



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARIA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN
Luis Guillermo Ibarra Ibarra
ESPECIALIDAD EN:
Audiología, Otoneurología y Foniatría

***TRASTORNO DE PROCESAMIENTO AUDITIVO CENTRAL EN
PACIENTES CON DIABETES MELLITUS TIPO 2***

T E S I S
PARA OBTENER EL GRADO DE
MÉDICO ESPECIALISTA EN:
AUDIOLOGIA, OTONEUROLOGÍA Y FONIATRÍA

P R E S E N T A:
Marco David Huerta Fajardo

PROFESOR TITULAR
Dra. Laura Elizabeth Chamlati Aguirre

DIRECTOR DE TESIS
M.S.P Sergio Diaz Leines
M. en C. Jaime Abraham Jiménez Pérez



Ciudad de México

Febrero 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**TRASTORNO DE PROCESAMIENTO AUDITIVO CENTRAL EN PACIENTES CON DIABETES
MELLITUS TIPO 2**

**DRA. LAURA ELIZABETH CHAMLATI AGUIRRE
PROFESOR TITULAR**

**M.S.P. SERGIO DIAZ LEINES
DIRECTOR DE TESIS**

**M.C. JAIME ABRAHAM JIMÉNEZ PÉREZ
ASESOR DE TESIS**

**TRASTORNO DE PROCESAMIENTO AUDITIVO CENTRAL EN PACIENTES CON DIABETES
MELLITUS TIPO 2**

**DRA. MATILDE L. ENRIQUEZ SANDOVAL
DIRECTORA DE EDUCACIÓN EN SALUD**

**DR. HUMBERTO VARGAS FLORES
SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN MÉDICA**

**DR. ROGELIO SANDOVAL VEGA GIL
JEFE DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN MÉDICA DE POSGRADO**

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mis tutores el Dr. Sergio Díaz Leines y al Dr. Jaime Abraham Jiménez Pérez por confiar en mí y mostrarme su apoyo y darme la oportunidad de trabajar en este proyecto, a la Dra. Aline Ayala Carrillo por apoyarme también en la realización el mismo y por la orientación que me brindó.

A mis amigas que gracias a ellas tuve con quien contar y en quien confiar durante la residencia, quienes además me mostraron su lealtad y amistad inquebrantable.

A mis profesores quienes me brindaron las orientación y herramientas para mi formación profesional.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mis padres y a mis hermanas quienes me han mostrado todo su apoyo incondicional durante toda mi formación profesional. Que desde el inicio de mis estudios siempre han estado al pendiente y al tanto de mis necesidades. Gracias a ustedes he llegado a este logro dentro de mi preparación.

INDICE

1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	2
2.1. ANTECEDENTES	2
3. MARCO TEORICO	4
3.1. EL TRASTORNO DE PROCESAMIENTO AUDITIVO CENTRAL	4
3.1.1 EVALUACIÓN DEL PROCESAMIENTO AUDITIVO CENTRAL	5
3.2 DIABETES	8
3.2.1 COMPLICACIONES	9
3.2.2 PAPEL DE LA HIPOGLUCEMIA	10
3.2.3 PAPEL DE LA HIPERGLUCEMIA.....	11
3.2.4 EFECTOS DE LA DIABETES EN LA AUDICIÓN.....	13
4. JUSTIFICACION	15
5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
6. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:	17
7. HIPOTESIS:	17
8. OBJETIVOS:	17
9. DISEÑO Y METODOLOGÍA	18
10. ASPECTOS ÉTICOS	27
11. RESULTADOS	28
12. DISCUSIÓN	38
13. CONCLUSIÓN	43
14. REFERENCIAS	44
15. LISTA DE CUADROS	47
16. LISTA DE GRAFICOS	48
17. ANEXOS	49
ANEXO 1: CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO	49
ANEXO 2: BATERIA DE PRUEBAS DE PROCESAMIENTO AUDITIVO CENTRAL	54
ANEXO 3: CUESTIONARIO DE SINTOMATOLOGÍA DE PROCESAMIENTO AUDITIVO CENTRAL	61
ANEXO 4: LISTA DE ABREVIATURAS	62

1. RESUMEN

El procesamiento auditivo central es el proceso mediante el cual cada persona localiza, lateraliza, discrimina el sonido, reconoce aspectos temporales y espaciales. El sistema auditivo depende de estructuras neurales centrales siendo susceptible de daño ante enfermedades como la Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2). Diversas investigaciones informan que la DM2 puede lesionar el Sistema Nervioso Central (SNC) provocando defectos funcionales y orgánicos, se conocen ya los efectos en la audición de la DM2 como agente causal. Objetivo: Identificar que habilidades de procesamiento auditivo central se alteran en pacientes con DM2. **Materiales y Métodos:** Se evaluaron a 10 pacientes con diagnóstico de DM2 y 10 pacientes sin el diagnóstico, se les realizó audiometría tonal, impedanciometría y pruebas psicoacústicas, se solicitó química sanguínea (glucosa, colesterol y triglicéridos) a los pacientes que no contaran con los mismos con antigüedad menor a 6 meses. Se calculó χ^2 y OR con IC de 95% para variables cualitativas, se compararon las medias de variables cuantitativas mediante t de student y se calculó coeficiente de correlación de Spearman. **Resultados:** Se obtuvo una $\chi^2=0.8$ $p=0.371$, al comparar la presentación de Trastorno de Procesamiento Auditivo Central (TPAC) en pacientes con y sin DM2, el tiempo de evolución de la DM2 no se relacionó de forma estadísticamente significativa a la presencia de TPCA. **Discusión:** No hay información acerca del rendimiento en las diferentes pruebas de procesamiento auditivo central en pacientes con DM2, nuestras observaciones difieren en los reportes respecto a la discriminación en ruido, esto probablemente debido al tamaño de la muestra. **Conclusiones:** Es importante considerar ampliar el tamaño de la muestra para eliminar un posible sesgo de selección, el tamaño de la muestra fue una limitante para el mismo. **Palabras clave:** Procesamiento Auditivo Central, Trastorno del Procesamiento Auditivo Central, Diabetes Mellitus tipo 2, Audición.

2. INTRODUCCIÓN

La audición es un proceso complejo, desde la llegada de un sonido al oído externo, hasta su percepción, para ello existen muchos procesos mecánicos y neurobiológicos en el sistema auditivo (1). La Asociación Americana del Habla, Lenguaje y Audición (ASHA) define al Procesamiento Auditivo Central (PAC) como: Aquellos procesos y mecanismos auditivos responsables de los siguientes fenómenos conductuales: Localización y lateralización del sonido, discriminación auditiva, aspectos temporales de la audición (resolución temporal, enmascaramiento temporal, integración temporal y ordenamiento temporal), desempeño auditivo frente a señales acústicas competitivas y desempeño auditivo frente a condiciones de degradación de la señal acústica (1,2).

2.1. ANTECEDENTES

En un estudio en el que se analizó la relación entre volumen cerebral y desempeño cognitivo en afroamericanos con Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) se observó que aquellos con lesión en materia blanca, volumen de materia gris disminuida y mayor volumen de materia blanca mostraron un peor desempeño en pruebas como la tarea de codificación de símbolos de dígitos la cual informa de la velocidad de procesamiento y en menor medida de la memoria de trabajo ($p = 5.2 \times 10^{-5}$), con tendencia a la asociación con un rendimiento más bajo en MSE / MMSE (Minimental modificado y minimental) que perdió importancia teniendo en cuenta las pruebas múltiples ($p = 8.3 \times 10^{-3}$), el peor rendimiento en las pruebas de rendimiento cognitivo, función ejecutiva y velocidad de procesamiento se asociaron a lesión en materia blanca y menor volumen de materia gris en pacientes con DM2, aunque fueron independientes de la clínica de la diabetes y del control glucémico (3).

Hannan M. y cols. 2010, realizaron un estudio en donde describieron los patrones de deterioro cognitivo en relación a la duración de la diabetes usando los potenciales P300 y tres estímulos paradigma *odd-ball*, observaron que la latencia de p300 no correlaciona con la duración de la diabetes linealmente aunque una mayor duración de la DM2 (>5 años) se asocia a una latencia más larga, en cambio la amplitud no mostro diferencias entre las personas con más o menos de 5 años de evolución comparados con controles (4).

Brundel y cols. estudiaron a 56 pacientes con DM 2 y 30 controles y compararon la superficie cortical, el volumen y espesor mediante resonancia magnética y encontraron que la superficie cortical total, el volumen cortical total y el espesor cortical medio para ambos hemisferios fueron consistentemente más bajos en el grupo con DM2 que, en los controles, pero estas diferencias sólo fueron significativas en el hemisferio derecho ($p < 0.05$). Los análisis regionales post hoc revelaron diferencias significativas del espesor cortical en la región del hipocampo y el giro temporal medial ($p < 0.01$). Observaron que la DM2 se asocia a atrofia cortical, aunque la afección no se distribuye uniformemente en toda la corteza cerebral sin embargo concluyen que los efectos de la DM2 en la materia gris son más pronunciados en el lóbulo temporal (5).

En un modelo animal compararon las respuestas electrofisiológicas auditivas en ratones con Diabetes Mellitus tipo 1 (DM1) y DM2 mediante potenciales evocados auditivos de latencia media (PEALM) para medir la función de la vía auditiva central (VAC), potenciales evocados auditivos de tallo cerebral (PEATC) y emisiones otacústicas provocadas transientes (EOAPT) para medir la función periférica. En cuanto a los PEATC observaron latencias alargadas en ambos ratones y mayores alteraciones en las EOAPT en los ratones con DM2. En cuanto a los PEALM observaron latencias alargadas de la onda Pa así como menor amplitud de las ondas Na y Pa, comparadas con los controles indicando disfunción de la VAC o el reflejo de la excitación sincronizada disminuida de los sitios generadores por baja transducción coclear o transmisión del nervio auditivo, curiosamente esta apareció más tempranamente en los ratones con DM2 (6).

En otro estudio en pacientes con Alzheimer o demencia (7), se observó una asociación significativa entre el grado de hipoacusia y el grado de deterioro cognitivo ($p = 0.009$) a mayor hipoacusia mayor deterioro, sin embargo, no se descartó presencia de trastorno de procesamiento auditivo central en pacientes con audición normal o hipoacusia superficial. Se ha descrito que un paciente adulto mayor con hipoacusia tarda 7.7 años en disminuir cinco puntos en la escala mini mental de Folsterin, mientras que un paciente sin hipoacusia tarda 10.9 años (8).

3. MARCO TEORICO

3.1. EL TRASTORNO DE PROCESAMIENTO AUDITIVO CENTRAL

El termino de trastorno de procesamiento auditivo central (TPAC) se entiende a la condición que a pesar de que exista audición periférica normal existen **dificultades en la discriminación auditiva, para la localización del sonido, alteración en la lateralidad, para discriminar una señal degradada, para el reconocimiento de aspectos temporales, reconocimiento de patrones, reconocimiento de señales auditivas degradadas así como para identificar estímulos en ambientes competitivos** (12). Este trastorno tiene diversas manifestaciones (1,13), que conductualmente se observa como dificultad para:

- Comprender o escuchar en ambientes ruidosos.
- Dificultad para seguir instrucciones verbales.
- Recordar información hablada (déficit de memoria auditiva).
- Repetición frecuente de las partículas “¿qué?” y “¿eh?” en las conversaciones.
- Tomar notas, dictados.
- Dificultad para memorizar nombres y lugares.
- Seguir conversaciones largas.
- Mantener conversaciones por teléfono.
- Aprender un idioma o nuevo vocabulario.
- Mantener la atención en una actividad cuando hay otros ruidos.
- Cuando se requiere habilidades organizacionales, ejemplo mantener el orden.
- El procesamiento de señales no verbales (ejemplo la música).

Hay diversas patologías que se ven asociadas a los TPAC, se ha observado en pacientes con compromiso del SNC; lesión de lóbulo temporal derecho, el lóbulo temporal izquierdo, tálamo, ganglios basales y tronco cerebral, lesión cortical en entidades como; evento vascular cerebral (EVC), traumatismo craneo encefálico (TCE), afasias, tumores, epilepsia, enfermedades neurodegenerativas como enfermedad de Alzheimer, esclerosis múltiple, así como en patología del desarrollo neural, déficit de atención, hipoacusia, problemas de

conducta, retrasos de lenguaje, problemas de aprendizaje o dislexia y en adultos con cambios neurodegenerativos por envejecimiento y en casos de privación auditiva pacientes con historia de otitis media recurrentes se ha podido observar que pérdidas de tan solo 30dB HL tienen efecto en el procesamiento auditivo (1,13).

Además de la patología neurológica y neuropsicológica presentada, hay factores metabólicos, como la hiperhomocisteinemia, que se han asociado a deterioro cognitivo como a menor desempeño en las pruebas psicoacústicas de PAC, la homocisteína genera neurotoxicidad por generación de especies reactivas de oxígeno, efectos protrombóticos y estrés oxidativo. En un estudio se evidencia correlación estadísticamente significativa entre la hiperhomocisteinemia y desempeño disminuido en pruebas como *Masking Level Difference* (MLD) y mayor latencia de los potenciales P300 (14).

Como se ha mencionado antes un TPAC puede presentarse en el contexto de lesión del SNC ya sea agudo, crónico o neurodegenerativo por enfermedad o por la edad, en donde los procesos normales se ven alterados.

3.1.1 EVALUACIÓN DEL PROCESAMIENTO AUDITIVO CENTRAL

En la evaluación del PAC con fin determinar si existe déficit, identificar procesos afectados y la topografía de la lesión, se debe considerar una historia clínica completa, una evaluación audiológica previa, evaluación del lenguaje y una serie de pruebas conductuales y electrofisiológicas. En estas dos últimas en el primer rubro el estímulo acústico es manipulado para estudiar una función auditiva en particular y algunas de las pruebas son; pruebas de redundancia disminuida, estimulación dicótica, de estimulación binaural, procesamiento temporal, localización, lateralización y se recomienda realiza en pacientes a partir de los 6 años y en segundo lugar tenemos a los Potenciales Evocados Auditivos (de tallo, latencia media y larga) (1).

La batería de pruebas a realizar está determinada por la situación de examen e historia clínica del paciente y para una adecuada selección se deben conocer los procesos cognitivos y mecanismos anatómico fisiológicos que examina cada una de ellas (13), (Tabla 1).

Tabla 1. Relación de pruebas empleadas en la evaluación de las funciones auditivas centrales clasificadas según la estructura de la vía auditiva estudiada.

Nervio auditivo (alto)	Tronco encefálico (bajo)	Tronco encefálico	Corteza y subcorteza	Cuerpo caloso
PEATC	PEATC	Dígitos dicóticos	Patrones de frecuencia	Dígitos dicóticos
Reflejo estapedial	MLD	Silabas dicóticas	Dígitos dicóticos	Patrones de frecuencia
	Dígitos dicóticos	Patrones de frecuencia	SSW	Patrones de duración
	SSW	Fusión binaural	Habla filtrada	Oraciones competitivas
	Discriminación en ruido	PLM	Habla comprimida con o sin reverberancia	
	Fusión binaural		MLR, P300, MMN	
	Reflejo estapedial			

Adultos con déficit auditivo

Patrones de frecuencia, frases competitivas, números dicóticos, rimas dicóticas, P300

PEAT: Potencial Evocado de Tronco Cerebral. MMN: *Mismatch Negativity*. PLM: Potencial de Latencia Media. MLD: Diferencia en el nivel de enmascaramiento (*masking level difference*). SSW: *Staggered Spondaic Word Test*. Tomado de Barajas de Prat (13).

