



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**



**INSTITUTO DE
NEUROCIENCIAS
CASTILLA Y LEÓN**

MASTER UNIVERSITARIO EN TRASTORNOS DE LA COMUNICACIÓN:

NEUROCIENCIA DE LA AUDICION Y EL LENGUAJE.

INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS DE CASTILLA Y LEON (INCyL)

LABORATORIO DE ACUSTICA

TRABAJO FIN DE MASTER

**ESTUDIO DE RESULTADOS EN LAS DIFERENTES FORMAS DEL TEST
MATRICIAL DE OLDENBURG. UN NUEVO TEST DE FRASES
MATRICIALES EN RUIDO ADAPTATIVO**

Autora:

Lisbeth Difó Sosa

Directores:

Enrique López-Poveda

José Manuel Gorospe Arocena

Salamanca, junio 2017

Estudio de resultados en las diferentes formas del Test Matricial de Oldenburg. Un nuevo test de frases matriciales en ruido adaptativo.

Autor: Lisbeth Difó Sosa

Centro de Trabajo: Instituto de Neurociencias de Castilla y León, Laboratorio 2

Tutores: Enrique López-Poveda y José Manuel Gorospe Arocena

Dirección: Avenida Portugal no. 163 piso 6 puerta C, Salamanca, España.
Código postal 37006. Teléfono 617214782. Correo electrónico:
Lisbethdifo@gmail.com

Declaración de autoría

Lisbeth Difó Sosa con documento de identidad Y4981883-M y estudiante del Máster en Trastornos de la Comunicación: Neurociencia de la Audición y el Lenguaje de la Universidad de Salamanca, en relación con el Trabajo de Fin de Máster presentado para su evaluación en el curso 2016-2017.

Declaro y asumo la originalidad del TFM titulado Estudio de resultados en las diferentes formas del Test Matricial de Oldenburg. Un nuevo test de frases matriciales en ruido adaptativo, el cual he redactado de forma autónoma, con la ayuda de las fuentes y la literatura citadas en la bibliografía, y que he identificado como tales todas las partes tomadas de las fuentes y de la literatura indicada, textualmente o conforme a su sentido.

En salamanca, a de junio 2017

Fdo.: Lisbeth Difó Sosa

Índice

Introducción	4
Hipótesis	8
Objetivo	9
Metodología.....	10
1.- Muestra	10
2. Procedimiento	11
2.1. Selección de la muestra y recogida de datos	11
2.2 Pruebas audiométricas	13
2.3. Medición de Umbrales de Recepción Verbal (SRT's)	14
Resultados	16
Discusión	21
Conclusiones	23
Referencias	24

Estudio de resultados en las diferentes formas del Test matricial de Oldenburg. Un nuevo test de frases matriciales en ruido adaptativo.

Resumen

El Test matricial de Oldenburg es una prueba de frases matriciales que evalúa la discriminación verbal en ruido en sujetos con deficiencia auditiva. La prueba consiste en repetir frases que se generan a partir de una matriz fija de palabras. Las frases son de semántica impredecible y estructura sintáctica fija. La prueba permite obtener el umbral de recepción verbal en diferentes condiciones de relación señal/ruido. El formato de respuesta define dos modos de presentación: cerrado (closed-set) y abierto (open-set). En formato cerrado el sujeto selecciona las palabras de cada frase en una matriz que se presenta en una pantalla táctil; en el formato abierto el sujeto repite oralmente la frase que ha escuchado. En esta ocasión se ha aplicado el test en formato abierto a una muestra de 12 sujetos implantados y 5 normoyentes con el fin de comparar los resultados obtenidos por los mismos sujetos en formato cerrado en la exploración realizada un año antes. Los resultados obtenidos indican que el formato abierto facilita la respuesta a sujetos con implante coclear, especialmente en las presentaciones previas de entrenamiento. La dispersión de la atención hacia múltiples tareas reduce los recursos cognitivos en una tarea ya exigente para los sujetos con deficiencia auditiva.

Palabras clave: Test matricial de Oldenburg, implante coclear, umbral de recepción verbal, discriminación de habla en ruido, test adaptativo.

Summary

The Oldenburg Matrix Test is a matrix sentence test that assesses verbal discrimination in noise in hearing impaired subjects. The test consists of repeating sentences that are generated from a fixed matrix of words. The sentences are of unpredictable semantics and fixed syntactic structure. The test allows to obtain the threshold of verbal reception in different signal-to-noise ratio conditions. The response format defines two presentation modes: closed (closed-set) and open (open-set). In closed format the subject selects the words of each sentence in an array that is presented in a touch screen; In the open format the subject repeats orally the phrase he has heard. This time the test was applied in open format to a sample of 12 subjects implanted and five subjects of normal hearing in order to compare the results obtained by the same subjects in closed format in the exploration carried out a year before. The results indicate that the open format facilitates the response to subjects with cochlear implants, especially in previous training presentations. The dispersion of attention to multiple tasks reduces cognitive resources in an already demanding task for hearing impaired subjects.

Key words: Oldenburg matrix test, cochlear implant, verbal reception threshold, speech discrimination in noise, adaptive test

Introducción

La deficiencia auditiva (DA) se define como la pérdida de audición igual o superior a 25dB HL en uno o ambos oídos («OMS», 2017).

La DA es un trastorno frecuente que afecta al 5% de la población mundial, es decir aproximadamente 360 millones de personas de los cuales 328 millones serían adultos y 32 millones niños («OMS», 2017).

La DA se clasifica de acuerdo al momento de inicio, al tipo y asiento de la lesión y al grado de pérdida. De acuerdo a este último criterio se diferencia la DA leve, moderada, grave o profunda. («OMS», 2017).

El 25% de las DA se deben a trastornos genéticos sindrómicos; el 75% a trastornos no sindrómicos. El 60% de DA profundas son de inicio tardío causadas por factores genéticos; en estas la mayoría por mutaciones en un solo gen (Castillo-Maya, Peñaloza-López, y Hernández-Orozco, 2001).

Es importante mencionar la gravedad de las consecuencias de la DA no tratada. Las desventajas en pacientes no tratados se evidencian en la esfera emocional, social y cognitiva. Las reacciones de tristeza, depresión, preocupación, ansiedad, paranoia, menor actividad social, agitación emocional e inseguridad, vergüenza, fatiga, irritabilidad, tensión, estrés, peligro para la seguridad personal, menor adaptabilidad al aprendizaje de nuevas tareas son frecuentes en esta población (Abou-Saleh, Katona, y Kumar, 2011) (Wayner y Abrahamson, 2001).

La población en general e incluso los sujetos que la padecen tienen una visión negativa estereotipada de la sordera y del sujeto con DA o audífono. El estigma relacionado con la pérdida auditiva es frecuente en la mayoría de los países desarrollados (Gagné, Jennings, y Southall, 2009). El estigma es definido como cualquier rasgo desviado o atributo personal (físico, conductual, personalidad, psicológica, etc.) que desacredita a una persona (Goffman y Guinsberg, 1970).

Los sujetos con DA suelen ser percibidos por otros como personas poco interesantes, indeseables, de comunicación poco interesante, si se les ve con el audífono reciben una calificación más negativa. Tienen una autoimagen más pobre y suelen estar aislados de la sociedad, evitan ser identificados como sordos y suelen negarse a la rehabilitación (Gagné et al., 2009).

Los que sí aceptan el tratamiento tienen mejores relaciones con sus familiares, mejores sentimientos sobre sí mismos, mejora de la salud mental, mayor independencia y seguridad. (Abou-Saleh et al., 2011).

En el tratamiento de la DA juegan un papel fundamental diferentes dispositivos electrónicos que facilitan la audición. Audífonos, audífonos implantables de oído medio, osteointegrados de conducción ósea, implantes electroacústicos, implantes cocleares (IC) o implantes de Tronco Cerebral.

