



Universidad de Guayaquil

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

COORDINACIÓN DE POSGRADO

**“UTILIDAD DE LA AUDIOMETRIA DE ALTA FRECUENCIA EN EL
ADULTO JOVEN HIPOACUSICO. HOSPITAL TEODORO MALDONADO
CARBO.”**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO REQUISITO PARA OPTAR POR
EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN OTORRINOLARINGOLOGÍA**

AUTOR:

JEAN PAOLO ZEA MORALES M.D.

TUTOR:

DR. CARLOS HUMBERTO CEVALLOS VELEZ

AÑO 2021

GUAYAQUIL – ECUADOR

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	4
3.1. JUSTIFICACIÓN	4
3.2. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	6
3.3. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS.....	6
3.3.1. OBJETIVO GENERAL	6
3.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
3.4. HIPÓTESIS	7
3.5. VARIABLES	7
3.5.1. VARIABLES INDEPENDIENTES.....	7
3.5.2. VARIABLES DEPENDIENTES.....	7
3.5.3. VARIABLES INTERVINIENTES.....	7
CAPÍTULO II.....	8
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. TEORIAS GENERALES	8
2.1.1. HIPOACUSIA EN EL ADULTO JOVEN.	8
2.1.1.1. Epidemiología:	8
2.1.1.2. Clasificación de las hipoacusias.	10
2.1.1.3. Fisiopatología.	10
2.1.1.4. Hipoacusia en la perforación timpánica.	11
2.1.1.5. Fisiopatología de la fijación osicular.....	12
2.1.1.6. Fisiopatología de la discontinuidad osicular.	12

2.1.1.7.	Hipoacusia secundaria a la ocupación del oído medio.....	13
2.1.1.8.	Fisiopatología de la hipoacusia conductiva del síndrome de dehiscencia del canal semicircular superior.	13
2.1.1.9.	Fisiopatología del oído interno y las vías auditivas.....	13
2.1.1.10.	Fisiopatología de la ototoxicidad.....	14
2.1.1.11.	Trauma acústico.....	14
2.1.1.12.	Hipoacusia central.	15
2.1.2.	Factores de riesgo.....	16
2.2.	TEORÍAS SUSTANTIVAS:	17
2.2.1.	AUDIOMETRIA DE ALTA FRECUENCIA.....	17
	Bases físicas	18
2.2.2.	INSTRUMENTACIÓN PARA LA AUDIOMETRIA.	21
	REFERENTES EMPIRICOS	24
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1.	MATERIALES	28
3.1.1.	LOCALIZACIÓN	28
3.1.2.	PERIODO DE INVESTIGACIÓN	28
3.1.3.	RECURSOS A EMPLEAR.....	28
3.1.4.	UNIVERSO Y MUESTRA.....	29
3.2.	MÉTODOS	30
3.2.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	30
3.2.2.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	31
3.2.3.	PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	31
3.2.4.	OPERACIONALIZACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS.....	31
3.2.5.	CRITERIOS DE INCLUSIÓN/ EXCLUSIÓN	32
3.2.6.	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	33
3.2.7.	ASPECTOS ÉTICOS Y LEGALES	33

3.2.8. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	35
3.2.9 Cronograma de actividades	36
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
CONCLUSIONES	50
RECOMENDACIONES.....	51
Bibliografía.....	52
Anexo 1. Matrices de observación	59

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Tabulación cruzada edad del paciente y sexo del paciente</i>	37
Tabla 2 <i>Tabulación cruzada edad del paciente e identificación del umbral</i>	38
Tabla 3 <i>Chi cuadrado de la edad del paciente y la identificación del umbral</i>	38
Tabla 4 <i>Tabulación cruzada sexo del paciente e identificación del umbral</i>	39
Tabla 5 <i>Chi cuadrado del sexo del paciente y la identificación del umbral</i>	39
Tabla 6 <i>Tabulación cruzada exposición laboral por rango de edad</i>	40
Tabla 7 <i>Tabulación cruzada sexo del paciente y trabajo con exposición al ruido</i>	41
Tabla 8 <i>Phi V de Cramer de las variables trabajo con exposición al ruido e identificación del umbral</i>	42
Tabla 9 <i>Tabulación cruzada edad del paciente y audiometría de alta frecuencia</i>	43
Tabla 10 <i>Análisis de correlación edad del paciente y audiometría de alta frecuencia</i>	44
Tabla 11 <i>Tabulación cruzada sexo del paciente y audiometría de alta frecuencia</i>	44
Tabla 12 <i>Prueba de muestras emparejadas entre audiometría convencional y audiometría de alta frecuencia</i>	45
Tabla 13 <i>Prueba de muestras emparejadas entre audiometría convencional y audiometría de alta frecuencia para adultos jóvenes</i>	46

RESUMEN

ANTECEDENTES: La hipoacusia es la disminución en la capacidad auditiva en uno o ambos oídos, y actualmente es el trastorno sensorial más frecuente. **OBJETIVO:** Determinar la utilidad de la audiometría de alta frecuencia como prueba en el adulto joven que refiere pérdida auditiva. **METODOLOGIA:** se realizó un estudio descriptivo, retrospectivo, de corte transversal, que consideró muestra todos los pacientes que acudieron a la consulta de Otorrinolaringología con hipoacusia durante el periodo 2017 hasta 2021, con resultados de audiometría convencional normales. **RESULTADOS:** Se observó una relación directa entre la edad y la hipoacusia, con un mayor predominio del sexo femenino (135 pacientes). De los 200 pacientes de la muestra de estudio, 89 indicaron trabajar con exposición al ruido, cuya totalidad se concentra entre los 18 y 30 años. Se pudo determinar una diferencia significativa entre los resultados de la audiometría convencional y la AAF en los rangos de edad comprendidos entre los 18 y los 30 años, con una significancia bilateral del 0,043 en la prueba de diferencias de medias, lo que permite inferir que la AAF permite la identificación de la hipoacusia en pacientes con prueba convencional normal.