Pruebas conductuales / psicoacústicas (1,2,12):

- **Estimulación dicótica:** Evalúa funciones cerebrales interhemisféricas y del tronco cerebral. Presentación de estímulos auditivos simultáneos en ambos oídos y diferentes entre ellos, pero de la misma intensidad y duración (sonidos puros, estímulos musicales, dígitos, silabas o frases), según la prueba el sujeto debe repetir lo escuchado (integración binaural) o dirigir la atención hacia un oído (separación binaural), es sensible a lesión del tronco y corteza. En condiciones normales se deben percibir ambos estímulos, si hay alteración central de la audición el trastorno se localiza en el lado contrario al oído extinguido por predominio de las fibras cruzadas.
- **Pruebas de redundancia disminuida:** Es sensible al déficit contralateral en pacientes con lesiones corticales temporales y de tronco cerebral. Las personas pueden completar

un mensaje y discriminar aun en ausencia de parte de la señal auditiva o cuando esta distorsionada (cierre auditivo) esto debido a la redundancia del sistema auditivo (intrínseca) y a la del lenguaje hablado (extrínseca), las pruebas utilizadas son; discriminación en ruido, palabras filtradas, palabras u oraciones comprimidas.

- **Pruebas de procesamiento temporal:** Este proceso es crítico en la percepción del habla y de la música (permite discriminar, diferenciar notas musicales y su secuencia), y se relaciona con los aspectos del tiempo de una señal acústica (duración, por ejemplo). Y se evaluación con pruebas de patrones de frecuencia, patrones de duración y detección del gap. Sujetos con lesiones temporales no logran comparar la distribución temporal de dos series de estímulos sonoros.

- **Pruebas de estimulación biaural:** Evalúan la capacidad de la VAC para procesar por separado complementando la información de ambos oídos. La información presentada en cada oído es una porción del mensaje completo a partir de dos estimulaciones dispares, no identificables de forma aislada. Las pruebas son; fusión biaural que utiliza una frase filtrada por un filtro de pasa bajo en un lado y de pasa alto en el otro; la fusión de los dos estímulos se realiza en el tronco cerebral y no esta alterada por tanto en lesión cerebral, también está la prueba de diferencia en el nivel de enmascaramiento.

Pruebas objetivas (1,2):

- **Emisiones otoacústicas:** Son señales acústicas provocadas por la actividad vibratoria de las células ciliadas externas, se registran en el conducto auditivo externo, por tanto, su origen es proximal en la etapa de transducción. Su normalidad en caso de sordera indica que esta se origina en una etapa posterior en el tratamiento de la información; células ciliadas internas, ganglio espiral, neuronas auditivas, tronco cerebral y otras vías y centros.

- **Reflejo estapedial:** Contracción refleja del musculo estapedio cuando se presenta un sonido aproximadamente a 70 dB del umbral de audición. Su ausencia se puede deber a lesión de la vía refleja que discurren por el tronco cerca del nervio facial y a poca distancia del complejo olivar superior.

- **Potenciales evocados auditivos de tallo cerebral (PEATC):** Juega importancia la presencia de la onda V, cuando existe lesión de tronco normalmente las primeras ondas no se ven afectadas sin embargo cuando existe lesión puede verse alargamiento del intervalo interonda III-V mientras hay un intervalo I-III dentro de la normalidad.

3.2 DIABETES

La Diabetes Mellitus (DM) es una enfermedad crónica compleja, una enfermedad metabólica caracterizada por hiperglucemia, resultado de defectos en la secreción de insulina, acción de esta o ambos (15), la hiperglucemia crónica se asocia con daño a largo plazo, disfunción y falla diferentes órganos, especialmente los ojos, riñones, nervios, corazón y vasos sanguíneos. Puede clasificarse en algunas categorías generales según la Asociación Americana de la Diabetes (ADA) (16).

- i. DM1: Debido a destrucción autoinmune de las células β , generando deficiencia de insulina.
- ii. DM2: Pérdida progresiva de la secreción de insulina por las células β en el contexto de resistencia a la insulina.
- iii. Diabetes mellitus gestacional: Aquella diagnosticada en el segundo o tercer trimestre del embarazo.
- iv. Tipos específicos de diabetes por otras causas: Síndromes de diabetes monogénica (neonatal y MODY), enfermedad del páncreas exocrino y aquella inducida por drogas.

La DM 2 es por mucho la más común en adultos, se caracteriza por hiperglucemia y diferente grado de deficiencia en la secreción y resistencia a la insulina (17). En México la diabetes tiene una prevalencia de 9.4% (18), la cual ha aumentado en la última década en gran parte vinculada a las tendencias de la obesidad y el sedentarismo y a menudo se acompaña de otras afecciones; hipertensión arterial sistémica (HAS), elevación del colesterol de baja densidad (LDL) y disminución del de alta densidad (HDL) que aumentan el riesgo cardiovascular (19).

El **diagnóstico** de la DM2 se basa en los siguientes criterios (16), considerando diagnóstico la presencia de uno u otro:

- Glucosa en ayuno de 8 horas mínimo ≥ 126 mg/dl (7.0 mmol/L).
- Glucosa a las 2 horas ≥ 200 mg/dl (11.1 mmol/L) durante una curva de tolerancia oral a la glucosa con 75 g de glucosa.
- HbA1C $\geq 6.5\%$ (48 mmol/mol).
- Síntomas clásicos de hiperglucemia (poliuria, polidipsia, polifagia) o crisis hiperglucémica más una glucemia al azar ≥ 200 mg/dl (11.1 mmol/L).

Un estado previo es denominado como prediabetes y es utilizado en individuos que no cumplen los criterios mencionados previos pero los niveles de glucosa en sangre son altos para considerarlos como normal. No debe ser vista como una entidad clínica, pero debe considerarse como un aumento en el riesgo de diabetes y enfermedad cardiovascular y se define por los siguientes criterios (16) (14):

- Glucosa en ayuno entre 100 - 125mg/dl (5.6 - 6.9 mmol/L).
- Glucosa a las 2 horas entre 140 – 199 mg/dl (7.8 – 11.0 mmol/L) durante una curva de tolerancia oral a la glucosa.
- HbA1C 5.7 – 6.4 % (39 - 47 mmol/mol).

3.2.1 COMPLICACIONES

Las complicaciones pueden ser agudas (hipoglucemia definido como niveles de Glucosa en sangre < 70 mg/dl, cetoacidosis y estado hiperosmolar no cetósico) y crónicas que afectan casi la totalidad del organismo, principalmente ojos, nervios, riñones, corazón, cerebro y miembros inferiores, afectando tanto la microcirculación como la macrocirculación (20).

3.2.1.1 *Complicaciones neurológicas*

El SNC requiere de la glucosa como fuente fundamental de energía, sólo después de un periodo de adaptación puede utilizar cuerpos cetónicos como fuente. Durante periodos largos de hiperglucemia, la barrera hematoencefálica presenta adaptaciones para disminuir

la entrada de glucosa en exceso al SNC. La diabetes es uno de los factores de riesgo mayores para ECV el cual aumenta al asociarse a HAS y dislipidemia, las lesiones por EVC no difieren significativamente de las que presentan los no diabéticos. La hipoglucemia presenta fundamental la sintomatología neuroglucopénica en donde puede haber daños neurológicos que varían en su severidad y que pueden ser transitorios o permanentes (20).

En cuanto a la duración de la DM y los niveles de hemoglobina glicosilada, hay reportes que indican que una duración media de la diabetes de 11 años y valores medios de hemoglobina glicosilada mayores 7.0% se asocian a atrofia cortical, siendo vulnerables áreas como la región hipocampal y el giro temporal medio (5). Así mismos niveles medio de hemoglobina glicosilada media de 8.83 ± 2.55 % se han asociado con deterioro cognitivo (21).

3.2.2 PAPEL DE LA HIPOGLUCEMIA

La hipoglucemia según la ADA se clasifica en:

- Hipoglucemia severa: evento que requiere asistencia de otra persona para administrar activamente carbohidratos, glucagon o tomar otras medidas.
- Hipoglucemia sintomática: Síntomas con glucosa sérica menor a 70 mg/dl
- Hipoglucemia asintomática: Cifras de glucosa menores a 70 mg/dl sin síntomas asociados.
- Probable hipoglucemia sintomática: síntomas no acompañados de determinación de glucosa.
- Hipoglucemia relativa: Síntomas típicos con glucosa sérica mayor de 70 mg/dl.

Las manifestaciones clínicas son variadas; autonómicas por la actividad aumentada del Sistema Nervioso Autónomo (SNA) y por la reducción en la actividad del SNC, éstas últimas aparecen cuando la glucosa tiene un nivel menor a 55 mg/dl y dependen del área cerebral afectada siendo la corteza, el hipocampo y el cuerpo estriado las zonas más sensibles (22). Lo síntomas neuroglucopénicos son confusión, inatención, irritabilidad, alteraciones en el

lenguaje, ataxia, parestesias, cefalea, estupor, convulsiones, déficit neurológico focal transitorio, coma y muerte (si no es tratada) (23).

El tejido cerebral consume 25% del consumo corporal total en su estado preabsortivo, la glucosa sérica atraviesa la barrera hematoencefálica por difusión facilitada mediante el transportados GLUT-1. Las neuronas tienen el transportador GLUT-3. Se ha visto que sujetos sometidos de forma recurrente a hipoglucemia desarrollan sobreexpresión de GLUT-1 y GLUT-3 a nivel endotelial cerebral y neural, respectivamente. Este mecanismo por un lado preserva las funciones cognitivas sin embargo puede hacer que las manifestaciones neuroglucopénicas pasen inadvertidas (23).

El cerebro se adapta a la hipoglucemia, sin embargo, esta capacidad es limitada; por un lado, mediante el aumento del flujo sanguíneo cerebral y por otro el uso de sustratos alternos a la glucosa como el glucógeno, aminoácido y fosfolípidos, éste último conduce al aumento de ácidos grasos libres cuyo metabolismo genera especies reactivas de oxígeno las cuales son tóxicas para la célula. Otro mecanismo de daño neuronal propuesto es la activación de caspasas (23).

Modelos animales describen al glutamato como neurotóxico que causa neurodegeneración debido a la estimulación prolongada de sus receptores posinápticos, su captura es dependiente de Na^+ lo que lleva al colapso del gradiente electroquímico, despolarización de la membrana presináptica y activación de canales de Ca^{2+} aumentando la concentración intracelular de este ion, traduciéndose en falla de los sistemas sinápticos por deficiencia energética (23). Episodios de hipoglucemia moderada afectan los procesos de memoria y los de hipoglucemia severa y repetidos causan déficit cognoscitivo irreversible (22).

3.2.3 PAPEL DE LA HIPERGLUCEMIA

Son 4 los mecanismos principales involucrados en la Genesis de las complicaciones cónicas (20):

1. La vía del sorbitol y mioinositol: La hiperglucemia aumenta la actividad de la aldosa reductasa reduciendo la glucosa a sorbitol con consumo de NADPH, esto se asocia a

disminución del mioinositol, de la actividad de la Na/K ATPasa y aumento de las prostaglandinas vasodilatadoras. Este mecanismo es responsable de alteración a nivel de los nervios.

2. Alteraciones de oxidorreducción: Alteración en la relación NADH/NAD.

3. Activación del diacilglicerol (DCG) y la proteína C quinasa (PCK): Esto induce alteraciones de funciones como; disminución de la actividad N/K ATPasa, la regulación de la expresión de genes de proteínas de tipo contráctil y de la membrana basa, así como la función de factores de crecimiento como el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF) y factor de crecimiento endotelial (EGF).

4. La glucosilación: La hiperglucemia induce la unión de la glucosa a grupos amino de las proteínas con la producción subsecuente de productos finales de la glucosilación (AGE) como la Hemoglobina glicosilada. Estos productos alteran las funciones de proteínas en los tejidos; por ejemplo, la glucosilación del colágeno tipo IV que afecta sus propiedades de asociación en la membrana basal.

El cambio patológico más importante es el aumento de la membrana basal capilar en todos los tejidos del organismo, esto es a expensas de colágeno tipo IV y de diferentes componentes de carbohidratos, produciendo de este modo disfunción vascular (20).

Los efectos a nivel de SNC sobre todo en las funciones mentales superiores a menudo de pasan por alto debido a falta de signos claros, sin embargo, se ha reportado que varios dominios cognitivos pueden verse afectados en la DM2: inteligencia general, velocidad de procesamiento, eficiencia psicomotora, atención, percepción, memoria y funciones ejecutivas. Los pacientes con DM2 tienen más riesgo de padecer depresión además de una mayor incidencia de enfermedad de Alzheimer y demencia vascular (24).

En modelos animales se ha visto aumento de sorbitol en nervios craneales, el nervio ciático, la corteza cerebral y la retina. también se ha visto en ratones diabéticos con deterioro cognitivo una mayor expresión de receptores de productos finales de la glucosilación (RAGE) en neuronas y células gliales y daño a la materia blanca y a la mielina. En humanos se ha visto en pacientes con diabetes y Alzheimer una mayor tinción de N-

carboximetilisina (un tipo de AGE) en cortes cerebrales postmortem. También se ha observado en ratas que las que tienen diabetes inducida tienen una expresión cerebral mayor de la proteína quinasa C (24). Mecanismos que pueden contribuir al deterioro cognitivo en pacientes con DM2.

Otros datos muestran que la estructura cerebral y las funciones cognitivas se ven afectadas, se ha visto asociación con atrofia cerebral, incluyendo pérdida de materia gris en el cerebro, putamen, lóbulo temporal medial y regiones frontales, así como dilatación de ventrículos y lesión en la materia blanca, además de que aumenta el riesgo de daño microvascular en forma de enfermedad de pequeños vasos mostrando alteraciones en neuroimagen como Infartos lacunares, además se ha visto asociación entre DM2 y atrofia cerebral, en el que el lóbulo temporal resulta particularmente vulnerable siendo más pronunciados los efectos de la DM2 en la materia gris cortical de dicho lóbulo (3,5).

3.2.4 EFECTOS DE LA DIABETES EN LA AUDICIÓN

Se reporta que pacientes diabéticos por efecto de los mecanismos previamente mencionados, sufren adicional daño a la vasculatura y sistema nervioso del oído interno, histológicamente se ha visto en la cóclea: vasos con paredes engrosadas en la estría vascular y membrana basilar; atrofia de la misma estría vascular; así como en esclerosis en la arteria auditiva interna, que contribuyen a la microangiopatía y neuropatía de la hipoacusia relacionada a diabetes (9). Se han encontrado alteraciones como desmielinización del nervio auditivo, atrofia del ganglio espiral, disminución de células en núcleos cocleares, complejo olivar superior y cuerpo geniculado medial.

Se reporta aproximadamente una prevalencia de hipoacusia de 44 a 69.7% en sujetos con diabetes con al menos 10 años de evolución la cual es aún mayor si la evolución supera los 10 años (10).