Las prótesis auditivas se definen (*Comision Nationale d'Homologation* de Francia, Ramírez J., 2008) como un dispositivo activo destinado a mejorar, corregir o rehabilitar la audición por medio de la adaptación de sus características específicas y apropiadas a las capacidades de percepción.

Se entiende como dispositivo activo aquel que realiza una función mediante el consumo de aportación de energía externa y su función principal es la amplificación (Ramírez J., 2008).

El audífono es un dispositivo electrónico; convierte la señal acústica recibida por un transductor de entrada (un micrófono, bobina inductiva y entrada de audio) en señal electrónicamente tratada en procesador, llevando la señal a través de un transductor de salida nuevamente (auricular, vibrador óseo), de forma aplicada, al sistema auditivo humano (Carreño, García, y Valverde, 2014). La amplificación es la ganancia que la prótesis puede proporcionar al nivel de entrada que es captado por el micrófono (Carreño et al., 2014).

Cuando se han perdido la mayoría de las células ciliadas la amplificación con audífono no permite un nivel de discriminación verbal suficiente (G. Clark, 2003). Para este caso, el IC puede ser la ayuda auditiva adecuada.

El IC se define como un dispositivo que restaura la audición en personas con pérdida auditiva de severa a profunda estimulando eléctricamente las fibras nerviosas residuales de la colea. (G. M. Clark, 1998).

El IC es un dispositivo integrado que transforma las ondas sonoras en un mensaje eléctrico que luego es enviado para que estimule directamente las fibras del nervio (Augustinus Barrientos y Neuburguer Jürgen, 1997).

El IC sustituye las células ciliadas defectuosas estimulando el nervio auditivo y permitiendo así una audición útil para mejoría de la comunicación.

Recoge el sonido por medio de un micrófono que transmite la señal a un procesador del habla que es un computador de tamaño mínimo, capaz de extraer determinados componentes del sonido mediante una estrategia de codificación especialmente útil para entender el lenguaje hablado.

El procesador se programa según las necesidades auditivas del sujeto. La señal codificada se envía a través de un transmisor receptor/estimulador colocado bajo la piel; este genera un tren de pulsos que a través de la guía de electrodos estimula las fibras del nervio y la vía auditiva ascendente. Esta información se interpreta en la corteza cerebral como señales acústicas (Augustinus Barrientos y Neuburguer Jürgen, 1997).

El IC se ha confirmado como un tratamiento eficaz de la DA severa a profunda aunque aún persiste una gran variabilidad de los resultados (Wilson, 2008).

La exploración audiológica es un elemento esencial para el diagnóstico y la evaluación de la eficacia en el tratamiento de la DA. Es fundamental contar con herramientas que permitan medir con validez y fiabilidad las habilidades del sujeto para la discriminación verbal.

Podemos mencionar dentro de las pruebas para el seguimiento de los pacientes con DA la audiometría tonal liminar y la audiometría verbal. En la audiometría tonal se utilizan como estímulo tonos puros calibrados en frecuencia e intensidad y en la audiometría verbal estímulos verbales como sílabas, dígitos, palabras, pseudopalabras y frases.

Se diferencia entre las pruebas liminares y las supraliminares: las liminares determinan el nivel umbral de audición y las supraliminares el comportamiento del oído frente a un umbral superior al normal en sonidos claramente audibles para el paciente; examinan las perturbaciones de la sensación sonora, en relación a la frecuencia física del sonido, la intensidad y el tiempo que permanece el estímulo sonoro (Casanova Alvaro, 2016).

La audiometría tonal por vía aérea o vía ósea tiene como objetivo valorar la capacidad de detección de tonos puros en el mínimo nivel de intensidad. El método de exploración más utilizado es el descendente; favorece el aprendizaje del paciente y el reconocimiento de la señal presentada. Se presentan los estímulos en diferentes frecuencias (1000Hz, 2000Hz, 4000Hz, 8000Hz, 500Hz, 250Hz) (AEDA, 2002b); el umbral tonal en cada frecuencia será la mínima intensidad a la que el paciente responde al menos en el 50% de las presentaciones en las series descendentes. La audiometría ósea se explora colocando un vibrador sobre la mastoides; se exploran las frecuencias 1000, 2000, 4000, 500 y 250 Hz. Permite establecer el diagnóstico diferencial entre una lesión transmisiva (conducción) y una lesión perceptiva (neurosensorial) (Marco & Gómez, s. f.).

La audiometría verbal o logaudiometría utiliza como estímulo señales verbales. Tiene como objetivo identificar la capacidad de una persona para percibir el lenguaje hablado y como función clínica la localización y cuantificación de la disfunción del sistema auditivo (AEDA, 2002a).

En la audiometría verbal liminar se define el Umbral de Recepción Verbal (URV) o *Speech Recognition Threshold* (SRT) que es el mínimo nivel de intensidad de la señal de habla en el que el sujeto es capaz de reconocer el 50% del material verbal presentado (AEDA, 2002a). El SRT se puede obtener en base a palabras (bisílabas o polisílabas), frases o dígitos. En niveles supraliminares se define la Máxima Discriminación (DMax) que se establece presentando listas de 25 palabras bisílabas, fonéticamente balanceadas, en niveles de intensidad determinados. En la curva logaudiométrica se va marcando el porcentaje de discriminación en los diferentes niveles de intensidad.

Es interesante conocer la habilidad del sujeto para la discriminación verbal en ruido tanto para definir clínicamente el trastorno como para conocer las habilidades y dificultades del sujeto y los resultados del tratamiento.

En las pruebas de discriminación en ruido se manejan múltiples parámetros que definen la señal y el ruido. Entre otros: nivel de presentación y tipo de ruido, fluctuación del nivel de habla o del nivel de ruido en procedimientos adaptativos, presentación fija o interrumpida del ruido, etc. (Wagener K. & Brand, t., 2005).

Clásicamente se han empleado pruebas en las que el nivel de señal y ruido se fijan antes de iniciar el test. En el método adaptativo, los niveles de presentación de la señal o el ruido variarán de acuerdo a las respuestas del sujeto en los niveles previos de señal/ruido.

En los test adaptativos de discriminación verbal en ruido se varía la intensidad de la señal o el ruido para determinar el nivel en el que se obtiene un porcentaje predeterminado de aciertos.

Los test de discriminación de frases en ruido se diferencian en dos grupos principales por el tipo de material verbal: frases de alta predictibilidad y bajo efecto aprendizaje y frases de baja predictibilidad y alto efecto aprendizaje.

Dentro del primer grupo se encuentran los test tradicionales que han utilizado frases coloquiales altamente predecibles y con bajo efecto aprendizaje en la primera presentación del test. Tienen el inconveniente de que las listas son limitadas y no se puede volver a utilizar la misma frase en un tiempo determinado; las frases se aprenden fácilmente o las palabras se pueden predecir con facilidad por el contexto de la frase (Wagener Kristen, 2003). Este es un grave inconveniente cuando hay que repetir con frecuencia las exploraciones; por ejemplo, durante el proceso de adaptación de los IC.

En el segundo grupo se incluyen test que utilizan frases de baja predictibilidad. Son frases semánticamente impredecibles, de sintaxis fija y elaborada a partir de una matriz de palabras limitadas. Las diferentes combinaciones de estas palabras determinan frases que no siempre tienen sentido. Estos test matriciales de baja predictibilidad reducen el problema de la limitación de listas pero se evidencia un efecto aprendizaje que debe ser estudiado (Wagener Kristen, 2003).

Una prueba con frases coloquiales de uso habitual en nuestro entorno es el *Hearing In Noise Test* (HINT) desarrollado por Nilsson y colaboradores en 1994 (Nilsson, Soli, & Sullivan, 1994). Mide el SRT en ruido y en silencio de oraciones cortas, coloquiales y con un vocabulario natural.

Contamos con una versión adaptada al español compuesta por 12 listas de 20 oraciones fonéticamente balanceadas y con una longitud de seis o siete palabras (Huarte, 2008).