PALABRAS CLAVES: audiometría, pérdida auditiva sensorineural, pérdida auditiva de alta frecuencia, acúfeno.

ABSTRACT

BACKGROUND: Hearing loss is the decrease in hearing capacity in one or both ears, and is currently the most common sensory disorder. **OBJECTIVE:** To determine the usefulness of high-frequency audiometry as a test in young adults who report hearing loss. **METHODOLOGY:** a descriptive, retrospective, cross-sectional study was carried out, which considered a sample of all the patients who attended the Otorhinolaryngology consultation with hearing loss during the period 2017 to 2021, with normal conventional audiometry results. **RESULTS:** A direct relationship between age and hearing loss was observed, with a greater predominance of females (135 patients). Of the 200 patients in the study sample, 89 reported working with exposure to noise, all of which is concentrated between 18 and 30 years of age. It was possible to determine a significant difference between the results of the conventional audiometry and the AAF in the age ranges between 18 and 30 years, with a bilateral significance of 0.043 in the mean difference test, which allows inferring that the AAF allows the identification of hearing loss in patients with a normal conventional test.

Key words: audiometry, sensorineural hearing loss, high frequency hearing loss, tinnitus.

INTRODUCCIÓN

La hipoacusia se define como la pérdida de sensibilidad del sistema auditivo referida por el paciente como un aumento subjetivo del umbral de audición en uno o ambos oídos y que pueden afectar a la actividad laboral y a la vida social del paciente, esta se puede asociar con otros síntomas como acufenos, vértigo, parálisis facial, etc. (Mrázková, 2021). La prevalencia de hipoacusia aumenta con la edad, por lo que un 4% de los individuos menores de 45 años y 29% de los mayores de 65 años sufren una disminución en su capacidad auditiva (Suarez, 2007; Davis & Hoffman, 2019; Li et al., 2021).

En la actualidad existe un aumento en la prevalencia de pérdida auditiva en el adulto joven (18 a 44 años), la cual se encuentra relacionada a la exposición a nuevos factores de riesgo de estímulos sonoros, tales como: el uso de audiófonos y trabajo con maquinarias que producen sonidos altos. Para su estudio inicial hoy en día se cuenta con la audiometría de tonos puros convencional (estudia las frecuencias de 125 Hz hasta 8000 Hz) la misma que nos va ayudar a valorar principalmente la audición del paciente en las frecuencias conversacionales (500 Hz hasta 4000 Hz) (Aziz et al., 2020).

Existe una población que durante su valoración presenta audiometría tonal convencional dentro de los rangos normales, a pesar de referir pérdida auditiva, dichos pacientes pueden ser valorados hoy en día con una prueba alterna llamada audiometría de alta frecuencia (estudia las frecuencias de 9000 Hz – 20000 Hz) (Mrázková, 2021), ya que algunos estudios sugieren que las frecuencias más agudas también intervienen en la discriminación del habla, sin embargo dicha prueba no ha logrado definir su utilidad e indicación diagnóstica en la valoración del paciente que refiere pérdida auditiva (Abu-Eta, 2021).

La Organización Mundial de la Salud estimó que la prevalencia global de la discapacidad auditiva neurosensorial en el 2018 se encontraba en 466 millones de personas con discapacidad auditiva moderada o profunda (o el 6,1% de la población mundial). Se prevé que esta estimación aumente a 630 millones para el 2030, y a 900 millones para el 2050 (Davis & Hoffman, 2019).

La audiometría de alta frecuencia (9000 Hz – 20000 Hz) es una prueba audiométrica alterna a la convencional de tonos puros que estudia la audición hasta el extremo superior

de la banda de frecuencia (18000 Hz – 20000 Hz) las mismas que anteriormente no se podían valorar por la imposibilidad que presentaban los aparatos para reproducir estos sonidos, lo cual hoy en día es importante, ya que se sabe que las primeras frecuencias en perderse en la audición son las agudas, por lo que su hallazgo se podría relacionar a la posible alteración futura de la zona conversacional (500 Hz – 4000 Hz). (Oppitz et al., 2018).

Con esta investigación se quiere demostrar la utilidad de la audiometría de alta frecuencia, la misma se puede utilizar para la detección temprana de un aumento de los umbrales de audición a altas frecuencias. La audiometría de alta frecuencia podría incluirse en los programas preventivos, especialmente para las personas expuestas al ruido, con el fin de permitir una detección más temprana de la pérdida auditiva inducida por el ruido.

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

El problema a investigar se fundamenta ante la presencia de una población en aumento de adultos jóvenes que van entre las edades de 18 a 44 años que durante su anamnesis refieren pérdida auditiva, pero presentan un examen de audiometría de tonos puros convencional dentro de los rangos normales. La audiometría de alta frecuencia (AAF), es una prueba alterna a la audiometría de tonos puros convencional (125 Hz – 8000 Hz), la AAF estudia la audición hasta el extremo superior de la banda de frecuencias (desde 8000 Hz hasta 20000 Hz), dichas frecuencias serán audibles dependiendo del rango de edad, para el adulto joven las frecuencias audibles podrán ser de 15 KHz hasta 20 KHz, además vale mencionar que las primeras frecuencias en perderse son las agudas y no necesariamente van manifestar pérdida auditiva, sino hasta que se comienzan a perder las frecuencias de la zona conversacional (Song et al., 2021).

Hoy en día se ha logrado evidenciar un aumento de pérdida auditiva en la población adulto joven (18 a 44 años), ya que se encuentran expuestos a nuevos factores de riesgo de estímulos sonoros, tales como, el uso de audífonos, trabajo con maquinarias que producen sonidos de intensidad alta, y la falta de uso de dispositivos de protección auditiva en personas expuestas a sonidos de intensidad alta (Sheppard et al., 2020). El uso de audífono se ha logrado asociar como causa de pérdida auditiva en el adulto joven, el mismo va a tener un riesgo 4,5 veces mayor de pérdida auditiva y un riesgo 8,4 veces mayor de tener un problema de audición subjetivo que aquellos que no usan audífonos (Byeon, 2021). En Ecuador, “el teletrabajo, la educación virtual y el pasar más tiempo en casa han llevado a un mayor uso de estos dispositivos (...), la alta exposición a estos auriculares está causando problemas auditivos y se prevé que jóvenes y niños presenten efectos en el futuro” (Alarcón, 2019, pág. 1).