Dentro de las alteraciones auditivas posibles de encontrar esta la hipoacusia neurosensorial (HNS) con principal afección de frecuencias medias y altas (11), siendo mayor la afección en frecuencias como 6000 y 8000 Hz en comparación a personas sin

diabetes (9,10), en los PEATC hay incremento de la latencia de la onda III y V y del intervalo interonda I-V alargado y en las EOA se evidencias alteraciones en la micromecánica de las células ciliadas externas (10,11), la cual puede asociarse a la microangiopatía coclear (9).

4. JUSTIFICACION

Si bien es conocido que la DM2 es un factor de riesgo para desarrollar hipoacusia, se conoce poco acerca de la forma en que puede afectar las habilidades de procesamiento auditivo central, sus mecanismos fisiopatológicos afectan el SNP y se ha demostrado que también hay efectos a de SNC, ya que el sistema auditivo depende de estructuras neurales periféricas y centrales es viable pensar que exista alteración en las habilidades de PAC.

En México hay una prevalencia de DM2 del 9.4% y se reporta que la prevalencia hipoacusia en personas con es de 44 a 69.7% en este grupo con al menos 10 años de evolución. En la práctica clínica diaria en el Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra es frecuente observar pacientes que padecen DM2 de largo tiempo de evolución con audiogramas en límites normales y que además reportan dificultades en la discriminación verbal, así como acufeno cuyas causas no son claramente definidas.

El TPAC es una entidad que, como la hipoacusia, incide negativamente en la comunicación de las personas lo que causa deterioro en las esferas biopsicosocial dado que disminuye la calidad de vida de las personas, así como la interacción con otras personas.

Identificar en este grupo de pacientes si existe alteración de las habilidades de PAC y de haberlas el caracterizarlas y medirlas permitirá establecer medidas de acción para este tipo de pacientes, tanto preventivas como correctivas y por tanto justificar programas de detección temprana de este tipo de alteraciones.

Con la presente investigación se pretende ampliar el panorama acerca de estas alteraciones en estos pacientes y que al estar al alcance de todos los profesionales de la salud se puede incidir en la salud de los pacientes desde los primeros niveles de atención.

5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La relación entre diabetes y pérdida auditiva ha sido reconocida por décadas, más de mil millones de adultos jóvenes están en riesgo de pérdida auditiva la cual se está convirtiendo en un problema de salud importante, se estima que el número de adultos entre 20 y 79 años con DM es de 463 millones y su prevalencia aumenta con la edad.

Se ha documentado que personas con TPAC significativa pueden presentar audiogramas normales, lo que se ha conocido como hipoacusia o pérdida auditiva oculta, por lo que su estudio puede verse limitado y pasarse por alto un trastorno del procesamiento auditivo central.

La ASHA indica que la incidencia y prevalencia exacta del TPAC no está disponible dado que no hay criterios diagnósticos universales y estandarizados. Sin embargo, varios estudios han estimado la prevalencia: siendo más frecuente en la mujer a razón de 2:1 y en adultos de 55 años o más en 23 a 76%. De acuerdo con la ASHA este trastorno es la fuente más probable de pérdida auditiva oculta debido a la gran cantidad de adultos con patología del SNC.

En México la DM2 es un problema de salud pública y las consecuencias de esta sobre la audición son muy importantes. Los mecanismos fisiopatológicos derivados de la hiperglucemia y la hiperinsulinemia causan lesión del SNP y SNC.

La VAC es un conjunto de estructuras neurales que puede ser susceptible de desarrollar alteraciones asociadas con la DM2. El PAC depende de la integridad de estas estructuras neurales y de las funciones mentales superiores intactas.

Clásicamente la investigación se ha enfocado en la valoración de la vía auditiva periférica y no se han considerado las habilidades de PAC al para su estudio.

6. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:

¿Cómo afecta la diabetes mellitus tipo 2 las habilidades de procesamiento auditivo central?

7. HIPOTESIS:

7.1. Hipótesis general: La DM2 condiciona un desempeño disminuido en las habilidades de PAC.

7.2. Hipótesis específicas:

- a) Los pacientes con DM2 presentaran un menor desempeño en las habilidades de localización y lateralización del sonido, en el reconocimiento de aspectos temporales y en la identificación de estímulos competitivos y degradados.
- b) Los pacientes con DM2 de más de 10 años de evolución presentaran menor en el desempeño de las habilidades de PAC.

8. OBJETIVOS:

8.1. General: Identificar que habilidades de procesamiento auditivo central se alteran en pacientes con DM2.

8.2. Específicos:

- a) Caracterizar la sintomatología conductual de trastorno del procesamiento auditivo central en pacientes con DM2.
- b) Valorar si el tiempo de evolución de la DM2 está relacionado a un menor desempeño en las habilidades de PAC.

9. DISEÑO Y METODOLOGÍA

9.1. Tipo de estudio: Estudio prospectivo, transversal, comparativo y analítico.

9.2. Población estudiada: Pacientes que acudieron al servicio de Procesos Centrales de la Audición del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra entre los años 2019 y 2022.

9.3. Procedimiento de selección de los participantes

- a) El tamaño de la muestra fue a conveniencia. Se invitó a participar a personas adultas en general y a personas que acudieron al Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra en el periodo de enero de 2019 a junio de 2022 que contaban con diagnóstico de DM2, para los controles se invitó a otras personas que acudieron al Instituto Nacional de Rehabilitación o a sus familiares que no contaron con el diagnóstico de DM2 que desearon participar en el estudio.

9.4. Criterios de Inclusión

- a) *Para población de estudio*
 - i. Diagnóstico previo de DM2
 - ii. Edad de 18 a 60 años
 - iii. Umbral auditivo en 1000 Hz hasta 30 dB
 - iv. Timpanometría a 226Hz con curvas A o As de la clasificación de Jerger
 - v. En caso de padecer HAS y/o dislipidemia que se encontrara en control.
 - vi. Contar con estudios de laboratorio mínimos: Química sanguínea (glucosa, colesterol total, triglicéridos).
 - vii. Lengua materna: español
 - viii. Escolaridad mínima: primaria

b) Para los controles

- i. Personas con las mismas características que los casos sin diagnóstico de DM2.

9.5. Criterios de exclusión

- a) Edad mayor a 60 años
- b) Umbral auditivo en 1000 Hz mayor a 30 dB
- c) Patología de oído medio
- d) Comorbilidades cronicodegenerativas no controladas
- e) Antecedente de patología neurológica: neurodegenerativa, desmielinizante, traumatismo craneoencefálico, evento cerebral vascular, neuroinfección, metabólica, encefalopatía urémica o hepática, por consumo de drogas o alcohol.
- f) Exposición profesional a ruido
- g) Lengua materna extranjera
- h) Sin escolaridad

9.6. Criterios de eliminación

- a) No completar las evaluaciones del protocolo

9.7. Tabla 2. Variables de estudio: Definición operacional de variables (Tabla 2)

Tabla 2. Variables de estudio: Definición operacional de variables

TIPO	VARIABLES	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR
Variables independientes	DM2	Cualitativa nominal dicotómica	Enfermedad metabólica caracterizada por hiperglucemia, resultado de defectos en la secreción de insulina, acción de esta o ambos.	Presencia o ausencia del diagnóstico previo de Diabetes Mellitus tipo 2	Si No
	Duración de la DM2	Cuantitativa discreta	Tiempo que ha pasado desde el diagnóstico de la Diabetes tipo 2.	Cantidad de años cumplidos desde la fecha de diagnóstico	0-5 años 6-10 años 11-15 años 16-20 años >20 años
Variables dependientes	Fusión binaural	Cualitativa nominal dicotómica	Valoración de la capacidad del Sistema auditivo central para la integración binaural	Porcentaje de aciertos obtenidos en la prueba. Con punto de corte a 80%. Para ambos oídos.	-Adecuado -Disminuido
	Palabra comprimida	Cualitativa nominal dicotómica	Prueba que valora la capacidad del sistema auditivo central de realizar cierre auditivo	Porcentaje de aciertos obtenidos en la prueba. Con punto de corte de 82% para cada oído.	-Adecuado -Disminuido
	Palabra en ruido	Cualitativa nominal dicotómica	Prueba que valora habilidad de identificación de estímulos competitivos	Porcentaje de aciertos obtenidos en la prueba. Con punto de corte de 80% para cada oído.	-Adecuado -Disminuido
	Dígitos dicóticos	Cualitativa nominal dicotómica	Valoración de la capacidad del Sistema auditivo central para la separación binaural / Lateralización.	Porcentaje de aciertos obtenidos en la prueba. Punto de corte en derecho 65%, izquierdo 16% y mixto 16% y omisiones 2%.	-Adecuado -Disminuido

Tabla 2. Variables de estudio: Definición operacional de variables (Continúa)

TIPO	VARIABLES	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR
Variables dependientes	Música	Cualitativa nominal dicotómica	Prueba que valora las habilidades de procesamiento temporal	Porcentaje de aciertos obtenidos en la prueba. Punto de corte 100% para cada oído.	-Adecuado -Disminuido
	Edad	Cualitativa discreta	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento.	Cantidad de años, meses y días cumplidos a la fecha de aplicación del estudio.	≤20 años 21-25 años 26-30 años 31-45 años 46-50 años 51-55 años 56-60 años
	Sexo	Cualitativa Nominal	Condición orgánica que distingue a los machos de las hembras.	Situación particular de cada persona de las personas en relación con el género masculino o femenino.	-Masculino -Femenino
Variables confusoras	Hipertensión arterial	Cualitativa ordinal	Trastorno en el que los vasos sanguíneos tienen una presión arterial persistentemente alta.	Cifra de presión arterial obtenida en la historia clínica	-Normal -Prehipertensión -Hipertensión
	Hipercolesterolemia	Cuantitativa Continua	Trastorno del colesterol en la sangre caracterizado por el aumento de los niveles de colesterol o triglicéridos en la sangre.	Niveles de colesterol en sangre expresado en mg/dl	Normal <200mg/dl Elevado >200mg/dl
	Hipertrigliceridemia	Cuantitativa Continua	Trastorno de los triglicéridos en la sangre caracterizado por el aumento de los niveles de colesterol o triglicéridos en la sangre.	Niveles de triglicéridos en sangre expresado en mg/dl	Normal <150mg/dl Elevado >150mg/dl

Tabla 2. Variables de estudio: Definición operacional de variables (Continúa)

TIPO	VARIABLES	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR
Variables confusoras	Nivel educativo	Cualitativa ordinal	Nivel de educación más alto alcanzado por una persona.	Nivel máximo de estudios informado por el paciente.	Primaria Secundaria Medio superior Técnico Superior Posgrado
	Dominio de otra lengua	Cualitativa nominal	Dominio de lengua diferente al español informado por el participante.	Dominio de lengua diferente al español informado por el participante.	Si No

9.8. Análisis estadístico propuesto:

- a) Se capturó en base de datos en Excel
- b) Se realizó el análisis estadístico en *SPSS Statistics version 22*
- c) Análisis estadístico propuesto (tabla 3).

Tabla 3. Análisis estadístico.

VARIABLE	Trastorno procesamiento auditivo central		ANALISIS ESTADÍSTICO
	SI	NO	
Diabetes tipo 2	Proporción1	Proporción2	Chi cuadrada con OR e IC95%
Duración de la diabetes tipo 2	Media1	Media	T de student
Edad	Media 1	Media2	T de Student
Sexo	Proporción1	Proporción2	Chi cuadrada con OR e IC95%
Hipertensión arterial	Proporción1	Proporción2	Chi cuadrada con OR e IC95%
Dislipidemia	Proporción1	Proporción2	Chi cuadrada con OR e IC95%
Nivel educativo	Proporción1	Proporción2	Chi cuadrada

9.9. Selección de las fuentes, métodos, técnicas y procedimientos de recolección de la información.

- a) Audiometría tonal: Estudio de audiometría tonal liminar realizado en cámara sonoamortiguada de forma directa con señalador y mediante tonos puros con audífonos TDH.
- b) Impedanciometría: Método para evaluar la integridad anatómica y funcional de las estructuras del oído medio.
- c) Pruebas psico acústicas: Estudio realizado en las mismas condiciones y con el mismo equipo que en las pruebas de audiometría tonal en donde se realizaran las pruebas de: fusión biaural, palabra filtrada, palabra comprimida, palabra en ruido, dígitos dicóticos, patrones de frecuencia, sonidos ambientales o música.

9.10. Descripción de los procedimientos

- a) Mediante invitación general se convocó a la población general (No pacientes del Instituto) y a personas que acuda a la consulta del servicio de Audiología, Otoneurología y Foniatría. A las personas externas se les proporcionó un correo electrónico para solicitar información y a los pacientes del instituto se les invitó durante alguna consulta o se contactó al teléfono proporcionado en su ingreso.
- b) Se explicó el protocolo a los potenciales participantes y a los que aceptaron participar se les otorgó una cita para obtención de consentimiento informado y realización de los exámenes pertinentes (Anexo 1).
- c) Se realizó historia clínica dirigida y exploración física con énfasis en la otoscopia.
- d) Previa instrucción al paciente se realizaron los siguientes estudios audiométricos:
 - i. **Audiometría tonal:** Estudio de audiometría tonal liminar realizado en cámara sonoamortiguada de forma directa con señalador y mediante tonos puros con audífonos TDH. Utilizando un audiómetro de marca Interacoustics y modelo Equinox 2.0.
 - ii. **Impedanciometría:** Método para evaluar la integridad anatómica y funcional de las estructuras del oído medio. Utilizando impedanciometro de marca interacoustics y modelo AT235.

9.11. Así mismo previa instrucción al paciente se realizaron las pruebas psicoacústicas con el mismo equipo y condiciones que en la audiometría tonal, en donde se realizaron las siguientes pruebas a 50dB sobre el umbral a 1000Hz (12,25):

- a) **Pruebas de procesamiento temporal:** Evalúan la habilidad de reconocimiento de aspectos temporales, es decir de diferenciar sonidos con frecuencia, duración e intensidad diferentes. Y evalúan el hemisferio derecho.
 - i. **Música:** Contiene dos fragmentos musicales por pista, los cuales el paciente escuchara de forma monoaural y el paciente debe indicar si son iguales o diferentes. El punto de corte tomado fue de 90%.

- b) **Pruebas de cierre auditivo:** Evalúa la habilidad de identificación de estímulos degradados (cierre auditivo), esta habilidad permite completar un mensaje y discriminar aun en ausencia de parte de la señal auditiva o cuando esta distorsionada.
- i. Palabra comprimida: El estímulo, aplicado de forma monoaural, trata de bisílabos con aceleración de la velocidad de la palabra en 68%, el paciente debe repetir la palabra escuchada. Se encuentra comprimida al 75%. Se tomó como punto de corte un 80%.
 - ii. Palabra filtrada: Se aplican monosílabos, la mayoría sin sentido; contiene la mitad de la información mediante un filtro pasa graves hasta 1000 Hz con una atenuación de 18dB / octava. Tomando como punto de corte normal 75% de acierto o más.
 - iii. Palabra en ruido: Estimulo con palabras trisilábicas y ruido blanco ipsilateral a menos de 10 dB respecto a la intensidad de las palabras. Tomando como punto de corte de 80% de aciertos o más
- c) **Pruebas de integración y disociación binaural:** Mediante estimulación dicótica evalúa la capacidad de integrar lo escuchado en ambos oídos (integración binaural) o de dirigir la atención hacia un oído (separación binaural). Esta prueba es sensible a lesión del tronco y corteza. Evalúan la interacción de ambos hemisferios.
- i. Dígitos dicóticos: Se usan 30 reactivos en 10 pistas, cada una con 3 reactivos. El reactivo inicial contiene un par de dígitos, el siguiente de dos pares y el tercero de tres pares de dígitos. Se le pasa un estímulo con dos dígitos diferentes (uno en cada oído) y el sujeto responde el que escuchó y se registra (ya sea izquierdo o derecho), o mixto si responde en proporciones iguales, sino responde o indica uno diferente es omisión. Se toma como punto de corte en derecho 65%, izquierdo 16% y mixto 16% y omisiones 2%.