Tiene la ventaja de que utiliza frases coloquiales que se utilizan en la comunicación diaria informal. (Nilsson et al., 1994) pero el inconveniente de la limitación de número de frases y la alta predictibilidad.

Dentro de los test adaptativos de discriminación de frases en ruido con material verbal de baja predictibilidad se encuentra el Test de Frases Matriciales en ruido de Oldenburg desarrollado inicialmente para el alemán (Wagener, K, Kühnneil, V, & Kollmeier, B, 1993) y el danés (Wagener et al., 2001).

Utilizamos su adaptación en español, se utilizan listas de 20 o 30 frases generadas a partir de una matriz básica compuesta por diez nombres, verbos, sustantivos, números y adjetivos. Permite medir umbrales de recepción del habla (SRT) con ruido adaptativo, precisa entrenamiento previo para la familiarización de los pacientes con la prueba y así obtener los resultados válidos (Hagerman, B., 1982).

Hipótesis

En este trabajo se da continuidad al estudio de la aplicación del nuevo Test Matricial de Oldenburg en español-castellano a población española con deficiencia auditiva e IC.

En estudios previos se ha presentado la prueba en formato de respuesta cerrado (closed-set en la terminología de los autores). En este formato, el sujeto debe seleccionar las palabras diana en una matriz de 50 palabras presentadas en columnas ordenadas de acuerdo a la sintaxis constante de las frases. Una pantalla táctil registra los resultados. Los resultados obtenidos fueron inferiores a los publicados para otras lenguas en poblaciones similares. Se han planteado como posibles factores los relacionados con las características de la lengua, las características del material verbal o, finalmente, el modo de presentación de la prueba y el tipo de respuesta solicitada al sujeto.

En la etapa actual aplicamos el test en formato abierto (*open-set*). El sujeto tiene que repetir la frase oída con el apoyo visual de la matriz de palabras. Es decir, se pide una respuesta oral y no visuo-táctil como en la primera etapa.

Este test ha sido aplicado en diferentes poblaciones de sujetos normoyentes en los idiomas español, inglés, francés, turco, alemán, entre otros (Dietz et al., 2015) (Hochmuth et al., 2012) (Hey, Hocke, Hedderich, & Müller-Deile, 2014) (Jansen et al., 2012) (Kiolbasa, 2015) (Ozimek E, Warzybok A, & Kutzner D, 2010) (Wagener et al., 2001) (Warzybok et al., 2015). Pero aún no ha sido estudiada en una presentación como la explicada anteriormente de

repetición directa en el idioma español en sujetos con DA severa profunda que utilicen IC.

Para lograr esta caracterización y plantear pautas de utilización y resultados en personas con implante coclear, nos planteamos las siguientes hipótesis:

- a. En el *Spanish Matrix Test (SMT)* el modo de presentación con respuesta oral (*open-set*) es más adecuado para medir la discriminación verbal en ruido en sujetos con DA e IC. El modo de presentación cerrado con respuesta visuo-táctil podría imprimir una dificultad añadida relacionada con la habilidad para la exploración y el uso de pantallas táctiles que retarda la respuesta y podría determinar mayores exigencias en memoria de trabajo. Esta variable no atendida en la primera etapa del trabajo podría haber influido en los resultados
- b. Los resultados en nuestros sujetos normoyentes en este formato de respuesta serán comparables a los publicados para población española.

Objetivo

En este trabajo se pretende dar continuidad al proceso de caracterización del test matricial de Oldenburg en Castellano para la valoración de la discriminación verbal en ruido en usuarios de implante coclear.

En trabajos previos hemos podido comprobar que el SMT parece útil para evaluar en la clínica el rendimiento en discriminación verbal de frases en ruido en personas con implante coclear.

En el grupo de usuarios de implante coclear los resultados de esta prueba en español estuvieron altamente correlacionados con los obtenidos en la prueba que se utiliza habitualmente, el *Hearing in Noise Test – HINT*. Los SRTs obtenidos con el SMT fueron más bajos (mejores) y más específicos aunque se debe tener en cuenta la variación metodológica que existe entre ambas pruebas.

Hemos probado, por tanto, en estudios previos que el SMT en español es una prueba aplicable y útil en la clínica y exploración auditiva de sujetos con IC.

Sin embargo, como planteábamos en párrafos previos, los resultados en nuestra muestra fueron inferiores a los publicados para otras lenguas en poblaciones similares. En la fase actual queremos comprobar si el modo de presentación de la prueba y el tipo de respuesta solicitada al sujeto influyen de manera particular en los sujetos de la muestra estudiada.

El objetivo de esta investigación, por tanto, consiste en:

- Comparar los resultados obtenidos en los dos formatos de presentación del test: formato cerrado (*closet-set* en la terminología de los autores) y formato abierto (*open-set*).

- Continuar con el proceso de caracterización del nuevo Test Matricial de Oldenburg y demostrar que puede emplearse para evaluar la discriminación verbal en ruido en los usuarios de implante coclear en español.

Metodología

Para llevar a cabo esta investigación se preparó un protocolo de cualificación para la inclusión de los participantes. Está compuesto por varias pruebas que serán descritas.

1.- Muestra

La muestra consta de 5 nuevos sujetos normoyentes (NH) (grupo control) y 12 sujetos con implantes coclear (CI) (grupo experimental) que ya habían participado en la primera etapa del presente trabajo.

Las características principales de los sujetos se presentan en la Tabla1.

Sujeto	Fecha Rev.	Edad	Sexo	Nivel educ.	IC	Uso IC años
13_JSA_CI_M	24/3/17	59	M	Primaria	Cochlear	11
14_RPH_CI_F	16/03/17	61	F	2 etapa Sec.	Med-EI	4
15_MMG_CI_F	23/03/17	65	F	Primaria	Medel	4
16_QSQ_CI_M	21/04/17	66	M	2 etapa Sec.	Cochlear	10
17_GVP_CI_M	06/04/17	51	M	Primaria	Med-EI	9
22_MRG_CI_M	16/03/17	25	M	Superior	Ad. Bionics	9
28_JGM_CI_M	22/03/17	68	M	Superior	Med-EI	3
30_FGA_CI_M	06/04/17	62	M	2 etapa Sec.	Med-EI	1
31_MMG_CI_M	15/03/17	70	M	2 etapa Sec.	Cochlear	1
32_SRP_CI_M	05/04/17	60	M	Postsec NS	Med-EI	4
33_PSM_CI_F	30/03/17	72	F	Postsec NS	Med-EI	8
35_FGL_CI_M	05/04/17	69	M	1 etapa sec.	Ad. Bionics	1
38_ECS_NH_F	08/05/17	23	F	Superior	NH	N/A
39_PBL_NH_F	08/05/17	23	F	Superior	NH	N/A
40_NCC_NH_F	09/05/17	27	F	Superior	NH	N/A
41_ESA_NH_F	09/05/17	24	F	Superior	NH	N/A
42_MAR_NH_F	10/05/17	26	F	Superior	NH	N/A

Tabla 1. Datos de los participantes.

*M: hombre, F: mujer.

1 Etapa sec.: primera etapa secundaria; 2 etapa Sec.: segunda etapa secundaria; Postsec NS: postsecundaria no superior. NH:audición normal.

La edad de los sujetos con IC revisados en esta fase del trabajo se ha situado entre los 24.9 y los 71.9 años (media 60.6). 9 han sido hombres y 3 mujeres. 2 sujetos tienen estudios superiores, 7 diferentes niveles de secundaria y 3 estudios primarios.

Los sujetos normoyentes son todos sujetos jóvenes (media de 24,3 años) con estudios superiores.