El trabajo con maquinaria que produce sonidos de intensidad alta está estrechamente asociado a pérdida auditiva, entre dichos trabajos, tenemos a la cabeza las labores industriales, las cuales se ven afectadas directamente por la pérdida auditiva en un 25% de dicha población. La exposición al ruido ocupacional representa aproximadamente el 16% de todas las pérdidas auditivas discapacitantes. Las investigaciones de las últimas

décadas indican que la exposición al ruido ocupacional puede causar otros déficits auditivos graves como tinnitus, hiperacusia y mala percepción del habla (Li et al., 2021).

El uso de dispositivos de protección auditiva es necesario, no solo en el ámbito industrial, sino en toda actividad en la que se encuentre expuesta la población a sonidos de intensidad alta, entre los que tenemos la industria de la música, la misma que ha reportado un uso relativamente bajo, ya que refieren interferencia con su trabajo (Kwak & Han, 2021; McGinnity et al., 2021). El Hospital de especialidades Teodoro Maldonado Carbo de la ciudad de Guayaquil; cuenta con las herramientas necesarias para realizar la investigación, tales como, prueba de audiometría tonal y audiometría de alta frecuencia.

1.2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Cuáles son las características demográficas de los pacientes que refirieron pérdida auditiva durante la consulta externa del área de Otorrinolaringología del Hospital de Especialidades Teodoro Maldonado Carbo durante el periodo de investigación?
2. ¿Cuáles son los factores de riesgo identificados en la población que presentó hipoacusia en la audiometría de alta frecuencia?
3. ¿Cuál es el nivel de correlación que existe entre los resultados obtenidos en la audiometría de alta frecuencia y la identificación de la hipoacusia en la población adulto joven?

3.1. JUSTIFICACIÓN

La audiometría de alta frecuencia (AAF), estudia la audición hasta el extremo superior de la banda de frecuencias (desde 8000 Hz hasta 20000 Hz), dichas frecuencias serán audibles dependiendo del rango de edad, para el adulto joven las frecuencias audibles podrán ser de 15 KHz hasta 20 KHz, además vale mencionar que las primeras frecuencias en perderse son las agudas (ya sea por la edad o por la exposición a ruidos) y no necesariamente van manifestar pérdida auditiva, sino hasta que se comienzan a perder las frecuencias de la zona conversacional (500 Hz – 3000 Hz). Mientras que la audiometría tonal convencional estudia las frecuencias de 125 Hz hasta 8 KHz, haciendo énfasis que las frecuencias de la zona conversacional son desde 500 Hz hasta 3000 KHz, por lo tanto, las pérdidas en estas frecuencias marcaran una notable sintomatología de pérdida auditiva.

La importancia de la presente investigación se da, ante la necesidad de establecer la utilidad de la audiometría de alta frecuencia como un método diagnóstico y/o tamizaje oportuno ante la presencia de la población adulto joven que manifiesta pérdida auditiva, que se encuentra expuesta a ruidos fuertes (ya sea social o laboral) y que en las pruebas de audiometría convencional (audiometría tonal) se encuentran dentro de los rangos normales. Dicho vacío puede ser llenado con la prueba de audiometría de alta frecuencia, la cual estudia las frecuencias hasta extremo superior de banda, recordando que las frecuencias agudas son las primeras en irse perdiendo (Škerková et al., 2021).

Se justifica realizar el estudio respecto a la utilidad de la audiometría de alta frecuencia como prueba de tamizaje en el adulto joven que refiere pérdida auditiva con pruebas audiométrico convencionales dentro de los rangos normales, porque los resultados obtenidos de esta investigación van a dar una propuesta de utilidad, tamizaje y/o diagnóstico oportuno, eficiente y eficaz en la población de estudio, siendo ellos los beneficiarios directos. Desde el punto de vista científico e institucional se justifica realizar esta investigación, ya que se genera una propuesta valiosa que luego podrá ser empleada por el personal de salud de interés (otorrinolaringólogos, audiólogos, médico ocupacional), siendo ellos los beneficiarios indirectos, además que dicha información podrá ser utilizada como antecedente y/o de correlación en nuevos estudios, permitiendo generar más conocimiento y/o una línea de investigación basado en nuestra situación temática.

Esta investigación es útil como respaldo en la decisión del médico otorrinolaringólogo al momento de enviar a realizar la audiometría de alta frecuencia al adulto joven que refiere pérdida auditiva durante la consulta, además de los exámenes audiométricos convencionales, tales como, audiometría tonal y audiometría vocal (Logaudiometría). Además, que en un futuro podrá servir como pauta para el desarrollo de nuevas investigaciones sobre la utilidad de la audiometría de alta frecuencia en la Unidad de Otorrinolaringología del Hospital Teodoro Maldonado Carbo, ya que es un estudio realizado en nuestro medio, nuestras variables, nuestros pacientes, tomando en cuenta que son pocos los estudios que desarrollan este tema en nuestro país.

3.2. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se realizará en el Hospital de especialidades Teodoro Maldonado Carbo de la ciudad de Guayaquil; la relevancia de realizar este estudio en esta unidad de salud, es que, es uno de los Hospitales de tercer nivel del IESS a nivel nacional y a su vez el hospital de referencia en Guayaquil.