- ii. Fusión binaural: Evalúa la sensibilidad del Sistema Nervioso Auditivo Central para integrar la información proporcionada en ambos oídos. La palabra se separa en componentes de pasa graves y los de pasa agudo a partir de un corte en 1200 Hz con pendiente de 46dB / octava con un intervalo interestimulo de 2 segundos. Y se determina un punto de corte de 80% como normal.

9.12. En caso de no contar con estudios de laboratorio referidos en el apartado de criterios de inclusión, se brindó solicitud para la realización de estos.

9.13. En caso de encontrar patología audiológica, otoneurológica, de patología de lenguaje y/o foniátrica se invitó a los participantes a ser ingresados al servicio correspondiente y se citó para obtención de expediente definitivo y realización de historia clínica.

9.14. En caso de detectar patología de otra especialidad se realizó la referencia correspondiente.

9.15. Lo anterior en cumplimiento de las guías clínicas del servicio de Audiología, Otoneurología y Foniatría.

9.16. Se capturaron y analizaron los datos obtenidos.

10. ASPECTOS ÉTICOS

Los aspectos éticos que se manejaron estarán basados en La declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial en 1964 y revisados en la 59ª Asamblea General, Seúl, Corea en octubre 2008.

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, en el Título Segundo: De los aspectos éticos de la investigación en seres humanos. Capítulo I: Disposiciones comunes en sus artículos 13, 14, 16, 17 en el apartado II riesgo mínimo, 20, 21 y 22.

11. RESULTADOS

En el estudio participaron 20 adultos de los cuales 13 fueron mujeres (65%) y 7 hombres (35%) de 32 a 58 años, con una media de 49 ± 6.73 años. Los individuos contaron con una escolaridad de 2 con primaria (10%), 5 secundaria (25%), 2 preparatoria (10%), 1 carrera técnica (5%) y 10 licenciatura (50%), (Gráfico 1 y Gráfico 2).

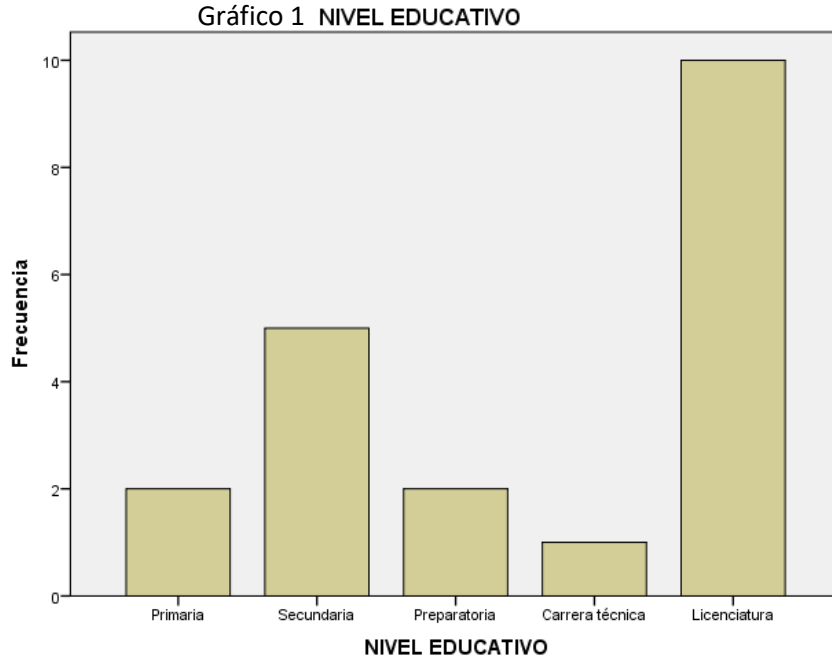
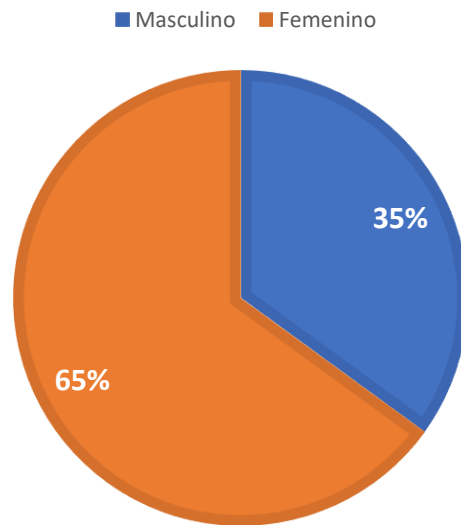


Gráfico 2 SEXO



Grupos:

Estos fueron agrupados según la presencia de DM2 o su ausencia: 10 participantes (50%) sin diagnóstico de DM2 y 10 participantes (50%) con el diagnóstico de DM2 con un tiempo de evolución de 1 a 24 años con una media de 10 ± 6.42 años. La edad media de cada grupo fue de 49 ± 7 años en el grupo con DM2 y de 49 ± 6.78 años en el grupo sin DM2 ($p=0.949$)
Tabla 4.

Tabla 4: Diferencia de las edades entre grupos con DM2 y sin DM2

Grupos	Diabetes mellitus tipo 2	Porcentaje	Media de edad
1	Si	50%	49 ± 7
2	No	50%	49 ± 6.78

Comorbilidades:

En cuanto a las comorbilidades 7 participantes (35%) tienen como antecedente el diagnóstico de HAS y 9 participantes (45%) el de dislipidemia. En el grupo de DM2, 7 (70%) de los participantes presentan antecedente hipertensión y 4 (40%) presentan antecedente de dislipidemia, en el grupo sin DM2 el 0% presenta antecedente de HAS y el 5 (50%) presenta antecedente de dislipidemia. A los participantes se les solicitó química sanguínea que incluyó (glucosa, colesterol total y triglicéridos) que mostraron los siguientes resultados: en el grupo de DM2 5 participantes (50%) presentaron hiperglucemia con una media de 142 ± 88 mg/dl, 2 (20%) presentaron hipercolesterolemia con una media de 173 ± 39 mg/dl y 4 (40%) presentaron hipertrigliceridemia con una media de 149 ± 79 mg/dl, en el grupo sin antecedente de DM2 un participante (10%) presentó hiperglucemia con una media de 87 ± 8 mg/dl, 7 (70%) presentaron hipercolesterolemia con una media de 214 ± 24 mg/dl y 4 (40%) presentaron hipertrigliceridemia con una media de 157 ± 68 mg/dl, (Tabla 5).

Tabla 5: Distribución de comorbilidades y resultados de laboratorio entre los grupos

Grupo	Hiperglucemia	Hipercolesterolemia	Hipertrigliceridemia
Con DM	5 (50%)	2 (20%)	4 (40%)
	142 ± 88 mg/dl	173 ± 39 mg/dl	149 ± 79 mg/dl
Sin DM2	1 (10%)	7 (70%)	4 (40%)
	87 ± 8 mg/dl	214 ± 24 mg/dl	157 ± 68 mg/dl
	p=0.066	p=0.011	p=0.830

Evaluación de la audición:

Tanto en el grupo de pacientes con diagnóstico de DM2 como en el grupo sin el diagnóstico se encontró audición normal bilateral en 9 (90%) e hipoacusia sensorial superficial unilateral en un 1 (10%). En el grupo con DM2 el promedio de tonos puros (PTA) medio para el oído derecho fue de 17.7 ± 3.1 y en el oído izquierdo en 19.8 ± 6.1 , en el grupo sin DM2 el PTA medio en el oído derecho fue de 16.2 ± 3.7 y en el oído izquierdo de 15.5 ± 3.2 (Gráfico 3 y 4). El umbral medio a 1000Hz en el grupo con DM2 para el oído derecho fue de 18 ± 2.5 dB y para el oído izquierdo de 19 ± 6.5 dB, en el grupo sin DM2 el umbral medio a 1000Hz en el oído derecho fue de 15.5 ± 3.6 dB y para el oído izquierdo de 17 ± 3.4 . Mediante la t de student se obtiene para el PTA de oído derecho una $p=0.341$ y para el oído izquierdo $p=0.067$, en cuanto al umbral de 1000Hz se obtiene para el oído derecho una $p=0.096$ y para el izquierdo $p= 0.407$, (Tabla 6).

Gráfico 3

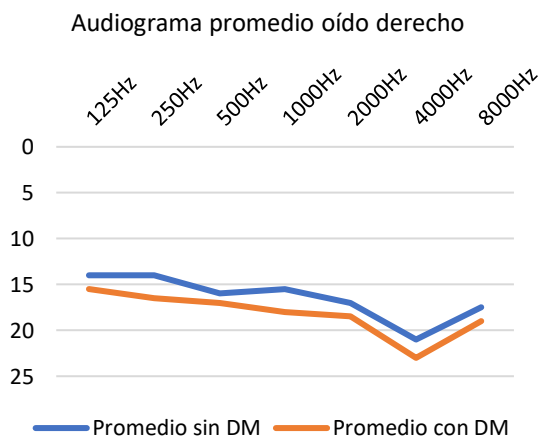


Gráfico 4

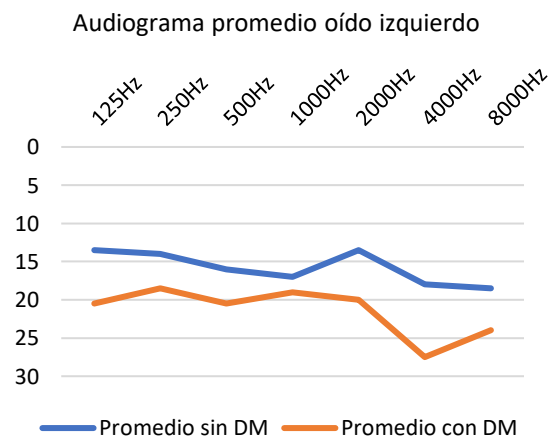


Tabla 6: Promedio de tonos puros y umbral medio a 1000Hz

	Oído evaluado	Media	Desviación estándar	Error estándar	t student
Grupo con DM2	Oído derecho	17.7	3.1	0.989	OD: p=0.341
	Oído izquierdo	19.8	6.1	1.948	
Grupo sin DM2	Oído derecho	16.2	3.7	1.172	OI: p=0.067
	Oído izquierdo	15.5	3.2	1.035	
Grupo con DM2	Oído derecho	18	2.5	0.816	OD: p=0.096
	Oído izquierdo	19	6.5	2.082	
Grupo sin DM2	Oído derecho	15.5	3.6	1.167	OI: p=0.407
	Oído izquierdo	17	3.4	1.106	

Sintomatología de trastorno de procesamiento auditivo central:

8 (80%) de los pacientes con DM2 y 100% de los pacientes sin DM2 presentaron dificultad para entender en ambiente competitivo $X^2=2.222$ ($p=0.136$); 9 (90%) de los pacientes con DM2 y 6 (60%) de los pacientes sin DM2 presentaron dificultad para seguir conversaciones largas o rápidas $X^2=2.4$ ($p=1.21$); en ambos grupos el 80% presento dificultad para seguir conversaciones por teléfono $X^2=0$ ($p=1$); 7 (70%) de los pacientes con DM2 y 4 (40%) de los pacientes sin DM2 presentaron dificultad para localizar el sonido $X^2=1.818$ ($p=0.178$); 4 (40%) de los pacientes con DM2 y 3 (30%) de los pacientes sin DM presentaron dificultad para aprender un idioma o nuevo vocabulario $X^2=0.220$ ($p=0.639$); 6 (60%) de los pacientes con DM2 y el 3 (30%) de los pacientes sin DM2 presentaron dificultad para recordar información hablada $X^2=1.818$ ($p=0.178$); 3 (30%) de los pacientes con DM2 y el 10% de los pacientes sin DM2 presentaron dificultad para entender el doble sentido el sarcasmo o los chistes $X^2=1.250$ ($p=0.264$); en ambos grupos 1 (10%) presento dificultad para aprender a tocar un instrumento $X^2=0$ ($p=1$) y por último en ambos grupos 3 (30%) presentaron dificultad para el procesamiento de señales no verbales (por ejemplo la música) manifestada como dificultad para seguir el ritmo de la música o reconocer melodías $X^2=0$ ($p=1$), (Tabla 7).

Tabla 7. Sintomatología de trastorno de procesamiento auditivo central

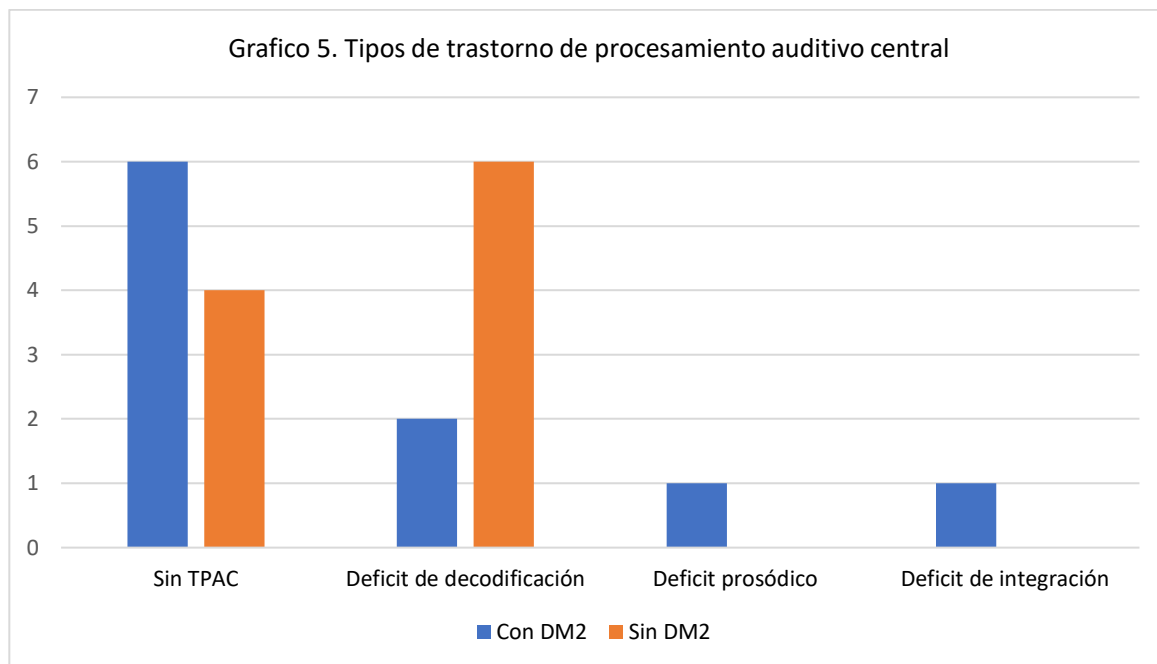
Síntomas de trastorno de procesamiento auditivo central	Pacientes con DM2 (n=19)	Pacientes sin DM2 (n=10)	X ²	Valor p
Dificultad para entender en ambiente ruidoso	8 (80%)	10 (100%)	2.222	0.136
Dificultad para seguir conversaciones largas o rápidas	9 (90%)	6 (60%)	2.4	1.21
Dificultad para conversaciones por teléfono	8 (80%)	8 (80%)	0	1
Dificultad para localizar el sonido	7 (70%)	4 (40%)	1.818	0.178
Dificultad para aprender un idioma o nuevo vocabulario	4 (40%)	3 (30%)	0.22	0.639
Dificultad para recordar información hablada	6 (60%)	3 (30%)	1.818	0.178
Dificultad para el doble sentido, sarcasmo, chistes.	3 (30%)	1 (10%)	1.25	0.264
Dificultad para aprender a tocar un instrumento	1 (10%)	1 (10%)	0	1
Dificultad para procesamiento de señales no verbales (ej. música)	3 (30%)	3 (30%)	0	1

Evaluación del Procesamiento auditivo central:

Derivado de la sintomatología anterior y de la realización de la batería de PAC, de los 20 pacientes estudiados 10 (50%) presentaron alteraciones en las habilidades de PAC que terminaron en diagnóstico de TPAC, divididos en los siguientes tipos: en el grupo con DM2 2 (20%) presentaron déficit de decodificación, 1 (10%) con déficit prosódico y 1 (10%) con déficit de integración y en el grupo sin DM 6 (60%) presentaron déficit de decodificación, (Grafico 5). En general el TPAC en el grupo con DM2 se presentó en 4 (40%) pacientes mientras que en el grupo sin DM2 se presentó 6 (60%), $X^2=0.8$ ($p=0.371$) con una $OR=0.444$ / $p=0.374$ (IC95%: 0.074:2.660), (Tabla 8).