2. Procedimiento

2.1. Selección de la muestra y recogida de datos

Los sujetos implantados (CI) fueron seleccionados de los participantes en la primera fase del estudio que debían acudir a su revisión anual, estuvieron de acuerdo en colaborar y cumplían los criterios de inclusión. Fue necesario incorporar nuevos sujetos NH por la imposibilidad de acceso a los sujetos de la etapa anterior. También en este caso los sujetos cumplieron los criterios de inclusión y estuvieron dispuestos a colaborar.

Se realizó una breve entrevista en la que se obtuvieron datos personales como fecha de nacimiento, sexo, edad, nivel educativo e historia de la DA.

Los criterios de inclusión fueron:

- Nativos españoles
- Habla castellana
- Buen estado de salud físico y mental
- Rango de edad de 18-80 años
- No tratamiento farmacológico que surtiera efecto en la atención y concentración.
- En los sujetos con IC se exigía tener un mínimo de 6 meses de uso de IC.
- Un reconocimiento mínimo de bisílabos en logaudiometría de un 30% en las listas de Marrero Cárdenas
- Los sujetos control debían tener una respuesta tonal en todas las frecuencias por debajo de 20dB HL

Se les administró el Cuestionario de salud *General Health Questionnaire- Short Form SF-12* (Schmidt et al., 2012) cuyo objetivo es evaluar el grado de bienestar y capacidad funcional de las personas mayores de 14 años, las opciones de respuesta forman escalas tipo Likert que evalúan intensidad o frecuencia. El número de opciones de respuesta oscila entre tres y

seis, dependiendo del ítem, teniendo en cuenta que algunos síntomas pueden ser parte de la edad y condiciones fisiológicas como la vejez (Ramírez-Vélez, Agredo-Zuñiga, & Jerez-Valderrama, 2010). El cuestionario SF-12 es una versión reducida del SF-36. Es un cuestionario de calidad de vida relacionada con la salud. Las normas de referencia para la población española han sido obtenidas por Schmidt y cols. (Schmidt et al., 2012). Aporta valores relacionados tanto con la salud física como mental.

Para descartar deterioro cognitivo se utilizó en ambos grupos el test de las Fotos (Carnero-Pardo y Montoro-Ríos, 2004a) y un cuestionario orientado a contrastar la situación del sujeto respecto a las categorías del *The Global Deterioration Scale (GDS)* creada por Dr. Barry Reisberg. (Reisberg, 1983).

El Test de las fotos (*Fototest*) es una prueba rápida en la que, por medio de fotografías de objetos reales, se evalúa memoria, lenguaje y capacidad ejecutiva. Consiste en mostrar al sujeto una lámina de tamaño A4 con seis fotografías de objetos reales comunes (juego, vehículo, fruta, instrumento musical, prenda de vestir y un cubierto) que el sujeto debe denominar y posteriormente repetir por medio de recuerdo libre después de una tarea distractora que refleja la fluidez verbal con nombres de personas de su mismo sexo y del sexo opuesto. La tarea de recuerdo libre o con ayuda completaba la prueba.

El criterio de inclusión se ha establecido respetando el punto de corte de la población estudiada por los autores. (Carnero-Pardo y Montoro-Ríos, 2004b). Para demencia el mejor punto de corte es 26/27 y para deterioro cognitivo 28/29.

Sujeto	SF 12* SF (%)	SF 12 SM (%)	GDS**	Foto test	PTA dB	% Rec. Bisílabos
13_JSA_CI_M	96	100	SD	45	28	84
14_RPH_CI_F	96	100	SD	42	31	76
15_MMG_CI_F	64	52	SD	35	27	64
16_QSQ_CI_M	89	90	SD	41	36	80
17_GVP_CI_M	89	100	SD	38	41	84
22_MRG_CI_M	100	100	SD	44	32	92
30_FGA_CI_M	89	100	SD		42	88
31_MMG_CI_M	89	67	SD	32	41	60
32_SRP_CI_M	67	95	SD	35	43	64
33_PSM_CI_F	100	100	SD	40	37	80
35_FGL_CI_M	89	90	SD	35	42	84
38_ECS_NH_F	95	100	SD	44	0	100
39_PBL_NH_F	100	100	SD	53	1	100
40_NCC_NH_F	100	81	SD	48	0	100
41_ESA_NH_F	96	81	SD	50	10	100
42_MAR_NH_F	89	67	SD	37	-1	100

Tabla 2. Datos de los participantes. Criterios de inclusión. Estado de salud, ausencia de deterioro cognitivo, pérdida auditiva y reconocimiento de bisílabos.

*SF 12: Cuestionario de salud General Health Questionnaire- Short Form. P-CSF: general salud física; P-CSM: general salud mental.

**GDS: The Global Deterioration Scale. SD: sin deterioro.

Todos los sujetos incluidos superan los valores medios para la población en general en el SF12, obtienen resultados en el Test de las fotos claramente por encima de los valores de corte (tanto para demencia como para deterioro cognitivo) y no refieren signos de pérdida de habilidades más allá de las habituales para la población como los de edad media o avanzada.

Tanto los sujetos NH como los de IC cumplen ampliamente con los criterios audiológicos. La pérdida auditiva media (PTA) se sitúa entre los 27 y los 43dB (media 36.75), cifras adecuadas en sujetos con IC con funcionamiento normal. La media de reconocimiento de bisílabos varía entre el 60 y el 92% con un valor medio de 78%. Los NH llegan al 100% en niveles de 35 o 45dB y muestran audiometrías tonales con respuestas en torno a los 0dB.

2.2 Pruebas audiométricas

Para realizar la audiometría tonal y verbal se utilizó el programa *OtoAccess versión 1.0* con un audiómetro asistido por el ordenador *Equinox AC 440 versión 1.0* de *Interacoustics*. Para NH se utilizaron cascos marca *Telephonics*

TDH39P. En el caso de los usuarios de IC, al ser pruebas a campo abierto, se emplearon altavoces *dB Technologies M160*.

Todas las pruebas audiológicas se realizaron en una cabina insonorizada y sonoamortiguada. Los equipos cuentan con un informe anual de calibración por una empresa homologada.

En el grupo control se realizó audiometría por vía aérea bilateral (utilizando cascos) para así confirmar el oído de mejor audición para realizar el estudio. En los sujetos experimentales se realizó audiometría tonal del oído implantado a campo abierto para determinar los umbrales. Se exploraron las frecuencias 1000Hz, 2000, 4000, 8000, 500 y 250 Hz (AEDA, 2002b).

Posteriormente se obtuvo el reconocimiento de bisílabos (audiometría verbal) en la que se busca determinar el porcentaje de bisílabos que es capaz de reconocer el sujeto. Se utilizaron las listas de Marrero y Cárdenas (Cárdenas y Marrero Aguiar, 1994). En los sujetos experimentales las palabras se presentaron a una intensidad de 65dB y en los NH se buscó en nivel de dB necesario para llegar a la discriminación máxima en pasos de 5dB a partir de los 35dB. Las listas se seleccionaron de manera aleatoria. Los errores eran contabilizados para así obtener los resultados. Los sujetos con IC debían obtener un mínimo de un 30% de recepción verbal para ser incluidos en el estudio.

2.3. Medición de Umbrales de Recepción Verbal (SRT's)

Se les realizó dos test adaptativos que miden los umbrales de recepción verbal en ruido:

- 1) *The Hearing In Noise Test (HINT)* (Nilsson et al., 1994).
- 2) Test de Matricial de Oldenburg compuesto por el *Spanish Matrix text (SMT)* y el *Digital Tripel test (DTT)* (Hochmuth et al., 2012).

El *HINT* determina la relación S/N en dB que es necesaria para obtener el 50% de las frases repetidas correctamente. Las oraciones son las BKB (*Bamford-Kowal-Bench*). Se presentan en conjuntos de 10 y el sujeto escucha y repite la oración completa correctamente para obtener crédito, el ruido del espectro del habla permanece constante y se varía el nivel de señal ruido para obtener ese punto del 50%. (*Schoepflin, 2015*).