La presente investigación es viable ya que los datos que se requieren, son accesibles al revisar las historias clínicas en el sistema AS400 y los datos que incluyen resultados del área de audiología tales como audiometría tonal convencional y audiometría de alta frecuencia, los cuales son parte de la cartera de servicios del área de Otorrinolaringología del Hospital de Especialidades Teodoro Maldonado Carbo. Además de contar con la aprobación de la institución, la misma que fue realizada de manera legal ante la presentación de solicitud a las autoridades correspondientes del hospital, lo cual servirá para realizar la recolección y análisis de datos, dando al final de la investigación: resultados, conclusiones y recomendaciones, que servirán tanto para los beneficiarios directos e indirectos, además que dichos resultados serán utilizados con finalidad científica, académica y serán entregados a las autoridades del Hospital en beneficio de la sociedad.

Por lo antes expuesto se concluye la factibilidad de realizar la investigación propuesta quedando claro que se cuenta tanto con los recursos humanos y logísticos para la ejecución de la investigación.

3.3. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

3.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar la utilidad de la audiometría de alta frecuencia como prueba en el adulto joven que refiere pérdida auditiva.

3.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las características demográficas de los pacientes adultos jóvenes que refirieron pérdida auditiva durante la consulta externa del área de Otorrinolaringología del Hospital de Especialidades Teodoro Maldonado Carbo durante el periodo de investigación.
- Determinar los factores de riesgo de la hipoacusia identificados en la audiometría de alta frecuencia.
- Determinar el nivel de correlación que existe entre los resultados obtenidos en la audiometría de alta frecuencia y la identificación de la hipoacusia en la población adulto joven.

3.4. HIPÓTESIS

Los pacientes adultos jóvenes con manifestación de pérdida auditiva y exposición a factores de riesgo de sonidos de intensidad alta, que presentan una prueba de audiometría tonal convencional dentro del umbral auditivo normal, ya van a presentar alteraciones iniciales, relevantes, visibles y registrables en la audiometría de alta frecuencia, las mismas que podrán ser utilizadas como método de diagnóstico, tamizaje y/o factor pronóstico para una futura alteraciones en las frecuencias de la zona conversacional.

3.5. VARIABLES

3.5.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

- Audiometría de alta frecuencia

3.5.2. VARIABLES DEPENDIENTES

- Hipoacusia

3.5.3. VARIABLES INTERVINIENTES

- Edad del paciente.
- Factores de riesgo.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. TEORIAS GENERALES

Las teorías generales son conjunto de formulaciones que explican el fenómeno del interés. Ludwig von Bertalanffy (1976) afirma: “Las teorías generales deben constituirse en un mecanismo de integración entre las ciencias naturales y sociales y ser al mismo tiempo un instrumento básico para la formación y preparación de científicos”. Las teorías generales establecen las posibilidades de opción de una metodología o normas específicas.

2.1.1. HIPOACUSIA EN EL ADULTO JOVEN.

La hipoacusia o disminución de la capacidad auditiva, se define como la pérdida de sensibilidad del sistema auditivo referida por el paciente como un aumento subjetivo del umbral de audición (Abu-Eta, 2021). La hipoacusia es el trastorno sensorial más frecuente, por lo que se ha visto que la pérdida auditiva permanente de la infancia es una de las anormalidades significativas más comunes presentes al momento del nacimiento, ocurriendo en aproximadamente uno a tres de cada 1.000 recién nacidos sanos y en dos a cuatro de cada 100 egresados de las unidades de cuidados intensivos neonatales. La prevalencia de la hipoacusia aumenta con la edad, de forma que un 4% de los individuos menores a 45 años y un 29% de los mayores de 65 años sufren una pérdida de audición de intensidad suficiente como para interferir con la vida social o la comunicación (Lieu, 2020).

2.1.1.1. Epidemiología:

La prevalencia de pérdida auditiva permanente bilateral de severa a profunda en recién nacidos es de 1,1 por 1000 recién nacidos vivos, dichos datos no han presentado cambios con el tiempo. Además, se ha presentado que 1 a 2 de cada 1000 recién nacidos vivos tienen una pérdida auditiva bilateral leve a moderada o una pérdida auditiva unilateral de cualquier grado. Vale mencionar que la edad a la que se detecta la pérdida auditiva ha disminuido sustancialmente debido al éxito de los programas de detección. (Lieu, 2020).

Actualmente se ha observado que el 17% de los casos de hipoacusia infantil persistente son causados por patología perinatal, por lo tanto, es necesario examinar a los niños con factores de riesgo de hipoacusia independientemente del cribado audiológico. A pesar del éxito evidente del cribado audiológico, solo el 70% de los casos de hipoacusia congénita y previa al habla se detectan a la edad de menos de un año. (Chibisova et al., 2018).

Se estima que 1.300 millones de personas sufren pérdida de audición debido a la exposición al ruido. En todo el mundo, la exposición al ruido ocupacional es responsable del 16% de casos de hipoacusia discapacitantes en adultos. La pérdida de audición inducida por el ruido ocupacional (ONIHL, siglas en inglés) no causa directamente mortalidad prematura, pero resulta en una discapacidad sustancial. En los EE.UU. se estima que la compensación anual para ONIHL es de aproximadamente 242,4 millones de dólares. Diferentes estudios han indicado que los trabajadores empleados en la construcción, manufactura, minería, agricultura, servicios públicos y transporte, industrias, personal militar y músicos tienen mayor riesgo de ONIHL (Chen et al., 2020).

Los criterios de pérdida de audición inducida por el ruido ocupacional entre los trabajadores varían de un país a otro. La carga asociada con el ruido ocupacional varía, por ejemplo del 11,2% (EE.UU.) al 58% (Sudáfrica), esto demuestra que la prevalencia de dicha patología es más alta en las regiones menos desarrolladas del mundo (Byeon, 2021). Otros estudios han demostrado que los hombres experimentan más efectos después de la exposición al ruido ocupacional que las mujeres; esto responde a que los hombres suelen tener una mayor exposición al ruido en el trabajo que las mujeres debido a las diferencias en las categorías ocupacionales, los sectores económicos de empleo y el historial laboral de toda la vida (Aziz et al., 2020).