Tabla 8: Distribución de la presencia de trastorno de procesamiento auditivo central entre los grupos con y sin DM2

	Pacientes con DM2	Pacientes sin DM	X ²	valor p	OR	valor p	IC95%
Pacientes con TPAC	4 (40%)	6 (60%)	0.8	0.371	0.444	0.374	0.074:2.660
Pacientes sin TPAC	6 (60%)	4 (40%)					



En cuanto al sexo el TPAC se presentó en 3 (42.9%) hombres y en 7 (53.8%) mujeres, $\chi^2=0.220$ ($p=0.639$) con OR: 1.556 ($p=0.640$) (IC95%: 0.244:9.913). Mediante la T de student se probó si hay diferencia en la presentación de TPAC en relación con la edad y el tiempo de evolución de la DM2 se encontró para el tiempo de evolución de la DM2 una $p=0.578$ (IC 95%: -7.4436:12.4436) y para la edad se obtuvo una $p=0.242$ (IC 95%: -9.852:2.652). Tomando en cuenta los niveles de glucosa, colesterol y triglicéridos en sangre los pacientes con TPAC tuvieron una glucosa media de 115 ± 85 mg/dl y los paciente sin TPAC tuvieron una glucosa media de 113 ± 47 mg/dl $p=0.937$, los pacientes con TPAC tuvieron una media de colesterol total de 187 ± 34 mg/dl y los pacientes sin TPAC una media de 200 ± 42 mg/dl $p=0.442$ y en cuanto a los triglicéridos los pacientes con TPAC presentaron una media de 145 ± 34 mg/dl y los pacientes sin TPAC una media de 161 ± 98 mg/dl $p=0.632$ (tabla 9).

Tabla 9: Relación entre edad y tiempo de evolución con el TPAC

	Pacientes con TPAC	Pacientes sin TPAC	valor p
Edad (n=20)	47.3±5.5	50.9±7.5	0.242
Tiempo de evolución de la DM2 (n=10)	11.5±3.1	9±8	0.920
Glucosa (n=20)	115±85 mg/dl	113±47 mg/dl	0.937
Colesterol total (n=20)	187±34 mg/dl	200±42 mg/dl	0.442
Triglicéridos (n=20)	145±34 mg/dl	161±98 mg/dl	0.632

Respecto al rendimiento en las pruebas de procesamiento auditivo central se comportaron de la siguiente manera, (Tabla 10):

- Fusión binaural estuvo alterada en 2 (20%) pacientes del grupo con DM2 y en 1 (10%) del grupo sin DM2 $X^2=0.392$ $p=0.531$, al correlacionar los niveles de glucosa mediante el coeficiente de correlación de Spearman se obtiene una $p=0.74$ para oído derecho y $p=0.880$ para oído izquierdo.
- Palabra filtrada se alteró en el 6 (60%) pacientes en ambos grupos, con y sin DM2, $X^2=0$ ($p=1$), al correlacionar los niveles de glucosa mediante el coeficiente de correlación de Spearman se obtiene una $p=0.490$ para oído derecho y $p=0.602$ para oído izquierdo.
- Palabra comprimida estuvo alterada en 5 (50%) de los pacientes con DM2 y en 2 (20%) de los pacientes sin DM2 $X^2=1.978$ ($p=0.160$), al correlacionar los niveles de glucosa se obtiene una $p=0.477$ para oído derecho y $p=0.095$ para oído izquierdo.
- Palabra en ruido se presentó alterada en 2 (20%) de los pacientes con DM2 y en 5 (50%) de los pacientes sin DM2 $X^2=1.978$ ($p=0.160$), al correlacionar los niveles de glucosa se obtiene una $p=0.759$ para oído derecho y $p=0.495$ para oído izquierdo.
- Sonidos ambientales se presentó alterada en 4 (40%) pacientes de ambos grupos $X^2=0$ ($p=1$), al correlacionar los niveles de glucosa se obtiene una $p=0.587$ para oído derecho y $p=0.899$ para oído izquierdo.
- Música se presentó alterada en 2 (20%) de los pacientes con DM2 y en 5 (50%) de los pacientes sin DM2 $X^2=1.978$ ($p=0.160$), al correlacionar los niveles de glucosa se obtiene una $p=0.054$ para oído derecho y $p=0.258$ para oído izquierdo.
- Dígitos dicóticos: Se observa en ambos grupos una lateralidad predominante derecha con una media de 44% en pacientes con DM2 y de 39% en pacientes sin DM.

Tabla 10. Correlación del nivel de glucosa con el desempeño en las pruebas psicoacusticas (n=20)

	Oído derecho \bar{X}	Spearman	Valor p	Oído izquierdo \bar{X}	Spearman	Valor p
Fusión binaural	0.90±0.14	-0.409	0.074	0.88±0.14	0.036	0.880
Palabra filtrada	0.64±0.18	-0.164	0.490	0.76±0.12	-0.124	0.602
Palabra comprimida	0.83±0.09	-0.169	0.477	0.85±0.09	-0.384	0.095
Palabra en ruido	0.83±0.21	-0.073	0.759	0.78±0.20	0.162	0.495
Dígitos dicóticos derecho	0.42±0.20	0.292	0.212			
Dígitos dicóticos izquierdo				0.20±0.16	-0.195	0.410
Dígitos dicóticos mixto		0.28±0.14			-0.198	0.402
Dígitos dicóticos omisiones		0.09±0.10			-0.083	0.728
Sonidos ambientales	0.91±0.09	0.129	0.587	0.94±0.07	-0.030	0.899
Música	0.91±0.11	0.437	0.054	0.92±0.12	0.265	0.258

Al estratificar el desempeño en las pruebas psicoacusticas en el grupo de DM2 y el grupo sin DM2 se observó el siguiente comportamiento (tablas 11 y 12) (Graficas 6 a 8):

Tabla 11. Correlación del nivel de glucosa con el desempeño en las pruebas psicoacusticas en los pacientes con DM2 (n=10)

	Oído derecho \bar{X}	Spearman	Valor p	Oído izquierdo \bar{X}	Spearman	Valor p
Fusión binaural	0.87	-0.491	0.150	0.85	-0.304	0.393
Palabra filtrada	0.62	-0.25	0.486	0.76	-0.427	0.219
Palabra comprimida	0.82	-0.261	0.467	0.84	-0.587	0.740
Palabra en ruido	0.87	-0.22	0.540	0.83	-0.059	0.872
Dígitos dicóticos derecho	0.44	0.324	0.361			
Dígitos dicóticos izquierdo				0.19	-0.557	0.095
Dígitos dicóticos mixto		0.28			-0.164	0.650
Dígitos dicóticos omisiones		0.1			-0.028	0.940
Sonidos ambientales	0.92	-0.191	0.596	0.93	-0.046	0.899
Música	0.9	0.598	0.068	0.92	-0.139	0.701

Tabla 12. Correlación del nivel de glucosa con el desempeño en las pruebas psicoacusticas en los pacientes sin DM2 (n=10)

	Oído derecho \bar{X}	Spearman	Valor p	Oído izquierdo \bar{X}	Spearman	Valor p
Fusión binaural	0.94	-0.313	0.379	0.91	0.649	0.042
Palabra filtrada	0.65	0.025	0.946	0.76	0.401	0.250
Palabra comprimida	0.84	0.068	0.852	0.86	-0.012	0.973
Palabra en ruido	0.8	0.049	0.892	0.74	0.085	0.815
Dígitos dicóticos derecho	0.39	-0.098	0.789			
Dígitos dicóticos izquierdo				0.22	0.018	0.960
Dígitos dicóticos mixto		0.27			-0.2	0.580
Dígitos dicóticos derecho		0.07			-0.401	0.250
Sonidos ambientales	0.9	0.432	0.212	0.95	0.146	0.688
Música	0.93	0.48	0.160	0.92	0.730	0.016

Gráfico 6. Desempeño en pruebas psicoacusticas aferencia derecha

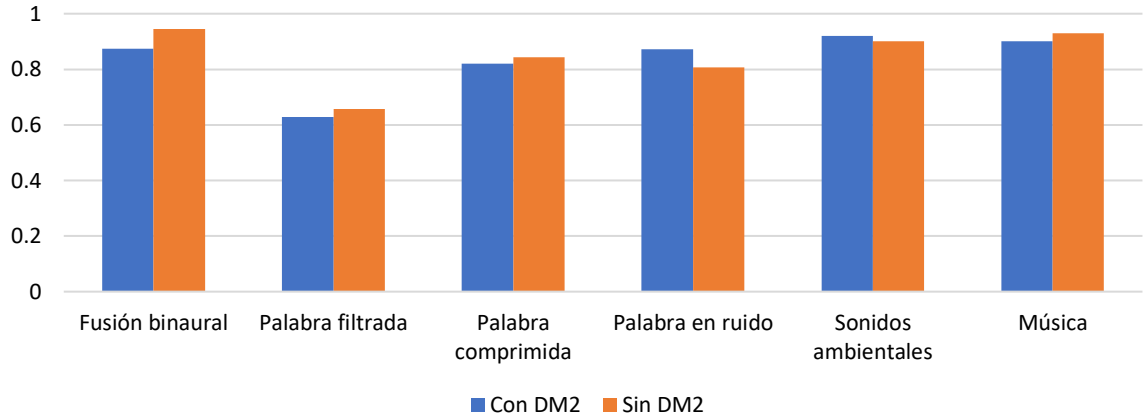


Gráfico 7. Desempeño en pruebas psicoacusticas aferencia izquierda

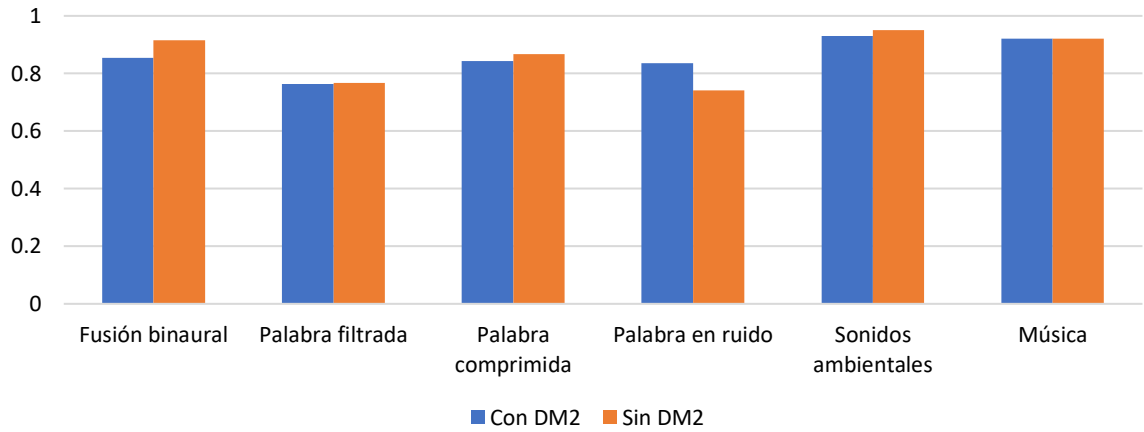
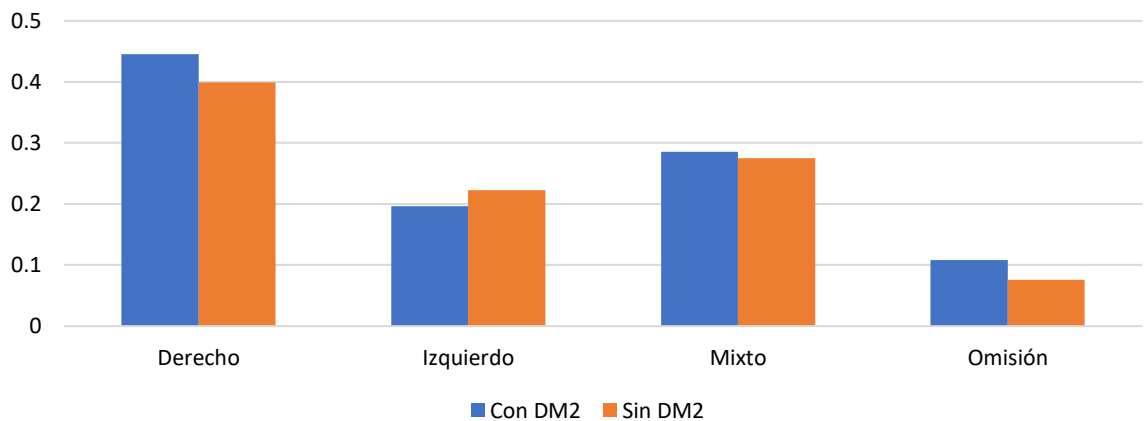


Gráfico 8. Desempeño en pruebas de digitos dicóticos



Al comparar las medias del rendimiento en las pruebas psicoacusticas entre los grupos con antecedente de DM2 y sin DM2 se obtienen los siguientes resultados (tabla 13):

Tabla 13. Medias del rendimiento en las pruebas psicoacusticas entre el grupo con DM2 y el grupo sin DM2

	Oído derecho				Oído izquierdo				Dígitos dicóticos			
	Pacientes con DM2	Pacientes sin DM2	t	p	Pacientes con DM2	Pacientes sin DM2	t	p	Pacientes con DM2	Pacientes sin DM2	t	p
Fusión binaural	0.87	0.94	-1.116	0.279	0.85	0.91	-0.983	0.339				
Palabra filtrada	0.62	0.65	-0.351	0.730	0.76	0.76	-0.067	0.947				
Palabra comprimida	0.82	0.84	0.041	0.603	0.84	0.86	0.041	0.585				
Palabra en ruido	0.87	0.8	0.267	0.499	0.83	0.74	1.002	0.330				
Dígitos dicóticos derecho									0.44	0.39	0.485	0.633
Dígitos dicóticos izquierdo									0.19	0.22	-0.353	0.728
Dígitos dicóticos mixto									0.28	0.27	0.158	0.876
Dígitos dicóticos derecho									0.10	0.07	0.680	0.505
Sonidos ambientales	0.92	0.9	0.452	0.656	0.93	0.95	-0.583	0.567				
Música	0.9	0.93	-0.580	0.569	0.92	0.92	0	1				

12.DISCUSIÓN

El principal objetivo del estudio fue determinar cómo se afectan las habilidades de procesamiento auditivo central en pacientes con DM2 y secundariamente caracterizar las habilidades de PAC afectadas y determinar en qué medida se afectan en términos del tiempo de evolución de la DM2.