Las oraciones utilizadas fueron seleccionadas por su longitud y representación del habla. La versión original de la prueba está compuesta por 25 listas de 10 oraciones fonéticamente equilibradas de diez oraciones cada una (Huarte, 2008). Esta prueba utiliza el programa *HINTPro* de *Bio-logic*, en los NH con los casos cascos marca *Telephonics TDH39P* y para los usuarios de CI un altavoz marca *Fostex PM 0.5 MK II*.

En la versión del test en español se tradujeron y adaptaron 745 de las frases de Soli (Soli, Vermiglio, Wen, y Filesari, 2002); oraciones cortas con sintaxis no compleja, con un lenguaje natural. La inteligibilidad de las frases se midió en sujetos hablantes en español. Se obtuvo un total de 12 listas de 20 oraciones cada una por medio de 240 frases transcritas por audiólogos (Huarte, 2008). El HINT se utilizó en el presente trabajo como referencia de la exploración habitual.

El *SMT* es la adaptación española del Test de Oldeburg de Frases Matriciales en ruido. Una prueba que incluye una matriz básica de oraciones creada por la síntesis de dos pruebas antes existentes. Para la selección del material lingüístico y estructura de las oraciones se utilizó como referencia el *Swedish Sentence Test of Hagerman*; el material verbal de este utiliza frases formadas al azar con cada una de las listas que contienen 10 nombres, verbos, números, sustantivos y adjetivos. La prueba mide los umbrales de recepción del habla con ruido adaptativo, el ruido está ajustado en los niveles de presentación de las palabras individuales (Hagerman, 1982).

Las palabras fueron seleccionadas por su frecuencia (Davies, 2006), número equilibrado de sílabas dentro del grupo de palabras, neutralidad semántica, corrección gramatical y fonéticamente balanceados con la distribución de fonemas específicos del idioma; sólo se usaron objetos en masculino para permitir la combinación aleatoria. (Hochmuth et al., 2012).

Para la grabación se tomaron en cuenta los criterios del *Oldenburg Sentence Test*, que incluye la grabación de 100 oraciones con todas las combinaciones posibles de dos palabras consecutivas. Se obtuvo un total de 10 combinaciones por cada palabra y su transición correspondiente a las siguientes 10 palabras. Las combinaciones fueron agrupadas según su coarticulación para preservar la entonación normal de la oración. Se determinó una curva de discriminación para cada palabra y se formaron 12 listas de 30 frases (Hochmuth et al., 2012). El ruido enmascarante es específico del material verbal utilizado en la prueba.

Para esta prueba es necesario un entrenamiento previo ya que los participantes deben familiarizarse con el material verbal para poder obtener resultados válidos y que puedan reproducirse (Hochmuth et al., 2012).

El *DTT* es una prueba que consiste en identificar 100 tripletes de dígitos con un ruido de fondo adaptativo. El ruido enmascarante es específico del material verbal utilizado en la prueba y se elaboró a partir de emisiones de 32 hablantes. Los tripletes se presentan por medio de auriculares en el caso de los NH y en campo abierto en los sujetos experimentales. Se incluyen 6 listas de 30 tripletes de dígitos del cero (0) al nueve (9) cada una (Kollmeier et al., 2015) (Zokoll et al., 2013).

Es una prueba utilizada para evaluar la deficiencia auditiva; tiene ventajas como la imposibilidad de aprenderse las listas ya que se generan, como se mencionó anteriormente, de forma aleatoria. Se puede aplicar en

formato de presentación cerrada (el oyente luego de escuchar los dígitos puede identificarlos en una pantalla táctil) o en formato abierto (Kollmeier et al., 2015).

En nuestro caso se presentó en la fase actual en un formato abierto en la que el sujeto solo debe repetir los dígitos escuchados y el operador los selecciona en la pantalla.

Para estas pruebas (*HINT*, *SMT*, *DTT*) el nivel de ruido permanece fijo en 55dB para los sujetos con IC y en 65 dB para los NH. La señal de habla fluctúa hasta un máximo de 80 dB para modificar la relación señal/ruido a lo largo de la prueba. Los sujetos IC recibieron la señal y el ruido por medio de un solo altavoz marca Fostes PM O.5 MK II colocado de frente a una distancia de 1 metro. Los sujetos NH utilizaron auriculares *Sennheiser HDA 200*. El test se presenta por medio de un audiómetro virtual con el *Oldenburg Measurement Applications* desarrollado por *HoerTech*. Las listas utilizadas fueron seleccionadas de manera aleatoria teniendo en consideración de no repetir las listas utilizadas en el estudio anterior.

Test	Nº. ítem	Entrenamiento	Nivel de Ruido		Nivel de habla	
			NH	CI	NH	CI
1 Bisílabos Cardenas & Marrero	25 palabras	-	-	-	35 – 65 dB SPL	65 dB SPL
2 HINT	20 frases	-	65 dB SPL	55 dB SPL	adaptativo	adaptativo
3 Spanish matrix test	20 frases	2 listas	65 dB SPL	55 dB SPL	adaptativo	adaptativo
4 Spanish digit triplet test	30 tripletes	-	65 dB SPL	55 dB SPL	adaptativo	adaptativo

Tabla 3. Características de los test verbales.

Resultados

En sujetos normoyentes no se observan diferencias entre los formatos de respuesta cerrado y abierto. Como se puede apreciar en la Figura 1 apenas se producen diferencias de 1 dB SNR.

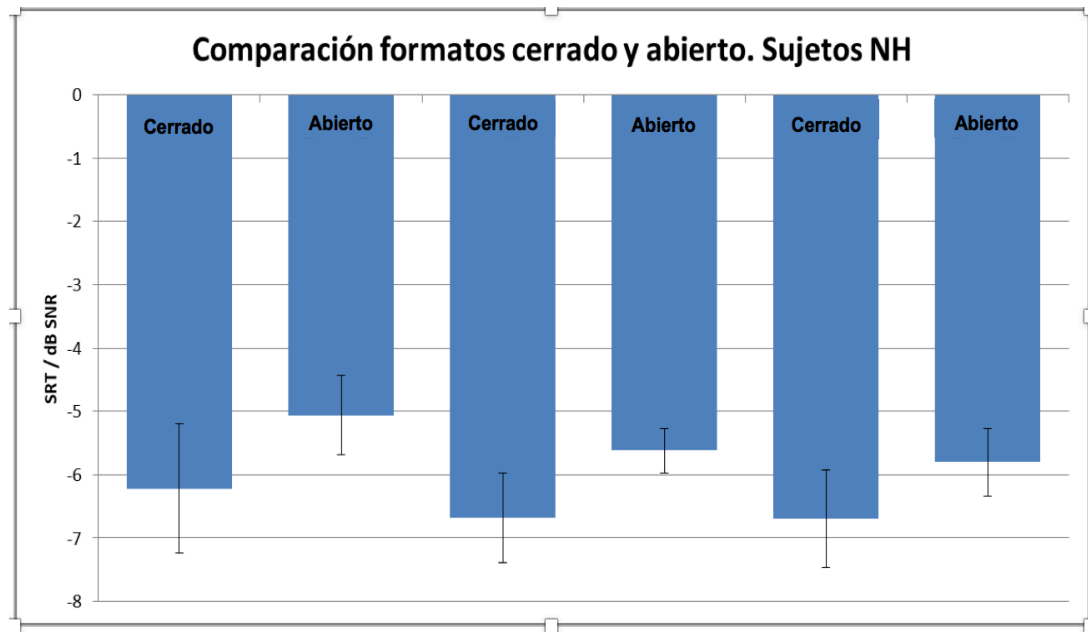


Figura 1. . SRT's medios para las diferentes listas del SMT en sujetos NH en los formatos de respuesta cerrado y abierto.

A pesar de que los dos grupos control de sujetos NH son homogéneos en cuanto a edad, nivel educativo, audiometría tonal y reconocimiento de bisílabos hay diferencias relevantes en los resultados en el Test de HINT.