Se ha informado que la discapacidad auditiva relacionada con la exposición al ruido durante el trabajo se ha asociado a un mayor riesgo de lesiones durante el trabajo, lo cual se origina debido a que los niveles de ruido más altos obstruyen la capacidad de escuchar señales de advertencia, monitorear el equipo, reaccionar a los sonidos ambientales y coordinarse con otros trabajadores (Aziz et al., 2020). Además, estudios han demostrado que los niveles más altos de exposición al ruido se asocian con mayor morbilidad y mortalidad de las enfermedades cardiovasculares (Cunningham & Tucci, 2017; Davis & Hoffman, 2019; Masuda et al., 2021). Se estima que las personas con

pérdida auditiva tienen exceso de mortalidad del 10 al 20%, esto se da por que la exposición al ruido induce una reacción del sistema nervioso autónomo y del sistema endocrino, lo que conduce a una mayor secreción de la hormona del estrés, lo que a su vez puede conducir a un mayor riesgo de hipertensión, enfermedad coronaria y accidente cerebrovascular (Laffoon et al., 2019).

2.1.1.2. Clasificación de las hipoacusias.

Las hipoacusias se pueden clasificar siguiendo diferentes criterios. Según la localización de la lesión se dividen en: (a) hipoacusias de transmisión o conductivas, cuando la alteración se sitúa en el oído externo o medio; (b) hipoacusias de percepción o neurosensoriales, cuando la alteración se sitúa en el oído interno o en las vías nerviosas que ascienden hacia la corteza auditiva o; (c) hipoacusias mixtas, cuando se combinan ambos tipos. Según la etiología se habla de: (1) hipoacusias genéticas o hereditarias y (2) hipoacusias no genéticas o debidas a factores ambientales (Nieman & Oh, 2020; Cunningham & Tucci, 2017; de Regloix et al., 2020).

La pérdida auditiva conductiva es el resultado de una obstrucción o enfermedad del oído externo o medio que impide la transmisión de la energía del sonido al oído interno (Cunningham & Tucci, 2017). Las causas de la hipoacusia conductiva van desde la impregnación del cerumen y la otitis media hasta la fijación de uno o más de los huesos del oído medio, principalmente la fijación del estribo debido a la otosclerosis (Nieman & Oh, 2020). El tratamiento médico o quirúrgico de la mayoría de pérdida auditiva conductiva a menudo da como resultado una restauración completa de la audición (de Regloix et al., 2020).

2.1.1.3. Fisiopatología.

El pabellón auricular y el conducto auditiva externo tienen varias funciones, entre ellas se mencionan la conducción del sonido hacia el oído medio, amplificación en la intensidad del sonido de hasta 18 dB (principalmente entre las frecuencias de 2000 Hz y 5000 Hz) (Aziz et al., 2020). Algún daño del pabellón auricular puede causar pérdidas en la amplificación de hasta 10 dB. El pabellón auricular por su anatomía se corresponde con varios repliegues, los cuales serán los encargados de filtrar el sonido que ingresa evitando así la distorsión de los mismos (Abu-Eta, 2021). Otro de los grandes problemas por los que se presenta la pérdida auditiva conductiva, es la permeabilidad reducida del

Conducto auditivo externo (CAE) en menos de 3 mm, por lo que se pueden presentar pérdidas de hasta 60 dB de media (Korver et al., 2017).

La pérdida auditiva neurosensorial, representa el 70% de las pérdidas auditivas, lo cual se debe a varios cambios patológicos en el oído interno y el nervio auditivo (Cunningham & Tucci, 2017). La onda viajera llega al oído interno causando el movimiento de los fluidos de la cóclea, causando una ganancia de 25 a 30 dB. Actualmente se sabe que el sonido es transmitido desde el conducto auditivo externo hasta la cóclea por medio del mecanismo del acoplamiento osicular y el acoplamiento acústico (Korver et al., 2017). Tenemos que tener en cuenta que el acoplamiento osicular es la ganancia de presión sonora que se produce a través de la membrana timpánica y la cadena osicular; mientras que el acoplamiento acústico es la diferencia en la presión del sonido que actúa directamente sobre la ventana oval y redonda (Strenzke et al., 2008).

La ventilación del oído medio es fundamental para la transmisión del sonido. La cantidad mínima de aire para mantener el acoplamiento osicular dentro de los 10 dB de normalidad está estimada en 0,5 ml, lo cual va a permitir tener una impedancia estapedio-coclear normal, que es importante para el acoplamiento normal de la cadena osicular, a su vez permitiendo que dicha cadena osicular y la membrana timpánica se muevan. Dicho movimiento se origina por la diferencia de presión sonora que existe entre ambas, ya que la presión sonora en el conducto auditivo externo es mayor que la que hay en el oído medio. La hipoacusia a este nivel se podría presentar por algún proceso patológico o quirúrgico, que disminuyera el volumen de aire en el oído medio, dando como resultado un aumento en la impedancia del espacio de aire del oído medio y a su vez el alza en la presión sonora en el oído medio. Así mismo, esto va a producir una disminución en la diferencia de presión a través de la membrana timpánica, causando a su vez la reducción de la motilidad de la cadena osicular y de la membrana timpánica (Masuda et al., 2021).

2.1.1.4. Hipoacusia en la perforación timpánica.

La membrana timpánica es esencial en el sistema tímpano-osicular para la transmisión sonora desde el conducto auditivo externo hacia el oído interno. Las perforaciones timpánicas van a llevar a una hipoacusia conductiva, con pérdidas de hasta 50 dB. Es pérdida auditiva se da ante las diferencias de presión sonora a través de la membrana timpánica y la ventilación adecuada del oído medio (Dawood, 2017; Masuda

et al., 2021). Hay que tomar en cuenta diferentes puntos: (1) en la perforación timpánica, la hipoacusia es mayor en las frecuencias bajas y disminuye a medida que la frecuencia aumenta; (2) la hipoacusia aumenta con el aumento del tamaño de la perforación timpánica, algo que ocurre en todas las frecuencias audiométricas y; (3) la hipoacusia depende muy poco de la localización de la perforación; la hipoacusia varía de forma inversamente proporcional al volumen de aire dentro del oído medio y la mastoidea (Dawood, 2017).