En nuestro estudio participaron 20 sujetos con una distribución homogénea en cuanto a las edades (49 ± 6.73 años) y el sexo 13 mujeres (65%) y 7 hombres (35%), sin embargo, es de llamar la atención que en cuanto al nivel educativo fue superior la participación de las personas con Licenciatura (50%), esto puede ser debido a que el acceso a la información hace que la gente busque la atención de forma más oportuna.

La proporción de pacientes con DM2 y de pacientes sin DM2 también fue homogénea y no se observó diferencia significativa ($p=0.949$) en la edad de ambos grupos, esto es debido a que los pacientes fueron pareados por edad para asegurar una mejor comparación entre grupos.

Respecto a las comorbilidades de enfermedades crónico-degenerativas; del total el 35% de los participantes refirió tener antecedente de HAS y el 45% antecedente de dislipidemia, esta proporción como la frecuencia de hipercolesterolemia (45%) e hipertrigliceridemia (40%) en los sujetos de estudio se acerca a la prevalencia nacional reportada en la última Encuesta Nacional de Salud, Nutrición y COVID del 2020 (26) esto es porque en el estudio participo población mexicana que se considera está expuesta a los mismos riesgos que la población en general para presentar enfermedades cronicodegenerativas.

Como era de esperar la media de glucosa en sangre en ayunas fue mayor en los pacientes con DM2 (142 ± 88 mg/dl) que en los pacientes sin DM2 (87 ± 8 mg/dl) aunque la diferencia no fue estadísticamente significativa ($p=0.066$), esto refleja el hecho de que la mayoría de los pacientes con DM2 se encuentra en tratamiento y/o seguimiento con sus médicos familiares, sin embargo en el caso del colesterol y los triglicéridos el comportamiento fue

inverso: la media de colesterol (214 ± 24 mg/dl) y de triglicéridos (157 ± 68 mg/dl) fue mayor en el grupo sin DM2, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($p=0.011$) en el caso del colesterol, esto llama la atención, aunque puede deberse a que los pacientes con DM2 llevan un seguimiento, controles por laboratorio y tratamiento oportuno de otras comorbilidades que tengan.

En cuanto a los umbrales auditivos también se esperaba que en los pacientes con DM2 el PTA fuera mayor que en el grupo sin DM2, lo que es consistente con lo reportado en la literatura (Ren H 2017, Akinpelu 2014 y M. Jose) los sujetos con DM2 presentan hipoacusia hasta en 70% cuando la evolución de la DM2 alcanza los 10 años sobre todo afectando frecuencias medias a altas, a pesar de lo anterior la diferencia de medias del PTA en ambos grupos no fue significativa estadísticamente (OD: $p=0.341$, OI: $p=0.067$), lo anterior se puede explicar debido a que dentro de los criterios de inclusión se encontraba que los pacientes tuvieran como máximo un umbral de 30dB dejando con la misma probabilidad de que fueran incluidos pacientes con hipoacusia superficial o audición normal en ambos grupos, en el caso de nuestro estudio resulto muy similar la muestra en los umbrales auditivos.

Pudimos observar que los pacientes con DM2 reportaron en mayor frecuencia síntomas de TPAC, aunque estadísticamente esta diferencia no fue significativa en cada uno de los aspectos conductuales reportados, cualitativamente concuerda con datos contradictorios reportados en la literatura, Cullen 1993 (27) comenta que no hay diferencia significativa en el procesamiento de señales auditivas en ruido y por otro lado Bajaj 2014 (28) menciona que los pacientes con DM2 presentan peor discriminación en ruido, si bien en nuestro estudio subjetivamente los pacientes con DM2 refieren más síntomas la diferencia no es significativa. Llama la atención que todos los pacientes sin DM2 reportaron dificultad para discriminar en ruido, esto va en contra de lo reportado en la literatura y probablemente se deba a que los pacientes evaluados buscaron atención en el servicio de Audiología primariamente por reportar fallas a la discriminación y posteriormente valorados por el

servicio de Procesos centrales de la audición, lo que explica porque refieren más sintomatología, influyendo también en parte el efecto del azar por el tamaño de la muestra.

Independientemente de la presencia o ausencia de DM2 a 10 de los 20 pacientes evaluados se les realizó diagnóstico de TPAC, al comparar la frecuencia de TPAC en el grupo con DM2 contra el grupo sin DM2 observamos que no hubo diferencia estadísticamente significativa ($p=0.374$) y al contrario de lo esperado la frecuencia fue mayor en el grupo sin DM2, esto explica porque estos pacientes refieren menor discriminación en ruido y también se explica por la misma razón, estos pacientes buscaron atención en el servicio de Audiología y posteriormente fueron evaluados en el servicio de Procesos centrales de la audición.

El TPAC en nuestro estudio fue más frecuente en las mujeres que en los hombres a una razón de 2.3:1, esto es diferente a lo reportado según la ASHA, ya que de acuerdo con la asociación se reporta más frecuencia del trastorno en los hombres respecto a las mujeres a una razón de 2:1 (29) lo anterior puede deberse a que habitualmente las mujeres son las que buscan más tempranamente la atención a diferencia de los hombres.

La edad es un factor que no influyo en la frecuencia de TPAC en nuestro estudio, esto probablemente se debe a que la edad media de los pacientes con TPAC (47.3 ± 5.5 años) se situaron por debajo de la edad media reportada por la ASHA como la edad más frecuente de presentación, en adultos de 55 años o más en 23 a 76%. El tiempo de evolución de la DM2 fue un factor que aparentemente tampoco influyo en la frecuencia de presentación de TPAC en nuestro estudio, la media del tiempo de evolución de los pacientes con TPAC (11.5 ± 3.1 años) si bien mayor que la media en el grupo sin DM2 (9 ± 8 años) no fue estadísticamente diferente ($p=0.920$), esto probablemente a que como se vio previamente metabólicamente los pacientes se encontraban mejor por lo que el control derivado de la intervención médica se constata como un factor importante para evitar complicaciones por la DM2 independientemente de su tiempo de evolución. El nivel de glucosa en sangre tampoco fue un factor que mostro una diferencia significativa ($p=0.937$) en la presentación

de TPAC en los pacientes, esto parece no mostrar relación con lo reportado en la literatura, como menciona Kodl CT 2008 (24) los efectos de la hiperglucemia a nivel central abarca diferentes dominios cognitivos como inteligencia general, velocidad de procesamiento, eficiencia psicomotora, atención, percepción, memoria y funciones ejecutivas, necesarios para el PAC, los resultados de nuestro estudio nos indican que la glucemia pueden no relacionarse al menos de forma directa a un TPAC, sin embargo la ausencia de diferencia estadísticamente significativa puede deberse a que los pacientes con DM2 en general llevan un seguimiento médico estricto que puede mantener los niveles de glucosa más cercanos a los niveles normales de la población sin la enfermedad, además no se abarcaron dominios cognitivos en nuestro estudio como la memoria o la atención que son importantes para el PAC.

El rendimiento en las pruebas individuales de procesamiento auditivo central en los grupos con DM2 y sin DM2 fue muy similar y aunque pruebas como fusión binaural, palabra filtrada, sonidos ambientales y música si se encontraron con un rendimiento menor en los pacientes con DM2 esta diferencia no alcanzo a ser estadísticamente significativa, aunque esta diferencia no es concluyente se acerca a lo reportado en la literatura respecto a las habilidades de PAC alteradas en pacientes con DM2, aunque limitada, Mishra et al 2016 (30) analizo la resolución temporal en pacientes con DM2 mediante la prueba de detención del GAP encontrando en 15 pacientes diabéticos pareados con controles no diabéticos, encontró un menor desempeño en la detección del GAP siendo estadísticamente significativa la diferencia ($p < 0.05$), sin embargo todos los sujetos del estudio presentaban hipoacusia de moderada a severa en ambos oídos, en cambio, nuestros resultados son más consistentes con las observaciones dadas por Falahzadeh et al (31) quienes mediante Q-SIN test (*Quick speech in noise test*) evaluaron la discriminación en ruido de 30 pacientes diabéticos sin observar diferencia estadísticamente significativa con los controles ($p > 0.05$). Los resultados obtenidos en nuestro estudio se pueden deber por un lado al tamaño de la muestra y por tanto al efecto del azar y por otro lado a que los pacientes incluidos en nuestro estudio presentaron audición normal o hipoacusia unilateral superficial y además

que todos los umbrales en 1000Hz no superaron los 30 dB, considerando además que las pruebas realizadas son distintas.

Al considerar los niveles de glucosa en el rendimiento de las pruebas psicoacústicas en el grupo sin DM2 se obtuvieron correlaciones predominantemente positivas, lo que significa que a niveles inferiores de glucosa en sangre se obtuvo un mayor rendimiento en las pruebas psicoacústicas, esta correlación fue estadísticamente significativa en las pruebas de fusión binaural ($p=0.042$) y música ($p=0.016$) esto si es consistente con las observaciones que realizó Falahzadeh et al, esto se puede explicar debido a que la media de niveles de glucosa fue menor en este grupo que en pacientes con DM2, en el grupo con DM2 no se encontró significancia estadística ($p>0.05$)

13. CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos en nuestro estudio se puede concluir que la DM2 no tiene un efecto directo en las habilidades de PAC, tampoco el tiempo de evolución se asocia a una mayor tasa de presentación del TPAC, y otros factores como la edad, el colesterol y los triglicéridos parecen no aumentar el riesgo de presentar dicho trastorno.

Es importante generar una conciencia de autocuidado en las personas ya que como vimos en el estudio las personas sin DM2 que aparentemente deberían estar mejor metabólicamente obtuvieron niveles más altos de colesterol y triglicéridos.

A pesar de estos resultados es importante asegurar un control metabólico en los pacientes con DM2 y el seguimiento de un TPAC ya que de acuerdo con la literatura se debe tener en cuenta el potencial efecto que pueda tener la DM2 a cualquier nivel del SNC incluida la VAC, por complicaciones de dicha patología.

Dentro de las debilidades de nuestro estudio se puede comentar que no se tomaron en cuenta otras funciones mentales superiores que pueden incidir en el PAC, el tamaño de la muestra fue pequeño y esto introduce un sesgo de selección ya que se incluyeron a los pacientes que acudieron buscando atención o que se interconsulta por sospecha de hipoacusia.

En conclusión, se recomienda continuar con el estudio e incrementar el tamaño de la muestra para corroborar los resultados o rechazarlos.

14. REFERENCIAS

1. Cañete O. Desorden del procesamiento auditivo central (DPAC) Central Auditory Processing Disorder (CAPD).
2. Puechmaille M, Gilain L, Avan P, Mom T. Trastornos centrales de la audición. EMC - Otorrinolaringol. 2018 Apr;47(2):1–13.
3. Hughes TM, Sink KM, Williamson JD, Hugenschmidt CE, Wagner BC, Whitlow CT, et al. Relationships between cerebral structure and cognitive function in African Americans with type 2 diabetes. *J Diabetes Complications*. 2018 Oct 1;32(10):916–21.
4. Hazari MAH, Ram Reddy B, Uzma N, Santhosh Kumar B. Cognitive impairment in type 2 diabetes mellitus. *Int J Diabetes Mellit*. 2015;3(1):19–24.
5. Brundel M, Van Den Heuvel M, De Bresser J, Kappelle LJ, Biessels GJ. Cerebral cortical thickness in patients with type 2 diabetes. *J Neurol Sci*. 2010 Dec 15;299(1–2):126–30.
6. Hong BN, Kang TH. Distinction between auditory electrophysiological responses in type 1 and type 2 diabetic animal models. *Neurosci Lett*. 2014 Apr 30;566:309–14.
7. Aragón J, et al. Hipoacusia y deterioro cognitivo en adultos mayores. *An Med Mex*. 2019;64(4):265–9.
8. Estrada J, Morales G. Estado funcional y cognitivo de los adultos mayores con hipoacusia en el Hospital Español de México. *Sanid Mil*. 2018;15–8.
9. Ren H, Wang Z, Mao Z, Zhang P, Wang C, Liu A, et al. Hearing Loss in Type 2 Diabetes in Association with Diabetic Neuropathy. *Arch Med Res*. 2017 Oct 1;48(7):631–7.
10. Akinpelu O V., Mujica-Mota M, Daniel SJ. Is type 2 diabetes mellitus associated with alterations in hearing? A systematic review and meta-analysis. Vol. 124, *Laryngoscope*. 2014. p. 767–76.
11. José M, Li Q, Peña R E, Leyton J, Ianiszewski A, Resumen G 4. Acoustics reflex decay in patients with type 1 diabetes mellitus.
12. Romero-Díaz A, Peñaloza-López Y, García-Pedroza F, Pérez SJ, Castro Camacho W. Evaluación de procesos centrales de la audición con pruebas psicoacústicas en niños normales. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2011 Nov;62(6):418–24.
13. Barajas De Prat JJ, Castro FZ. Alteraciones de las funciones auditivas centrales.
14. Díaz-Leines S, Peñaloza-López YR, Serrano-Miranda TA, Flores-Ávalos B, Vidal-Ixta MT, Jiménez-Herrera B. Evaluación de pruebas psicoacústicas y de potenciales relacionados a eventos P300