Media HINT - R-HINT

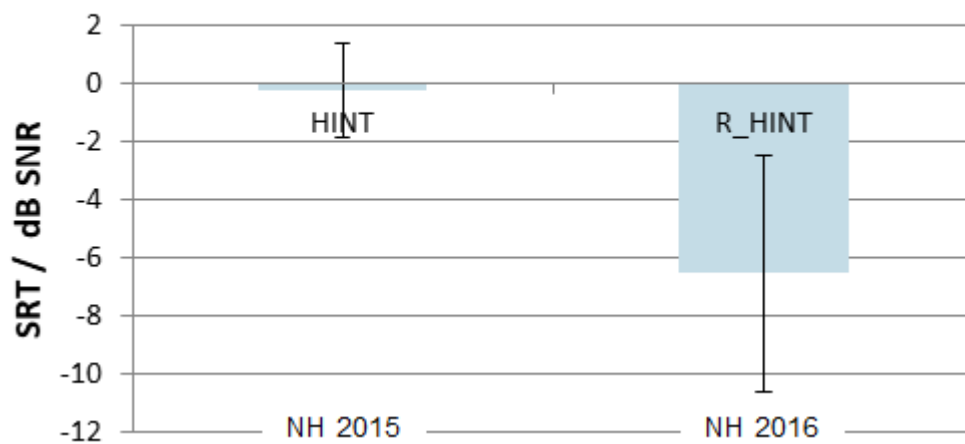


Figura 2. . SRT's medios para el Test de HINT en sujetos NH de los dos grupos control.

En el caso de los sujetos con IC se observan algunas diferencias destacables. En la Tabla 4 se muestran los resultados medios de las dos fases.

	Lista 1		Lista 2		Lista 3		Total	
	Cerrado	Abierto	Cerrado	Abierto	Cerrado	Abierto	Cerrado	Abierto
Mediana	11,4	16,4	8,2	11	7,2	8,6		
Media	13,4	15,3	10,6	11,1	10,5	8,7	11,9	11,85
SD	6,7	4,6	7,5	4,4	7,7	5,1		

Tabla 4. Resultados en las tres listas en el SMT en formato de respuesta closed-set (cerrado) y open-set (abierto).

En el conjunto de todas las listas, los resultados medios globales obtenidos en los dos formatos de respuesta son similares. Los resultados medios diferenciados por lista se aproximan en la tercera. Es decir, los sujetos obtienen resultados medios similares al finalizar el test. Sin embargo, la dispersión de resultados es evidente en todas las listas en el formato cerrado. En el formato abierto la desviación estándar es inferior.

Por otro lado, hemos observado que el efecto aprendizaje es más evidente en el formato abierto. Los resultados en las primeras listas en formato abierto son peores que los obtenidos en formato cerrado pero el aprendizaje permite llegar a unos resultados finales similares en la tercera lista. Hay una correlación significativa en los resultados obtenidos por los sujetos en las listas 2 y 3. No así en la primera lista.

Las Figura 3, 4, 5 y 6 muestran estas diferencias.

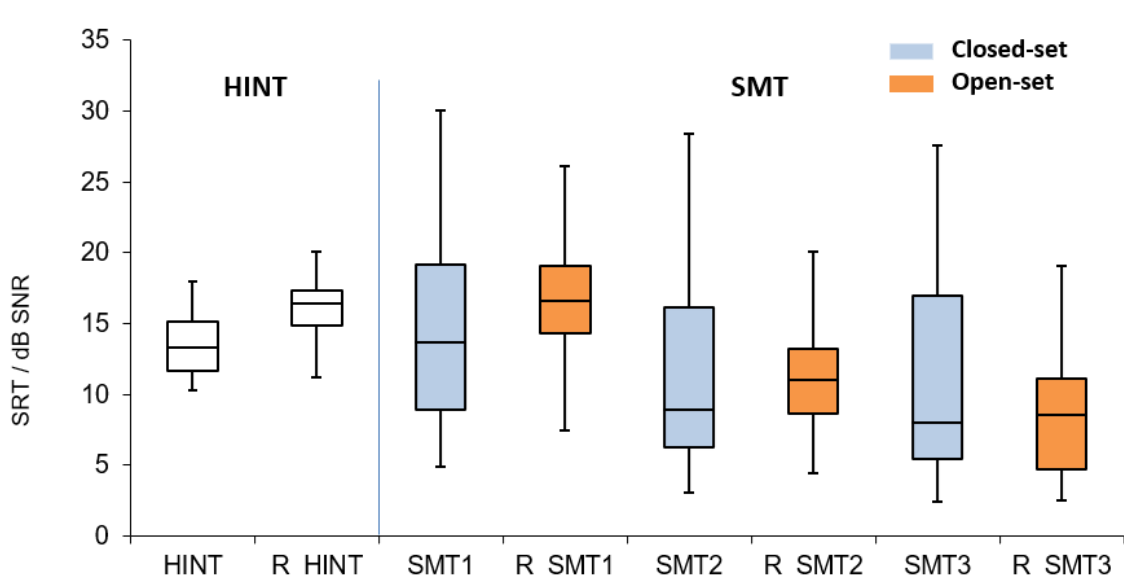


Figura 3. SRT's medios para el *HINT* y el *SMT* en sujetos con IC.*R: revisión.

En el formato abierto se instruye al sujeto para que se familiarice con las 50 palabras de la matriz. Se le presenta una lámina con todos los ítems y se repasan mientras se leen en voz alta. Hemos apreciado que algunos sujetos no mantienen la atención y se enfrentan a la prueba sin conocer las palabras.

En el formato cerrado el sujeto se ve obligado a estudiar todos los ítems de la pantalla desde el primer momento. Esta circunstancia podría explicar los peores resultados obtenidos en las dos primeras listas del formato abierto. La evolución de los resultados comparados de las dos presentaciones se evidencia en las siguientes figuras 4, 5 y 6.

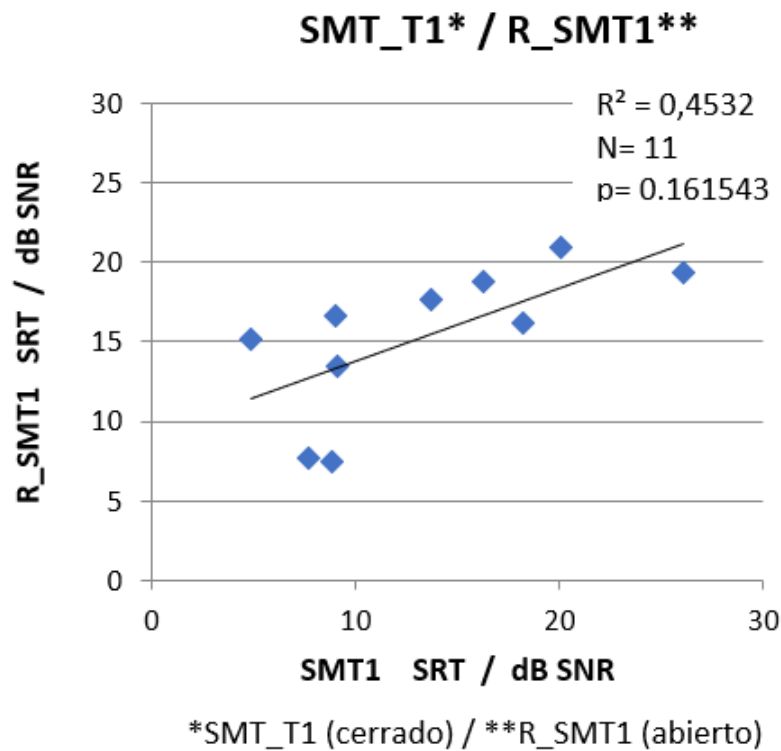
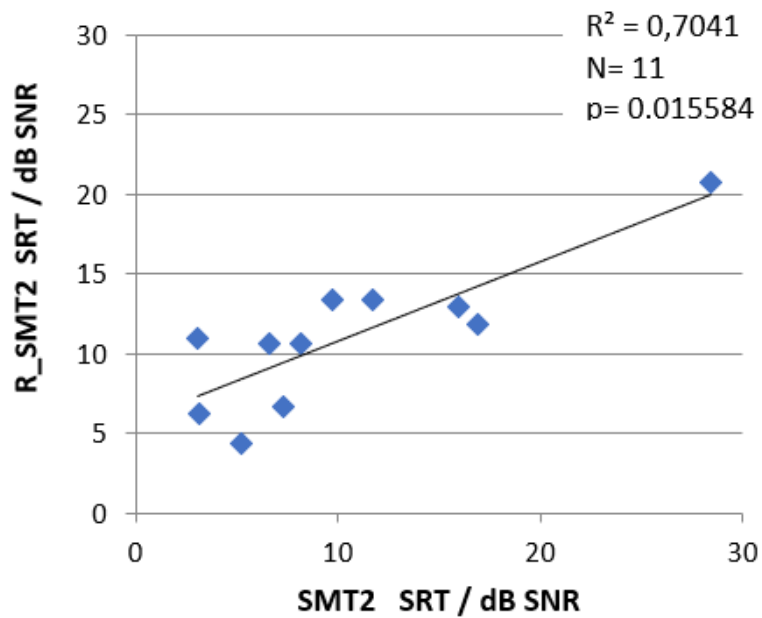


