuestas que se deben administrar. En la relación del patrón de respuestas correctas y latencia promedio en el TDD mostró que a mayor cantidad de aciertos disminuye la latencia. Inversamente cuando baja el índice de acierto aumenta la latencia. Este factor está descrito también como un decaimiento en la capacidad de acierto que no solo se evidencia por el acceso a la respuesta correcta sino también al aumento de la latencia. ⁽¹⁰⁾

Conclusión

El propósito de estudiar los sujetos con las mejores posibilidades de respuestas como lo son adultos normoacúsicos con especialización auditiva revela variaciones en un test de tarea concurrente de estimulación competitiva. En investigaciones precedentes el TDD fue analizado desde sus resultados, aquí se lo aborda desde las respuestas otorgando valor a la diversificación de las mismas. Estas variaciones sutiles sindicaron la sostenida VOD o REA ya descrita en estudios previos. Aquí se amplía en las respuestas, el patrón de orden, las latencias y la tendencia a disminuir las demoras en las respuestas correctas en relación también a las presentaciones de ese oído. Otorgar un énfasis al orden de aparición o actualización de las respuestas acertadas y el comportamiento de las latencias es de valor en relación a la escucha dicótica. Las latencias sólo han sido consideradas en estudios neurofisiológicos por lo que resulta oportuno incluirlas también en los comportamientos para enriquecer su análisis. La vulnerabilidad en la recuperación del cuarto dígito (lo último escuchado es lo más difícil de recuperar) de cada set sugiere que al ampliar los elementos a recuperar habría un declive en el desempeño global del TDD. Aporta información acerca de la resolución de tareas binaurales. Lo antes mencionado permite vislumbrar comportamientos diferenciales tanto en perfiles clínicos de diversidad neurológica como otológica. Para avanzar en la integración de lateralización auditiva y cognitiva es preciso integrar la dominancia manual como vinculante a los procesos de diferenciación hemisférica.

El software (H&C) desarrollado en este proyecto por la información adicional que aporta ofrece recursos para el control y asistencia terapéutica en pacientes que requieren entrenamiento auditivo.

Agradecimientos: Los autores desean agradecer a Lic. En Fonoaudiología Zaya Noel, Pasirani Natalia, Carrario María y Paula Tinunin, Georgina Paolini y Georgina Idiarte y a Lucia Varela por su contribución valiosa en la toma de muestras, y el personal de cátedra de Audiología de la Escuela de Fonoaudiología de la FCM. UNC por su colaboración.

Apoyo financiero: El proyecto fue financiado por

la SECYT-UNC (subvención N° 62/2012; HCS N° 2597/2013 y N° 203/14).

Conflicto de intereses: Ninguno.

Normas éticas: No se realizaron procedimientos experimentales.

Referencias

1. Serra SV, Brizuela M, Baydas L. *Manual de la audición Córdoba: Brujas; 2015.*
2. Tierney A KJKN. *Music training alters the course of adolescent auditory development. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2015; 112(32): p. 10062-10067.*
3. Canción J, Skoe E, Banai K, Kraus N. *Capacitación para mejorar la audición en ruido: mecanismos biológicos. Cerebra cortex. 2011.*
4. Serra SV. *Usos y riesgos de la lengua en el lenguaje Córdoba. Argentina: Brujas; 2015.*
5. Kraus N, Chandrasekaran B. *Music training for the development of auditory skills. Nature Reviews Neuroscience. 2010; 11(8): p. 599-605.*
6. Wong, PC, Skoe, E, Russo, NM, Dees, T., y Kraus, N. *Experiencia musical formas de codificación cerebral humana de los patrones de tono lingüísticos. Nature Neuroscience. 2007; 10(4): p. 420-422.*
7. Kimura, D. *Dominancia cerebral y la percepción de los estímulos verbales. Canadian Journal of Psicología / Revue canadienne de psychologie. 1961; 15(3): p. 166.*
8. Expósito SH, GJEJ, & CJ. *¿ Existen patrones diferentes de asimetría cerebral entre subtipos disléxicos?. Psicothema. 2006; 18(3): p. 507-513.*
9. Segalowitz SJ. *Validity and reliability of noninvasive lateralization measures.: In Obrzut JE, Hynd GW, eds. Child neuropsychology. Academic Press; 1986.*
10. Castro, FZ, Suárez, MS, Cosials, SM, y de Prat, JB. *La evaluación del Procesamiento auditivo central. De el test de Dígitos dicóticos. Revista de logopedia, foniatría y Audiología. 2007; 27(2): p. 74-85.*
11. Hiscock M, Kinsbourne M. *Attention and the right-ear advantage: what is the connection? Cogn cerebro. 2011 Jul; 76(2): p. 263-75.*
12. Gadea M, Gómez C, González-Bono E, Expert R, Salvador A. *Increased cortisol and decreased right ear advantage (REA) in dichotic listening following a negative mood induction. Psiconeuroendocrinología. 2005 Feb; 30(2): p. 129-38.*
13. Burin D, & DA. *Efectos del envejecimiento en el ejecutivo central de la memoria de trabajo.. Revista Argentina de Neuropsicología. 2005; 6: p. 1-11.*