- en adultos mayores con hiperhomocisteinemia. *Acta Otorrinolaringol Esp.* 2013 Jul;64(4):265–72.
15. American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care.* 2014 Jan;37(SUPPL.1).
 16. American Diabetes Association. Classification and diagnosis of diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes-2020. *Diabetes Care.* 2020 Jan 1;43:S14–31.
 17. McCulloch DK. Classification of diabetes mellitus and genetic diabetic syndromes. UpToDate. 2021.
 18. Rojas-Martínez R, Basto-Abreu A, Aguilar-Salinas CA, Zárate-Rojas E, Villalpando S, Barrientos-Gutiérrez T. Prevalence of previously diagnosed diabetes mellitus in México. *Salud Publica Mex.* 2018 May 1;60(3):224–32.
 19. Robertson RP. Pathogenesis of type 2 diabetes mellitus. UpToDate. 2021.
 20. Orrego A. *Endocrinología.* Medellín: Corporacion para investigaciones biológicas; 2005.
 21. Jurado MB, et al. Deterioro Cognitivo en Pacientes Diabéticos De 55 a 65 Años. Reporte Final de Estudio Observacional, Transversal en la Ciudad de Guayaquil. *Rev Ecuatoriana Neurol.* 2018;27(1):41–50.
 22. Luisa Haces del Blanco M, Massieu-Trigo L. Mecanismos de muerte neuronal asociados a la hipoglucemia. Vol. 10, *Arch Neurocién (Mex).* 2005.
 23. Ángel Nares-Torices M, González-Martínez A, Agustín Martínez-Ayuso F, Orlando Morales-Fernández M, Ángel Nares Torices M. Hipoglucemia: el tiempo es cerebro. ¿Qué estamos haciendo mal? *Med Int Mex [Internet].* 2018;34(6):881–95. Available from: www.medicinainterna.org.mx
 24. Kodl CT, Seaquist ER. Cognitive dysfunction and diabetes mellitus. Vol. 29, *Endocrine Reviews.* 2008. p. 494–511.
 25. Peñaloza-López YR, Yuliana B, Cisneros-Chico JE, et al. Rehabilitación de los trastornos de los procesos centrales de la audición. *Rev Mex AMCAOF.* 2014;3:54–69.
 26. Shamah-Levy T, Romero-Martínez M, Barrientos-Gutiérrez T, Cuevas-Nasu L, Bautista-Arredondo S, Colchero MA, GaonaPineda EB, Lazcano-Ponce E, Martínez-Barnetche J, Alpuche-Arana C, Rivera-Dommarco J. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2020 sobre Covid-19. Resultados nacionales. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública, 2021.
 27. Cullen JR, Cinnamon MJ. Hearing loss in diabetics. *J Laryngol Otol* 1993;107(3):179–182

28. Bajaj G, Puthuchery S, Bhat J, Ranjan R. Effect of type 2 diabetes on speech perception in noise. *Int J Innov Res Dev* 2014;3(4): 50–54
29. Central auditory processing disorder [Internet]. American Speech-Language-Hearing Association. [citado el 28 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.asha.org/practice-portal/clinical-topics/central-auditory-processing-disorder/>
30. Mishra R, Sanju HK, Kumar P. Auditory temporal resolution in individuals with diabetes mellitus type 2. *Int Arch Otorhinolaryngol* [Internet]. 2016;20(4):327–30. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1055/s-0035-1571207>
31. Falahzadeh S, Tajik S, Azadi F, Farjadi F. Speech recognition in noise in patients with type II diabetes. *Indian j otol* [Internet]. 2020;26(3):122. Disponible en: http://dx.doi.org/10.4103/indianjotol.indianjotol_101_19

15. LISTA DE CUADROS

TABLA	PAGINA
Tabla 1. Relación de pruebas empleadas en la evaluación de las funciones auditivas centrales clasificadas según la estructura de la vía auditiva estudiada.	6
Tabla 2. Variables de estudio: Definición operacional de variables	20
Tabla 3. Análisis estadístico propuesto	23
Tabla 4: Diferencia de las edades entre grupos con DM2 y sin DM2	29
Tabla 5: Distribución de comorbilidades y resultados de laboratorio entre los grupos	30
Tabla 6: Promedio de tonos puros y umbral medio a 1000Hz	31
Tabla 7. Sintomatología de trastorno de procesamiento auditivo central	32
Tabla 8: Distribución de la presencia de trastorno de procesamiento auditivo central entre los grupos con y sin DM2	32
Tabla 9: Relación entre edad y tiempo de evolución con el TPAC	33
Tabla 10. Correlación del nivel de glucosa con el desempeño en las pruebas psicoacusticas (n=20)	35
Tabla 11. Correlación del nivel de glucosa con el desempeño en las pruebas psicoacusticas en los pacientes con DM2 (n=10)	35
Tabla 12. Correlación del nivel de glucosa con el desempeño en las pruebas psicoacusticas en los pacientes sin DM2	35
Tabla 13. Medias del rendimiento en las pruebas psicoacusticas entre el grupo con DM2 y el grupo sin DM2	37

16. LISTA DE GRAFICOS

GRÁFICO	PÁGINA
Gráfico 1: Nivel educativo	28
Gráfico 2: Sexo	28
Gráfico 3: Audiograma promedio oído derecho	30
Gráfico 4: Audiograma promedio oído izquierdo	30
Gráfico 5. Tipos de trastorno de procesamiento auditivo central	33
Gráfico 6. Desempeño en pruebas psicoacusticas aferencia derecha	36
Gráfico 7. Desempeño en pruebas psicoacusticas aferencia izquierda	36
Gráfico 8. Desempeño en pruebas de dígitos dicóticos	36

17. ANEXOS

ANEXO 1: CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO



Ciudad de México, a ____ de _____ de 20__

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO [versión 1, 10/12/2020]

Título de la Investigación: Trastorno de Procesamiento Auditivo Central en pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 2

Número Registro INRLGII: _____

Nombre del Investigador Principal: _____ Dr. Sergio Díaz Leines

Nombre de la persona que participará en la Investigación: _____

A través de este documento que forma parte del proceso para la obtención del consentimiento informado, me gustaría invitarlo a participar en la investigación titulada: Trastorno de Procesamiento Auditivo Central en pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 2. Antes de decidir, necesita entender por qué se está realizando esta investigación y en qué consistirá su participación. Por favor tómese el tiempo que usted necesite, para leer la siguiente información cuidadosamente y pregunte cualquier cosa que no comprenda. Si usted lo desea puede consultar con personas de su confianza (Familiar y/o Médico tratante) sobre la presente investigación.

1. ¿Dónde se llevará a cabo esta investigación?

Esta investigación se llevará a cabo en las instalaciones del Instituto Nacional de Rehabilitación, Luis Guillermo Ibarra Ibarra, específicamente en el servicio de Procesos Centrales de la Audición ubicado en la división de Audiología, Fisiología y Patología en el cuerpo 8.

2. ¿Cuál es el objetivo de esta investigación?

Esta investigación tiene como objetivo identificar cómo afecta la Diabetes Mellitus tipo 2 las habilidades de procesamiento auditivo central, caracterizar la sintomatología que presenten dichos pacientes y valorar si el tiempo de evolución de la diabetes, así como la concentración de hemoglobina glucosilada se relaciona con menor desempeño en dichas habilidades.

3. ¿Por qué es importante esta investigación?

La vía auditiva es un conjunto de estructuras neurales susceptible de sufrir lesión a consecuencia de la Diabetes Tipo 2, se conoce poco acerca de los efectos que la Diabetes tiene sobre el Procesamiento Auditivo Central. Es frecuente ver en la práctica del Audiólogo personas con Diabetes de largo tiempo de

Formato aprobado en la sesión del mes de abril de 2019 en el Comité de Ética en Investigación.



evolución con estudios audiométricos en límites normales y que reportan dificultades para discriminar verbal (entender las palabras), así como de acúfeno (zumbido) cuyas causas no son bien definidas y se pueden relacionar a un trastorno de procesamiento auditivo central.

4. ¿Por qué he sido invitado a participar en esta investigación?

Ha sido invitado a formar parte de esta investigación, porque cumple con las características en listadas a continuación (criterios de inclusión):

1. Tiene una edad entre 18 y 60 años
2. Su lengua materna es el español
3. Su escolaridad mínima es educación básica

Los participantes son incluidos si:

1. Aceptan participar en el estudio
2. Tienen o no Diabetes Mellitus tipo 2
3. Tienen un umbral auditivo en 1000Hz hasta 30 dB
4. No tienen datos de patología de oído medio
5. No tienen antecedentes de patología neurológica como: Neurodegenerativa, desmielinizante, traumatismo craneoencefálico, evento cerebral vascular, neuro infección, encefalopatía urémica o hepática, por consumo de drogas o alcohol.
6. Su lengua materna es el español
7. Escolaridad mínima primaria

5. ¿Estoy obligado a participar?

Su participación es **voluntaria, anónima y confidencial**; no tiene que participar forzosamente. No habrá impacto negativo alguno si decide no participar en la investigación, y **no demeritará de ninguna manera la calidad de la atención** que reciba en el Instituto Nacional de Rehabilitación, Luis Guillermo Ibarra Ibarra, en término de sus derechos como paciente.

6. ¿En qué consistirá mi participación y cuánto durará?

- Acudir a una consulta médica donde se realizará: historia clínica dirigida y exploración física con énfasis en otoscopia (exploración del oído).
- En la misma cita se realizarán estudios audiométricos: Audiometría, Impedanciometría y pruebas psicoacústicas.
- En caso de no contar con estudios de laboratorio recientes, se le realizara en el instituto estudios de laboratorio en sangre: Química sanguínea (glucosa, colesterol y triglicéridos).



SALUD
SECRETARÍA DE SALUD



Instituto Nacional
de Rehabilitación
Luis Guillermo Ibarra Ibarra

Si está de acuerdo en participar, le pediremos que escriba su nombre y firme el formato de Consentimiento Informado y firme al final de este.

7. ¿Cuáles son los posibles beneficios de formar parte de esta investigación?

En primera instancia conocerá el estado de su audición y en caso de detectarse algún problema de salud que se vea en nuestro servicio será invitado a ingresar como paciente del instituto y obtener la atención requerida.

8. ¿Existe alguna alternativa que pueda proporcionarme mayor beneficio de lo que me propone esta Investigación?

En este caso no aplica ya que no se trata de una investigación de intervención.

9. ¿Cuáles son los posibles riesgos de formar parte de esta investigación?

Podría sentir un poco de incomodidad con los exámenes a realizar por ejemplo durante la revisión del oído o durante la realización de los exámenes audiométricos en donde escuchara sonidos a diferentes intensidades.

10. ¿Tendré alguna molestia durante y/o después de mi participación?

Durante la evaluación se realizará una exploración física en el oído con una otoscopia ésta podría generar un poco de molestia. Además, se realizarán estudios audiométricos donde se pasaran algunos estímulos sonoros a distintos niveles de intensidad que podría generar algún tipo de molestia

11. ¿Recibiré alguna compensación por mi participación?

No se recibirá alguna compensación monetaria o en especie. Sin embargo, en caso de que se detecte alguna patología que sea atendida por el servicio de Audiología, Otoneurología o Foniatría se le invitara a ser ingresado como paciente y así recibir la atención requerida independiente del protocolo de investigación.

12. ¿Tendrá algún costo para mi participar en esta Investigación?

Se le informa que los gastos relacionados con esta investigación que se originen a partir del momento en que, voluntariamente, acepta participar en la misma, no serán pagados por Usted.

Es importante comentarle que los gastos y/o cuotas que se generen como paciente del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, que no tengan ninguna relación con la presente Investigación, deberán ser pagados usted.

Formato aprobado en la sesión del mes de abril de 2019 en el Comité de Ética en Investigación.



3

13. Una vez que acepte participar ¿Es posible retirarme de la Investigación?

Se le informa que usted tiene el derecho, en cualquier momento y sin necesidad de dar explicación de dejar de participar en la presente investigación, sin que esto disminuya la atención y calidad o se creen prejuicios para continuar con sus tratamientos y la atención que como paciente le otorga el Instituto Nacional de Rehabilitación, Luis Guillermo Ibarra Ibarra. Únicamente avisando a alguno de los investigadores su decisión.

14. ¿En qué casos se me puede suspender de la Investigación? (Explicar los criterios de eliminación)

En caso de que no se completen las evaluaciones necesarias para el protocolo.

15. ¿Qué sucede cuando la Investigación termina?

Los resultados, de manera anónima, podrán ser publicados en revistas de investigación científica o podrán ser presentados en congresos.

Es posible que sus resultados (muestras, datos no personales, información médica o genética) pueden ser usadas para otros proyectos de investigación relacionados, previa revisión y aprobación por los Comités de Investigación y de Ética en Investigación.

16. ¿A quién puedo dirigirme si tengo alguna complicación, preocupación o problema relacionado con la Investigación?

Cualquier duda, preocupación o queja acerca de algún aspecto de la investigación o de la forma en que he sido tratado durante el transcurso de esta, por favor contacte a los investigadores principales:

- Dr. Sergio Díaz Leines
- Dr. Marco David Huerta Fajardo

Aclaraciones:

- a) Esta investigación ha sido revisada y aprobada por el Comité de Investigación y Comité de Ética en Investigación del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, que son independientes al grupo de investigadores, para proteger sus intereses.
- b) Su decisión de participar en la presente Investigación es **completamente voluntaria**.
- c) En el transcurso de la Investigación, usted podrá solicitar información actualizada sobre la misma, al investigador responsable.
- d) La información obtenida en esta investigación, utilizada para la identificación de cada participante será mantenida con estricta confidencialidad, conforme la normatividad vigente.
- e) Se le garantiza que usted recibirá respuesta a cualquier pregunta, duda o aclaración acerca de los procedimientos, riesgos, beneficios u otros asuntos relacionados con la presente investigación.

Formato aprobado en la sesión del mes de abril de 2019 en el Comité de Ética en Investigación.





- f) Se hace de su conocimiento que existe la disponibilidad de tratamiento médico y la indemnización a que legalmente tendría derecho por parte del Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, solamente en el caso de sufrir daños directamente causados por la Investigación.
- g) En caso de que sea usted padre/tutor, o representante legal de un menor de edad o de una persona incapaz de tomar la decisión o firmar este documento, sírvase firmar la presente Carta de Consentimiento Informado dando su autorización.
- h) En el caso de que el participante en la investigación se trate de un menor a partir de los 6 años, por favor de lectura al Asentimiento Informado anexo a este documento, para que el menor lo comprenda y autorice.
- i) Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado.
- j) Se le comunica que esta Carta de Consentimiento Informado se elabora y firma en dos ejemplares originales, se le entregará un original y el otro lo conservará el investigador principal.

FIRMA DE CONSENTIMIENTO
[versión 1, fecha __/__/20__]

Yo, _____, manifiesto que fui informado (a) del propósito, procedimientos y tiempo de participación y en pleno uso de mis facultades, es mi voluntad participar en esta investigación titulada. _____

No omito manifestar que he sido informado(a) clara, precisa y ampliamente, respecto de los procedimientos que implica esta investigación, así como de los riesgos a los que estaré expuesto ya que dicho procedimiento es considerado de ____ riesgo.

He leído y comprendido la información anterior, y todas mis preguntas han sido respondidas de manera clara y a mi entera satisfacción, por parte de _____.

NOMBRE Y FIRMA DEL PARTICIPANTE
PADRE/TUTOR O REPRESENTANTE LEGAL
(según aplique, se requiere identificación)

NOMBRE Y FIRMA DEL INVESTIGADOR
PRINCIPAL

TESTIGOS

NOMBRE Y FIRMA
PARENTESCO
DOMICILIO

NOMBRE Y FIRMA
PARENTESCO
DOMICILIO

Nota: Los datos personales contenidos en la presente Carta de Consentimiento Informado, serán protegidos conforme a lo dispuesto en las Leyes Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública, General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados y demás normatividad aplicable en la materia.

Formato aprobado en la sesión del mes de abril de 2019 en el Comité de Ética en Investigación.