Figura 4. Comparación de SRT's para el SMT en formatos abierto y cerrado. Primera lista.

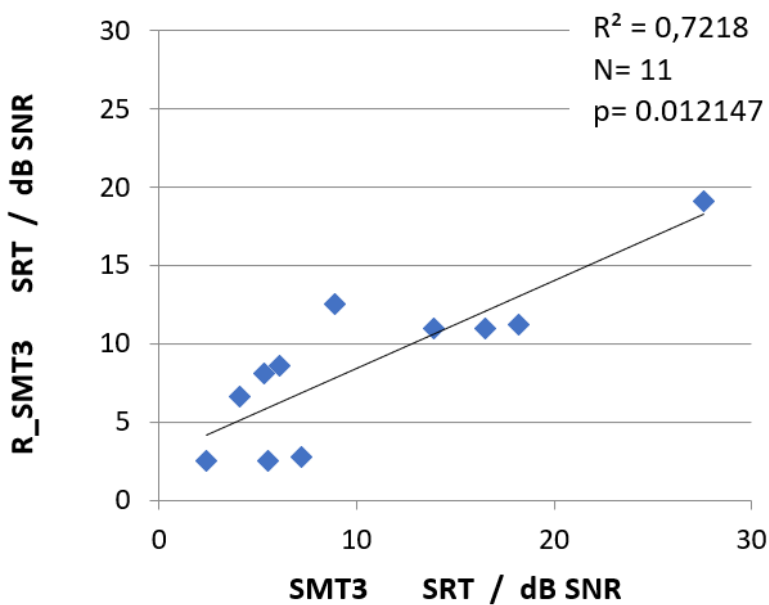
SMT_T2 / R_SMT2



*SMT_T2 (cerrado) / **R_SMT2 (abierto)

Figura 5. Comparación de SRT's para el SMT en formatos abierto (R) y cerrado. Segunda lista.

SMT_T3 / R_SMT3



*SMT_T2 (cerrado) / **R_SMT2 (abierto)

Figura 6. Comparación de SRT's para el SMT en formatos abierto (R) y cerrado. Tercera lista.

Los resultados obtenidos por los sujetos normoyentes del grupo control, en los dos formatos de respuesta, son similares a los publicados para otros idiomas. En la Tabla.5 se ofrecen los datos principales.

Prueba	Media (m)	SD
SMT formato abierto	-6dB SNR	0.53dB SNR
SMT formato cerrado (2016)	- 7 dB SNR	0.52 dB SNR
Otros idiomas		
Spanish Matrixt test 2012	-6.2 dB SNR	0.80dB SNR
American English Matrix Test (AMT)	-8.6 dB SNR	0.9 dB SNR
German Matrix Test (GMT)	-7.1 dB SNR	1.1 dB SNR
Turkish Matrix Test (TurMatrix)	-7.2 dB SNR	0.8 dB SNR
French Matrix Test (FrMatrix)	-6.0 dB SNR	0.6 dB SNR

Tabla 5. Medias (m) y Desviaciones Estándar (SD), para pruebas matriciales en diversos idiomas

Discusión

Contamos con resultados publicados en relación con la influencia del formato en sujetos normoyentes en diferentes idiomas (Hochmuth et al., 2012). No es así en el caso de sujetos con IC.

Los estudios para NH en otros idiomas indican que las diferencias de resultados entre los formatos cerrado y abierto guardan relación probable con el entrenamiento previo que permite al sujeto familiarizarse con el material verbal. Cuando se asegura este entrenamiento no se observan diferencias significativas entre formatos en sujetos normoyentes (Hochmuth et al., 2012). En otro caso, cuando no se asegura este entrenamiento previo, los resultados son mejores en el formato cerrado; es decir, este mejor rendimiento es consecuencia de que el formato cerrado obliga a familiarizarse pronto con el material verbal.

Sin embargo, los diseñadores del test esperan una mayor dificultad del formato cerrado especialmente en sujetos de mayor edad.

No hemos observado diferencias significativas en sujetos NH en relación con el formato de respuesta (NH closed-set: media -7dB SNR, SD: 0.52dB SNR; NH open-set: media - 6 dB SNR, SD 0.53 dB SNR). Esta ausencia de efecto del formato de respuesta puede explicarse por el entrenamiento previo para familiarizar al sujeto con el material verbal. Sin embargo, hay que tener en cuenta que no podemos extraer conclusiones ya que, aun cuando el grupo control guarda características similares en cuanto a edad, nivel educativo y discriminación verbal sin ruido, el grupo control de

sujetos NH ha estado integrado por diferentes sujetos en cada fase. Los sujetos de 2017 han obtenido mejores resultados medios en el HINT (media sujetos 2016 0 dB SNR; media sujetos 2017 -7 dB SNR).

Aunque los resultados medios globales en sujetos con IC son similares en ambos formatos es evidente la dispersión de resultados en formato cerrado. Este resultado puede guardar relación con la mayor dificultad ya prevista por los autores del test principalmente para los sujetos de mayor edad (Hochmuth et al., 2012).

Coincidimos con los resultados obtenidos por otros autores para población NH en cuanto a un mayor efecto aprendizaje en open-set (Hochmuth et al., 2012). Aunque hemos intentado asegurar un entrenamiento previo tanto en los sujetos NH como los de IC hemos observado la tendencia de los sujetos a no mantener la atención en estas explicaciones iniciales. Un entrenamiento previo limitado se asocia a un efecto aprendizaje más evidente (Hochmuth et al., 2012).

El objetivo de la segunda hipótesis es comparar los resultados de los sujetos NH con la población española. En la fase actual el grupo control constó de 5 participantes (N=5) los cuales obtuvieron una media de -6dB SNR con una (DS) de 0.53dB SNR. En las pruebas realizadas en la fase anterior se obtuvo una media de -6.7dB SNR con una (DS) de 0.52dB. La misma prueba realizada por Sabine Hochmuth y cols (2012) en la isla de Tenerife obtuvo una media de -6.2dB SNR con una (DS) de 0.80dB SNR. Lo que evidencia que no existe una diferencia significativa entre un estudio y otro en sujetos NH.

Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten concluir que:

- Se confirma que el SMT en la presentación en formato abierto es favorable para la evaluación y valoración clínica de habla en ruido de los sujetos con DA ya que se reduce el efecto de variables relacionadas con la habilidad del individuo para ejecutar la repuesta visuo-táctil del formato cerrado.
- El entrenamiento previo y la revisión de las listas arroja mejores resultados en los sujetos y reduce el efecto aprendizaje en las listas consecutivas.
- Los resultados de este estudio son comparables y verificables con los ya realizados en el idioma español y en otros idiomas en población normoyente.