2.1.1.5. Fisiopatología de la fijación osicular.

La fijación de la cadena osicular restringe la movilidad del martillo y la membrana timpánica. Los umbrales de transmisión aérea son peores en la fijación osicular en frecuencias bajas y altas, y mejores en la zona de frecuencias medias (Young, 2021). La fijación del estribo en la otosclerosis puede resultar en una pérdida de audición conductiva tan baja como 50 dB (Zafar, Jamal, & M., 2021). La pérdida auditiva afecta primero a las frecuencias bajas y aumenta en severidad con el tiempo y progresa a pérdidas en frecuencias más altas (World Health Organization (WHO), 2018). La anquilosis ósea de la platina del estribo se asocia con gap mayor a 30 dB; sin embargo, el grado y la extensión de dicha anquilosis no pueden predecir el tamaño del gap aéreo-óseo (Scarpa et al., 2020).

2.1.1.6. Fisiopatología de la discontinuidad osicular.

Cuando existe una discontinuidad completa de la cadena osicular, la pérdida auditiva más frecuente ronda el máximo de hipoacusia de transmisión (55-60 dB) en todas las frecuencias. Esto ocurre porque la entrada del sonido a la cóclea depende solamente del acoplamiento acústico (Farahmand et al., 2016). La discontinuidad osicular puede ser completa, sin contacto entre los extremos desconectados, o parcial, donde el contacto normal en una articulación osicular o a lo largo de un segmento óseo continuo de un osículo se reemplaza por tejido blando o simplemente por contacto de huesos opuestos. La discontinuidad osicular completa generalmente da como resultado un patrón audiométrico de una pérdida auditiva conductiva grande y plana (Mohanty, 2019). Por el contrario, en los casos en que la otomicroscopia revela un conducto auditivo externo y una membrana timpánica normales, se ha propuesto la pérdida auditiva conductiva de alta frecuencia como indicador de discontinuidad osicular parcial (Farahmand et al., 2016).

2.1.1.7. Hipoacusia secundaria a la ocupación del oído medio.

La presencia de líquido en el oído medio es un hallazgo que define la otitis media serosa, y se van asociar habitualmente a una hipoacusia conductiva plana de 20 a 30 dB. El mecanismo primario de pérdida en frecuencias bajas depende del porcentaje de espacio del oído medio que se mantenga lleno de aire. Sin embargo, en frecuencias altas depende del porcentaje de la membrana timpánica en contacto con el contenido del oído medio (Ravicz et al., 2004).

2.1.1.8. Fisiopatología de la hipoacusia conductiva del síndrome de dehiscencia del canal semicircular superior.

El síndrome de dehiscencia del canal semicircular superior es un cuadro que se define por la ausencia de cobertura ósea sobre el conducto semicircular superior. Se presenta habitualmente como episodios de vértigo inducidos por sonidos de alta intensidad, cambios de presión en el CAE o maniobras de Valsalva (Palma et al., 2017). En algunos pacientes puede dar una hipoacusia conductiva. El estímulo sonoro conducido por vía aérea entra en el vestíbulo a través del movimiento del estribo. La dehiscencia del canal semicircular superior permite que una porción de esta energía acústica sea desviada de la cóclea, dando lugar a una pérdida auditiva aérea (Palma et al., 2017).

2.1.1.9. Fisiopatología del oído interno y las vías auditivas.

Se sabe que la apoptosis constituye la principal vía de muerte celular en una gran variedad de patologías causantes de hipoacusia neurosensorial, como la ototoxicidad por aminoglucósidos, ototoxicidad por cisplatino, hipoxia, traumatismo acústico, retirada de neurotrofinas e incluso presbiacusia (Ramkumar et al., 2021). La apoptosis o muerte celular programada, es un proceso que se observa durante el desarrollo o en respuesta a agentes responsables de daño celular, como fármacos antineoplásicos o radiaciones ionizantes, que conducen a la muerte celular. Existen inhibidores de la apoptosis, como las neurotrofinas, que pueden ser importantes para prevenir el daño celular por apoptosis (Elmore, 2007). Los radicales libres también juegan un papel importante en el desarrollo de hipoacusia neurosensorial, ya que son inductores primarios de la apoptosis y consecuencia secundaria del daño coclear (Wong & Ryan, 2015).

2.1.1.10. Fisiopatología de la ototoxicidad.

La hipoacusia desencadenada por aminoglucósidos se produce cuando el antibiótico reacciona con el hierro presente en las células para formar un complejo hierro-aminoglucósido. Este complejo reacciona con moléculas de oxígeno y produce radicales libres de oxígeno. Estos pueden entonces reaccionar con varios componentes celulares, incluyendo los fosfolípidos de las membranas celulares, proteínas y ADN, provocando una alteración de la función, sobre todo de las células ciliadas externas. Este proceso puede desencadenar la muerte celular programada, dando como resultado la apoptosis (Mechanism and Prevention of Ototoxicity Induced by Aminoglycosides, 2021).

La ototoxicidad del cisplatino parece estar mediada por los radicales libres del oxígeno, como el anión superóxido, el peróxido de hidrogeno, así como por radicales libres del nitrógeno, como el óxido nítrico, que pueden causar daño celular al reaccionar con los lípidos, proteínas y ADN. El oído interno tiene un sistema de defensa antioxidante, basado en el glutatión y sus enzimas antioxidantes relacionadas, como el glutatión peroxidasa, glutatión reductasa y las otras enzimas antioxidantes: catalasa y superóxido dismutasa (Deavall et al., 2012). En casos de ototoxicidad se ha demostrado que las cifras de glutatión y las enzimas antioxidantes están disminuidas y que el cisplatino incrementa la formación de radicales libres de oxígeno en la cóclea. La reacción de estos radicales con la membrana plasmática conduce a la formación de productos de peroxidación que son altamente reactivos y pueden dar lugar al daño y consiguiente muerte celular (Pak et al., 2020).