ANEXO 2: BATERIA DE PRUEBAS DE PROCESAMIENTO AUDITIVO CENTRAL

Procesamiento Central De La Audición

NOMBRE:
 EDAD:
 SEXO:
 DX:
 TELÉFONO:

FECHA:
 EXPEDIENTE:
 OCUPACIÓN:
 ESCOLARIDAD:

	OD	OI
Umbral a 1kHz		
Enmascarador		

FUSIÓN BINAURAL

(TAPE 1 OIDO TESTADO, TAPE 2 OIDO NO TESTADO, 50dB SOBRE UMBRAL BINAURAL)

1C	Pista 2			Pista 3			Pista 4			Pista 5		
		OD	OI		OD	OI		OD	OI		OD	OI
1	Nube			Trenza			Cedros			Nombre		
2	Freno			Perros			Lina			Timbre		
3	Reno			Taches			Trenza			Tira		
4	Ellos			Diosa			Perla			Nena		
5	Duque			Gestor			Nulo			Nave		
6	Siete			Persa			Viena			Seda		
7	Cifra			Celda			Cera			Seso		
8	Veinte			Busto			Saco			Duda		
9	Reto			Neta			Curas			Hambre		
10	Flaca			Calor			Pista			Dije		
11	Nina			Llenos			Nadie			Lince		
12	Sigo			Sello			Cena			Nilo		
13	Mimo			Listo			Noche			Niña		
14	Crean			Toro			Cero			Corta		
15	Premios			Tiendas			Allá			Cama		
16	Dime			Libre			Dique			Pluma		
17	Feria			Medios			Meta			Disco		
18	Tigre			Duna			Duelo			Norte		
19	Botes			Suela			Cebra			Jalan		
20	Piano			Asno			Celo			Brazo		
21	Cita			Pera			Queso			Himno		
22	Une			Deme			Tacto			Tiro		
23	Simple			Nada			Talco			Cura		
24	Lenta			Surco			Lista			Fierro		
25	Cuales			Miden			Sella			Ciega		

	OD	OI
Total		
Porcentaje		

DÍGITOS DICÓTICOS

(TAPE 1 OIDO DERECHO, TAPE 2 OIDO IZQUIERDO, 50dB SOBRE UMBRAL BINAURAL)

6C	Pista	1 par	2	pares	3	Pares	
1	7	3-6	7-8	6-4	10-8	9-4	6-1
2	8	1-3	10-1	5-9	7-9	9-7	2-10
3	9	5-6	10-8	1-7	4-9	9-10	1-2
4	10	2-6	3-2	7-6	3-10	1-3	9-3
5	11	5-10	6-2	10-4	6-9	3-2	8-4
6	12	10-3	1-3	8-5	5-2	4-3	3-1
7	13	8-5	4-3	2-7	8-7	5-2	10-4
8	14	7-5	10-9	8-1	4-8	6-9	10-3
9	15	4-5	7-3	5-1	8-7	5-9	8-6
10	16	7-9	6-8	10-7	2-9	3-10	4-1
11	17	6-2	1-7	3-6	7-8	10-8	9-4
12	18	1-4	2-3	5-7	6-10	7-1	8-2
13	19	1-5	2-1	4-6	6-3	8-9	10-2
14	20	10-6	9-8	8-3	7-4	5-8	4-7
15	21	9-6	10-5	7-2	6-5	4-10	5-3
16	22	2-4	1-5	6-7	8-10	9-5	3-5
17	23	2-5	1-6	4-2	3-9	7-10	5-4
18	24	1-9	3-4	2-8	5-4	7-10	9-1
19	25	10-8	7-9	6-4	3-8	1-9	5-2
20	26	2-1	3-6	4-3	5-9	8-7	9-4
21	27	3-7	1-10	6-2	7-8	10-3	1-9
22	28	3-2	4-6	5-8	10-9	2-3	7-4
23	29	2-10	3-9	4-6	3-1	9-8	5-7
24	30	3-2	2-10	4-3	6-9	5-4	8-6
25	31	1-3	2-5	8-10	6-2	4-7	8-3
26	32	5-1	6-2	7-3	8-4	9-5	10-6
27	33	6-2	7-3	8-4	9-5	10-6	1-7
28	34	7-3	9+5	1-7	8-4	10-6	2-8
29	35	8+4	10-6	1-7	9-5	2-8	3-9
30	36	10-6	1-7	9-5	2-8	4-10	3-9
31	37	1-7	3-9	2-8	6-10	4-5	10-1
32	38	1-9	3-6	5-10	7-4	9-8	2-4
33	39	1-3	2-6	4-9	6-1	8-5	10-7
34	40	3-4	2-5	4-7	8-9	10-1	3-1
35	41	1-10	2-8	4-6	6-4	8-2	10-1
36	42	1-9	3-7	5-3	7-5	9-10	1-8

	Aciertos	Porcentaje
Izquierdo		
Derecho		
Mixto		
Omisiones		

PALABRAS FILTRADAS PASA BAJO

(MONOAURAL: TAPE 1 OIDO TESTADO 50dB, WN OIDO NO TESTADO 30dB MENOS QUE EL TESTADO)

C43	44		45		46		47		48		49		50		51	
1	Voy		Si		Ne		Por		Or		Son		Ti		Ten	
2	Sus		Buen		Sa		De		Am		Le		Ada		De	
3	Don		Sil		Ita		Par		Ca		Bien		Men		Et	
4	Tus		Pie		Pom		Cur		Han		No		Tras		Das	
5	El		Hice		Nes		Te		Fo		Du		Ya		Es	
6	Es		Juez		Lod		Uva		Tal		Un		Una		Ata	
7	Ka		Era		Fi		Ipa		En		Cos		Ler		Ven	
8	Ran		Eni		Sit		Un		Apa		Si		Asi		Et	
9	Pan		Ser		Ari		Del		Esa		Tres		Que		Ir	
10	Et		Por		Oni		Ime		Ame		Ga		Nos		Juez	
11	Se		Co		Las		Ene		Sar		Es		Oe		Mir	
12	Ari		Dios		Yo		As		Ene		Higo		Por		Ran	
13	Ma		Una		Vic		Vo		Po		Mil		Su		Ona	
14	Tres		Em		Ta		Ara		Vial		Car		Les		Oda	
15	Go		Ada		Cual		Gas		Ar		Huy		Ite		Dar	
16	Tres		Ver		Ten		Oma		Dev		Ero		Oco		Ani	
17	Les		Con		Sid		Odi		To		De		Pie		Ine	
18	Adi		Seb		Ate		Mos		So		Kir		Emos		Gris	
19	Aca		Lor		Le		Noc		Ta		Da		Set		Pal	
20	Epa		Han		Les		Ne		Una		Isi		Tes		Buen	
21	Ta		Mo		Co		Jos		Re		Jit		So		Ur	
22	Dot		Omh		Una		Hace		Ve		La		Lir		Se	
23	Dec		Li		Sor		Er		Vel		Nos		Fos		Ole	
24	Plan		El		Tres		Ser		Osi		Er		At		Eva	
25	Tan		Lo		Re		Lo		Co		Se		Alo		Con	

	OD	OI
Total		
Porcentaje		

BISILÁBICOS COMPRIMIDOS AL 75%

(MONOAURO: TAPE 1 OIDO TESTADO 50dB, WN OIDO NO TESTADO 30dB MENOS QUE EL TESTADO)

	Pista 52		Pista 53		Pista 54		Pista 55	
	OD	OI	OD	OI	OD	OI	OD	OI
1	Surco		Dota		Lacre		Zeta	
2	Vino		Pica		Curas		Siete	
3	Pardo		Fino		Feria		Algún	
4	Yeso		Surco		Buque		Freno	
5	Canción		Lloro		Sello		Pisen	
6	Vienes		Suela		Hombro		Brazo	
7	Luces		Padre		Sensa		Clame	
8	Corta		Deme		Lila		Carmen	
9	Tina		Nilo		Plato		Nave	
10	Cielo		Carmen		Sones		Asno	
11	Onda		Siglo		Dante		Cano	
12	Taches		Busto		Queso		Cerca	
13	Reto		Dardo		Mini		Radio	
14	Quepa		Níquel		Unos		Dieta	
15	Premios		Montes		Jaque		Sudo	
16	Ciega		Pajes		Cardo		Pili	
17	Necio		Cama		Tapia		Cebo	
18	Nadie		Turco		Control		Liso	
19	Pura		Cabe		Dones		Lista	
20	Vienen		Trance		Esos		Nulo	
21	Tecleo		Corea		Irma		Mide	
22	Celtas		Dulce		Reto		Tigre	
23	Damas		Asia		Pisen		Diego	
24	Libre		Mismo		Seda		Calle	
25	Regla		Flanes		Tape		Hambre	

	OD	OI
Total		
Porcentaje		

PALABRA CON RUIDO

(MONOAUERAL: TAPE 1 OIDO TESTADO 50dB, WN OIDO TESTADO 10dB MENOS QUE EL TESTADO)

C56	Pista 57	OD	OI		OD	OI		OD	OI		OD	OI
1	Borracho			Enojo			Huraño			Olivo		
2	Capullo			Amigo			Joyero			Calaña		
3	Ocupa			Pulido			Cigarro			Piñata		
4	Seguro			Cadena			Follaje			Pechuga		
5	Capucha			Quinina			Relleno			Diseño		
6	Helecho			Palilla			Madeja			Rodilla		
7	Aguja			Elote			Jugaba			Nevada		
8	Viruta			Tabique			Pechuga			Tamaño		
9	Mocoso			Chiquillo			Fogata			Niñera		
10	Resumen			Tapete			Vejete			Cariño		
11	Arroyo			Dinero			Pagano			Filete		
12	Petaca			Folleto			Reseña			Guitarra		
13	Anoche			Señora			Pepino			Fajero		
14	Tiñoso			Vajillo			Piyama			Cuchara		
15	Ocote			Pasillo			Corona					
16	Garrote			Billete			Pereza					
17	Futuro			Cohera			Achaque					
18	Fatiga			Tejido			Reñido					
19	Mimosa			Cafeto			Difuso					
20	Cotorra			Muleta			Tobillo					
21	Paloma			Tenaza			Penacho					
22	Dudoso			Riqueza			Araña					
23	Garrafa			Tocayo			Hilacha					
24	Divino			Pepita			Lechero					
25	Sonido			Zacate			Fisura					

	OD	OI
Total		
Porcentaje		

SONIDOS AMBIENTALES

(MONOAUERAL: TAPE 1 OIDO TESTADO 50dB, WN OIDO NO TESTADO 30dB MENOS QUE EL TESTADO)

C58	Pista	Estímulo	OD
1	59	Campanas	
2	60	Reloj Cu-Cu	
3	61	Aplausos	
4	62	Big-Ben	
5	63	Oficina y teléfono	
6	64	Ambulancia	
7	65	Tren	
8	66	Pájaros	
9	67	Gato	
10	68	Tono ocupado	
			OI
11	69	Ladridos	
12	70	Mosca	
13	71	Tambores	
14	72	Ole!	
15	73	Vaca, Toro	
16	74	Vendedor	
17	75	Despertador	
18	76	Toca puerta	
19	77	Pato	
20	78	Patrulla	

	OD	OI
Total		
Porcentaje		

PATRONES DE FRECUENCIA

(F1= 1122 F2=880)

(TAPE 1 OIDO TESTADO, TAPE 2 OIDO NO TESTADO, 50dB SOBRE UMBRAL BINAURAL)

C79	Estímulo	OD		Estímulo	OI
80	Alto-Bajo-Alto (1)		86	Bajo-Alto-Bajo (2)	
81	Bajo-Alto-Bajo (2)		87	Alto-Bajo-Alto (1)	
82	Bajo-Bajo-Alto (2)		88	Alto-Alto-Bajo (2)	
83	Alto-Alto-Bajo (1)		89	Bajo-Bajo-Alto (1)	
84	Bajo-Alto-Alto (1)		90	Alto-Bajo-Bajo (1)	
85	Alto-Bajo-Bajo (2)		91	Bajo-Alto-Alto (2)	

PATRONES DE DURACIÓN

(1000Hz, 500 y 250ms)

(TAPE 1 OIDO TESTADO, TAPE 2 OIDO NO TESTADO, 50dB SOBRE UMBRAL BINAURAL)

	Estímulo	OD		Estímulo	OI
92	Largo-Corto-Largo (1)		98	Corto-Largo-Corto (2)	
93	Corto-Largo-Corto (1)		99	Largo-Corto-Largo (1)	
94	Corto-Corto-Largo (2)		100	Largo-Largo-Corto (2)	
95	Largo-Largo-Corto (1)		101	Corto-Corto-Largo (2)	
96	Corto-Largo-Largo (1)		102	Largo-Corto-Corto (1)	
97	Largo-Corto-Corto (2)		103	Corto-Largo-Largo (2)	

MÚSICA

(MONOAUURAL: TAPE 1 OIDO TESTADO 50dB, WN OIDO NO TESTADO 30dB MENOS QUE EL TESTADO)

	Estímulo	OD		Estímulo	OI
104	Guitarra 1 agudo grave		114	Guitarra 2 agudo grave	
105	Piano 2 grave agudo		115	Piano 4 medio medio	
106	Percusiones 1 medio medio		116	Percusiones 4 grave agudo	
107	Guitarra 3 grave agudo		117	Guitarra 5 grave agudo	
108	Piano 1 medio medio		118	Piano 6 agudo grave	
109	Piano 5 agudo grave		119	Percusiones 2 medio medio	
110	Guitarra 6 medio medio		120	Guitarra 4 medio medio	
111	Percusiones 3 grave agudo		121	Piano 3 grave agudo	
112	Synth 1 medio medio		122	Cuerdas 1 medio medio	
113	Percusiones 6 agudo grave		123	Percusiones 5 agudo grave	

ANEXO 3: CUESTIONARIO DE SINTOMATOLOGÍA DE PROCESAMIENTO AUDITIVO CENTRAL

Nombre: _____ **Edad:** _____ **Fecha:** _____

1. ¿Presenta dificultad para entender mensajes hablados en ambiente ruidoso?
a. Si No
2. ¿Presenta dificultad para seguir conversaciones largas?
a. Si No
3. ¿Presenta dificultad para conversaciones por teléfono?
a. Si No
4. ¿Presenta dificultad para localizar el sonido?
a. Si No
5. ¿Presenta dificultad para aprender un idioma o nuevo vocabulario?
a. Si No
6. ¿Presenta dificultad para recordar información hablada?
a. Si No
7. ¿Presenta dificultad para el doble sentido, sarcasmo, chistes?
a. Si No
8. ¿Presenta dificultad para procesamiento de señales no verbales (ej, música)?
a. Si No

ANEXO 4: LISTA DE ABREVIATURAS

- ADA: Asociación Americana de la Diabetes
- AGE: Producto final de la glucosilación
- ASHA: Asociación Americana del Habla, Lenguaje y Audición
- DM2: Diabetes Mellitus tipo 2
- EGF: Factor de crecimiento endotelial
- EOAPT: Emisiones otoacústicas provocadas transientes
- EVC: Enfermedad vascular cerebral
- HAS: Hipertensión arterial sistémica
- HNS: Hipoacusia neurosensorial
- MLD: *Masking level difference*
- MMN: *Mismatch Negativity*
- PAC: Procesamiento auditivo central
- PEALM: Potenciales evocados auditivos de latencia media
- PEATC: Potenciales evocados auditivos de tallo cerebral
- RAGE: Receptor de producto final de la glucosilación
- SNA: Sistema Nervioso Autónomo
- SNC: Sistema Nervioso Central
- SNP: Sistema Nervioso Periférico
- SSW: *Staggered Spondaic Word Test*
- TCE: Traumatismo craneoencefálico
- TPAC: Trastorno de procesamiento auditivo central
- VAC: Vía auditiva central
- VEGF: Factor de crecimiento endotelial vascular