Referencias

- Abou-Saleh, M. T., Katona, C. L. E., y Kumar, A. (Eds.). (2011). *Principles and practice of geriatric psychiatry* (3rd ed). Chichester, West Sussex [England]; Hoboken, NJ: J. Wiley.
- AEDA. (2002a). Normalización de las pruebas audiológicas (II): La audiometría verbal o logaudiometría.
- AEDA. (2002b). Normalización de las pruebas audiológicas(I). La audiometría tonal liminar.
- Augustinus Barrientos, y Neuburguer Jürgen. (1997). Los implantes cocleares en la facultad de medicina de Hannover, Alemania, *65*, 34-36.
- Cárdenas, M. R. de, y Marrero Aguiar, V. (1994). *Cuaderno de logaudiometría*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Carnero-Pardo, C., y Montoro-Ríos, M. T. (2004a). Test de las fotos. *Rev Neurol*, *39*(9), 801–6.
- Carnero-Pardo, C., y Montoro-Ríos, M. T. (2004b). Test de las fotos. *Rev Neurol*, *39*(9), 801–6.
- Carreño, F., García, V., y Valverde, J. (2014). Audífonos y generadores de ruido. En *2014 Audiología_SEORL.pdf* (pp. 309-324). España: SEORL.
- Casanova Alvaro, Y. (2016). Pruebas liminares y supraliminares. Recuperado a partir de <http://eugdspace.eug.es/xmlui/bitstream/handle/123456789/208/Yolanda%20Casanova%20Alvaro.pdf?>
- Castillo-Maya, G., Peñaloza-López, Y., y Hernández-Orozco, F. (2001). Etiología de la hipoacusia-sordera. *Gac Méd Méx*, *137*(6), 541–548.
- Clark, G. (2003). *Cochlear implants: fundamentals and applications*. New York: Springer.
- Clark, G. M. (1998). Research advances for cochlear implants. *Auris Nasus Larynx*, *25*(1), 73–87.
- Davies, M. (2006). *A frequency dictionary of Spanish: core vocabulary for learners*. New York; London: Routledge.
- Dietz, A., Buschermöhle, M., Sivonen, V., Willberg, T., Aarnisalo, A. A., Lenarz, T., & Kollmeier, B. (2015). Characteristics and international comparability of the Finnish matrix sentence test in cochlear implant recipients. *International Journal of Audiology*, *54*(sup2), 80-87. <https://doi.org/10.3109/14992027.2015.1070309>
- Gagné, J.-P., Jennings, M. B., y Southall, K. (2009). Understanding the stigma associated with hearing loss in older adults. *Hearing care for adults*, 203–12.
- Goffman, E., y Guinsberg, L. (1970). *Estigma: la identidad deteriorada*. Amorrortu Buenos Aires. Recuperado a partir de http://www.academia.edu/download/44361245/Goffman__Erving_-_Estigma._La_identidad_deteriorada.pdf.

- Hagerman, B. (1982). Sentences for testing speech intelligibility in noise.
- Hagerman, B. (1982). Sentences for testing speech intelligibility in noise. *Scandinavian Audiology*, 11(2), 79-87.
- Hey, M., Hocke, T., Hedderich, J., y Müller-Deile, J. (2014). Investigation of a matrix sentence test in noise: Reproducibility and discrimination function in cochlear implant patients. *International Journal of Audiology*, 53(12), 895-902. <https://doi.org/10.3109/14992027.2014.938368>.
- Hochmuth, S., Brand, T., Zokoll, M. A., Castro, F. Z., Wardenga, N., y Kollmeier, B. (2012). A Spanish matrix sentence test for assessing speech reception thresholds in noise. *International Journal of Audiology*, 51(7), 536-544. <https://doi.org/10.3109/14992027.2012.670731>.
- Huarte, A. (2008). The Castilian Spanish Hearing in Noise Test. *International Journal of Audiology*, 47(6), 369-370. <https://doi.org/10.1080/14992020801908269>.
- Jansen, S., Luts, H., Wagener, K. C., Kollmeier, B., Del Rio, M., Dauman, R., ... van Wieringen, A. (2012). Comparison of three types of French speech-in-noise tests: A multi-center study. *International Journal of Audiology*, 51(3), 164-173. <https://doi.org/10.3109/14992027.2011.633568>.
- Kiolbasa, A. M. (2015). Evaluation of the American English Matrix Test with cochlear implant recipients. Recuperado a partir de http://digitalcommons.wustl.edu/pacs_capstones/709.
- Marco, J. L. M., y Gómez, M. D. S. (s. f.). NTP 285: Audiometría tonal liminar: vía ósea y enmascaramiento. Recuperado a partir de http://www.insht.es/inshtweb/contenidos/documentacion/fichastecnicas/ntp/ficheros/201a300/ntp_285.pdf.
- Nilsson, M., Soli, S. D., y Sullivan, J. A. (1994). Development of the Hearing in Noise Test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 95(2), 1085-1099.
- OMS. (2017). Recuperado 22 de marzo de 2017, a partir de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs300/es>.
- Ozimek E, Warzybok A, y Kutzner D. (2010). Polish sentence matrix test for speech intelligibility measurement in noise, 49, 444-454.
- Ramirez J., J. (2008). Protésis auditivas. En *Manual de logopedia* (3.^a ed., pp. 221-273). Barcelona: Elsevier-Masson.
- Ramírez-Vélez, R., Agredo-Zuñiga, R. A., y Jerez-Valderrama, A. M. (2010). Confiabilidad y valores normativos preliminares del cuestionario de salud SF-12 (Short Form 12 Health Survey) en adultos Colombianos. *Revista de Salud pública*, 12(5), 807-819.
- Reisberg, B. (1983). Clinical presentation, diagnosis, and symptomatology of age-associated cognitive decline and Alzheimer's disease. *Alzheimer's disease*, 173-187.

- Schoepflin, J. R. (2015). *Back to Basics: Speech Audiometry*. Recuperado a partir de <http://www.audiologyonline.com/articles/back-to-basics-speech-audiometry-6828>.
- Soli, S. D., Vermiglio, A., Wen, K., y Filesari, C. A. (2002). Development of the Hearing In Noise Test (HINT) in Spanish. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 112(5). Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1121/1.4779699>.
- Wagener K., y Brand, t. (2005). Sentence intelligibility in noise for listeners with normal hearing and hearing impairment and masking parameters. La inteligibilidad de frases en silencio para sujetos con audición normal y con hipoacusia: la influencia del procedimiento de medición y de los parámetros de enmascaramiento., 144-156.
- Wagener, K, Kühnneil, V, y Kollmeier, B. (1993). Entwicklung und Evaluation eines Satztests für die deutsche Sprache I: Design des Oldenburger Satztests.
- Wagener, K., Lingel, J., y Ardenkjaer, R. (2001). Design, optimization and evaluation a Danish sentence test in noise. *International Journal of Audiology*, 42(1), 1-8.
- Wagener Kristen, K. C. (2003). *Factors influencing sentence intelligibility in noise*. Universidad de Oldenburg, Alemania.
- Warzybok, Zokoll, M. A., Wardendga, N., Ozimek, Boboshko, M., y Kollmeiner, B. (2015). Development of the Russian matrix sentences test, *International Journal Of Audiology*, 35-43.
- Wayner, D. S., y Abrahamson, J. E. (2001). The golden thread of hearing care: Audiologic rehabilitation. *The Hearing Journal*, 54(9), 66–69.
- Wilson, B. S. (2008). Cochlear implants: Current designs and future possibilities. *The Journal of Rehabilitation Research and Development*, 45(5), 695-730. <https://doi.org/10.1682/JRRD.2007.10.0173>.