-
14. Santalla Z. *Una introducción a la psicología. Memoria En P. Peña. YC,&ZS, editor.: Caracas: Editorial Texto, C.A.; 2006.*
 15. Baddeley A. *The fractionation of working memory. Proceedings of the National Academy of Sciences. 1996; 93(24): p. 13468-13472.*
 16. Baddeley, A., Logie, R., Bressi, S., Sala, S. D., & Spinnler, H. *Dementia and working memory.. The Quarterly Journal of Experimental Psychology. 1986; 38(4): p. 603-618.*
 17. Nyberg, L., Forkstam, C., Petersson, K. M., Cabeza, R., & Ingvar, M. *Brain imaging of human memory systems: between-systems similarities and within-system differences.. Cognitive Brain Research. 2002; 13(2): p. 281-292.*
 18. Baddeley, A.. *The episodic buffer: a new component of working memory?. Trends in cognitive sciences. 2000; 4(11): p. 417-423.*
 19. Broadbent DE. *The effects of noise on behaviour.: Elmsford, NY, Estados Unidos: Pergamon Press,; 1958.*
 20. Fuente A, McPherson B.. *Pruebas de procesamiento auditivo en adultos de habla española: un estudio inicial. International Journal of Audiology. 2006;: p. 645-659.*
 21. Krizman, J, Marian, V, Shook, A, Skoe, E, Kraus, N. *Subcortical encoding of sound is enhanced in bilinguals and relates to executive function advantages.. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2012; 109(20): p. 7877-7881.*
 22. Kimura D. *Functional asymmetry of the brain in dichotic listening. Cortex. 1967; 3: p. 163-8.*
 23. Celesia GG. *Organization of auditory cortical areas in man. Brain. 1976; 99: p. 403-14.*
 24. Kimura D. *From ear to brain. Brain and Cognition. 2011 Jul; 76(2): p. 214-217.*
 25. Kinsbourne M. *La base cerebral de las asimetrías laterales en la atención. Psychologica Acta. 1970; 33: p. 193-201.*
 26. Bryden, MP, Munhall, K., y Allard, F. *Sesgos atencionales y el efecto del oído derecho en dicótica escucha.. Cerebro y Lenguaje. 1983; 18(2): p. 236-248.*
 27. Sininger, Y. S., & Cone-Wesson, B. *Lateral asymmetry in the ABR of neonates: evidence and mechanisms. Hearing research. 2006; 212(1): p. 203-211.*
 28. Tirapu-Ustároz J,GMA,LLP,RRT,&PVC. *Modelos de funciones y control ejecutivo (II). Revista de Neurología. 2008; 46(12): p. 742-750.*
 29. Hugdahl K. *¿Qué se puede aprender sobre el funcionamiento del cerebro a partir de la escucha dicótica? Revista española de Neuropsicología. 2000; 2(3): p. 62-84.*
 30. Anneliese Dörr A. *Acerca de la comunicación médico-paciente desde una perspectiva histórica y antropológica. Rev Méd Chile 2004; 132. 2004; 132(11): p. 1431-1436.*
 31. Fuente, A., McPherson, B., Kramer, S. E., Hormazábal, X., & Hickson, L. *Adaptation of the Amsterdam Inventory for Auditory Disability and Handicap into Spanish.. Disability and Rehabilitation. 2012; 34(24): p. 2076-2084.*
 32. Fuente, A., y McPherson, B. *Pruebas de procesamiento auditivo para adultos de habla hispana: Un estudio inicial: Pruebas de percepción auditiva para Adultos hablantes del español: un estudio inicial. Revista internacional de la audiolgía. 2006; 45(11).*