Los diuréticos de asa, como la furosemida o el ácido etacrínico, desencadenan hipoacusia neurosensorial permanente al producir un edema extenso en la estría vascular. El efecto ototóxico de estos medicamentos depende de la fracción en suero no fijada a la albumina. Los efectos de los salicilatos en la cóclea pueden ser causados por cambios en el flujo vascular y por cambios en la rigidez de la membrana lateral de las células ciliadas externas. La hipoacusia causada por esta medicación parece estar relacionada con la concentración del salicilato libre en la sangre, de manera que al aumentar esta aumenta la posibilidad de hipoacusia (Ding et al., 2016).

2.1.1.11. Trauma acústico.

La hipoacusia inducida por traumatismo acústico es el resultado de un daño mecánico y metabólico. Aunque se produce un daño mecánico extenso con intensidades

de sonido mayores de 125 dB, sonidos menos intensos conducen a microlesiones de la membrana celular, causando una alteración de la homeostasis iónica y la entrada de iones calcio (Harrison, 2012). La alteración metabólica tiene lugar a través de un mecanismo excitotóxico, en el cual la sobreestimulación del aparato auditivo conduce a una liberación excesiva de glutamato, el principal neurotransmisor de las sinapsis aferentes primarias. El glutamato causa una entrada masiva de calcio, seguido de una entrada pasiva de iones cloro y agua, originando una dilatación de la zona postsináptica de las terminaciones nerviosas, un signo histológico de excitotoxicidad. La liberación excesiva de glutamato también causa estrés metabólico y oxidativo, porque la liberación de neurotransmisores requiere el consumo de ATP, glucosa y oxígeno.

La presión parcial de oxígeno disminuye con el estrés acústico continuado, creando una hipoxia tisular relativa por el aumento del consumo de oxígeno. Este estrés metabólico, junto al flujo iónico impulsado por el glutamato y microlesiones de la membrana celular, dan lugar a la generación de los radicales libres de oxígeno (Domej et al., 2014). Estos y otros acontecimientos celulares conducen a la activación de la cascada apoptótica, que finalmente da lugar a la muerte celular. Sin embargo, la apoptosis no es el mecanismo exclusivo de muerte celular después del traumatismo acústico, también han sido observadas la necrosis celular y la autólisis (Harrison, 2012).

2.1.1.12. Hipoacusia central.

Dada la complejidad de las conexiones neurales a través de las cuales el estímulo auditivo es percibido en el córtex auditivo, es lógico esperar que las lesiones de estas vías puedan afectar a la audición. Las lesiones neurales primarias de las vías auditivas son infrecuentes, están documentadas de forma incompleta y son pobremente comprendidas (Neural Hyperactivity of the Central Auditory System in Response to Peripheral Damage, 2016). Cualquier cambio en el sistema nervioso central es bien conocido que afecta a la percepción del habla. Dichos cambios se denominan trastornos del procesamiento central. Generalmente afectan a la velocidad de procesamiento y dan lugar a una pérdida de inteligibilidad en ambiente ruidoso. Dado que la percepción última del habla se realiza en el cerebro, no es raro que la función cerebral provocada por diferentes mecanismos, entre ellos el envejecimiento, afecte a la audición. De todos modos, es muy difícil separar los

efectos de las anomalías del sistema nervioso central y periférico en muchos casos (Sardone et al., 2019).

2.1.2. Factores de riesgo.

La pérdida de audición puede ocurrir por varios factores, sin embargo los principales factores de riesgo identificados en la literatura son (Lin et al., 2019):

Daño al oído interno. El envejecimiento y la exposición a ruidos fuertes pueden desgastar los vellos o las células nerviosas de la cóclea que envían señales de sonido al cerebro. Cuando estos cabellos o células nerviosas están dañados o faltan, las señales eléctricas no se transmiten tan eficientemente y se produce la pérdida de la audición.

Acumulación gradual de cerumen. El cerumen puede bloquear el canal auditivo y evitar la conducción de ondas sonoras. La extracción de cerumen puede ayudar a restaurar su audición.

Infección del oído y crecimientos óseos anormales o tumores. En el oído externo o medio, cualquiera de estos puede causar pérdida de audición.

Tímpano roto (perforación de la membrana timpánica). Las fuertes ráfagas de ruido, los cambios repentinos de presión, pinchar el tímpano con un objeto y una infección pueden hacer que el tímpano se rompa y afecte su audición. Los tonos más agudos pueden quedar amortiguados en el paciente, los principales síntomas es que puede que resulte difícil distinguir palabras contra el ruido de fondo (Lin et al., 2019).

Otros factores de riesgo asociados a las hipoacusia son (Byeon, 2021):

Envejecimiento. La degeneración de las estructuras del oído interno ocurre con el tiempo.

Ruido fuerte. La exposición a sonidos fuertes puede dañar las células del oído interno. El daño puede ocurrir con la exposición a largo plazo a ruidos fuertes, o por un breve estallido de ruido, como un disparo.

Herencia. La composición genética puede hacer a una persona más susceptible al daño del oído por el sonido o al deterioro por el envejecimiento.

Ruidos ocupacionales. Los trabajos en los que el ruido fuerte es una parte habitual del entorno laboral, como la agricultura, la construcción o el trabajo en una fábrica, pueden provocar daños en el interior del oído.

Ruidos recreativos. La exposición a ruidos explosivos, como los de armas de fuego y motores a reacción, puede provocar una pérdida auditiva inmediata y permanente. Otras actividades recreativas con niveles de ruido peligrosamente altos incluyen motos de nieve, motociclismo, carpintería o escuchar música a todo volumen.

Algunos medicamentos. Los medicamentos como el antibiótico gentamicina, el sildenafil (Viagra) y ciertos medicamentos de quimioterapia pueden dañar el oído interno. Si toma dosis muy altas de aspirina, otros analgésicos, medicamentos antipalúdicos o diuréticos de asa, pueden ocurrir efectos temporales en su audición (zumbido en el oído (tinnitus) o pérdida de la audición).

Algunas enfermedades. Las enfermedades o padecimientos que provocan fiebre alta, como la meningitis, pueden dañar la cóclea (Byeon, 2021).

2.2. TEORÍAS SUSTANTIVAS:

La teoría sustantiva es la que trata de un tema en específico. Ruth Sautu (2003, pág. 15) afirma: “La teoría sustantiva sirve para tomar decisiones de los métodos cualitativas como Conceptos sensibilizadores: dependencia del contexto; énfasis en el lenguaje, en lo multidimensional y constelaciones”.

2.2.1. AUDIOMETRIA DE ALTA FRECUENCIA.

Hasta hace pocos años no se creía que fuera necesario estudiar la audición hasta el extremo superior de la banda de frecuencias. Básicamente se pueden hallar dos motivos para esta carencia: por un lado, esta exploración es técnicamente difícil e inexacta y, por otro, no es útil, ya que las frecuencias conversacionales se extienden hasta 3 KHz o, como mucho, 4 KHz. Por lo tanto, el límite de 8 KHz que presentan los audiómetros clínicos habituales en la vía aérea y de 4 – 6 KHz en la vía ósea se ha considerado suficiente para el estudio de la audición. (Wang et al., 2021).

Sin embargo, al avanzar la técnica y descubrirse nuevos sistemas para el estudio de toda la gama de frecuencias audibles, se puede empezar a distinguir entre audiómetros convencionales y audiómetros de alta frecuencia (García et al., 2017). Por otra parte, a pesar de que generalmente se admite que la audición en las frecuencias superiores a los 3 KHz no participa en la discriminación del habla, algunos estudios sugieren que las frecuencias más agudas también intervienen en este campo. Ya que hoy en día se dispone de aparatos fiables para la determinación del dintel audiométrico en toda la gama de las frecuencias audibles por la especie humana, es importante aprovechar esta información adicional que se nos ofrece sobre el estado de la vía auditiva (Lentz et al., 2017).

Bases físicas

La vía normal de la audición es la vía aérea; por lo tanto, parece lógico emplear esta vía para examinar toda la gama de frecuencias auditivas. Sin embargo, existen una serie de problemas que dificultan esta evaluación. Es relativamente fácil construir una auricular que reproduzca las frecuencias comprendidas entre 125 y 8000 Hz con la fidelidad e intensidad precisas, pero es mucho más difícil hacerlo cuando la frecuencia supera este último límite. Esto se debe básicamente a dos razones: la presencia de resonancias en el interior del CAE y la respuesta propia del auricular, relacionada con su diseño mecánico (Oxenham et al., 2018).

Cuando la cuarta parte de la longitud de la onda del sonido emitido se acerca a la longitud del CAE, se producen resonancias longitudinales en el interior de dicho conducto que dificultan en gran medida la predicción de la presión sonora que alcanzara la membrana timpánica. Este problema puede solucionarse en parte monitorizando la presión sonora junto a la membrana con un pequeño micrófono (Gido et al., 2011). Sin embargo, por encima de los 15 KHz se producen nuevas resonancias en sentido transversal, debido a que la semilongitud de onda se aproxima a la dimensión del diámetro del CAE (Oxenham et al., 2018). Como consecuencia de esto no existe uniformidad en la presión sonora que llega a cada uno de los puntos de la membrana. Esta característica también impide la repetición de las mediciones con un mínimo de exactitud, ya que la posición del auricular sobre la entrada del CAE debe ser bastante precisa para no variar estas resonancias entre dos exploraciones de un mismo sujeto (Gido et al., 2011).

Los auriculares empleados deben ser estables en relación a su respuesta de frecuencia y a su sensibilidad (An et al., 2022). La gran mayoría de auriculares dejan

bastante que desear en estos aspectos en cuanto se abandona la zona de frecuencias conversacionales. Actualmente se han diseñado auriculares de diafragma cerámico que permiten una respuesta bastante satisfactoria en los tonos agudos, aunque el problema se encuentra lejos de su solución definitiva. Sin embargo, aunque pueden ser empleados en la conversacional, para esta última exploración son preferibles por su mayor fiabilidad los auriculares empleados de manera habitual para la audiometría convencional (Mehrparvar et al., 2014).

Por este motivo deben realizarse dos mediciones separadas, una de ellas hasta 8 KHz y la otra desde este valor hasta el límite superior de frecuencia del aparato empleado, impidiendo una exploración continua de toda la gama de frecuencias audibles (Carr et al., 2015). Actualmente se dispone en el mercado de diversos equipos capaces de evaluar la audición hasta 18 – 20 KHz. Todos ellos emplean un oscilador simple para producir el tono, que se administra al paciente mediante auriculares Koss HV / 1 A o Sennheiser HDA 200, de diafragma cerámico. La fuerza de la banda metálica que los mantiene presionados contra el cráneo debe ser diferente para ambos tipos de auriculares (Mehrparvar et al., 2014). A pesar de que se han publicado valores estándares para audiometría de alta frecuencia (AAF) por vía aérea en *decibel hearing level* (dBHL) (ISO 389-5, ANSI S3.6-1), la mayor parte de autores prefieren obtener el audiómetro calibrado en decibel *sound pressure level* (dBSPL), ya que los fabricantes suelen ofrecer esta posibilidad además de los habituales dBHL. Por este motivo no es posible evaluar los resultados de forma continua con los de la audiometría convencional (Oppitz et al., 2018).

Valores de referencia

En la audiometría convencional fue preciso realizar multitud de estudios durante años para llegar a la elaboración de unos valores de referencia que representaran lo que se entiende como audición normal (Colsman et al., 2020). Actualmente estos valores se hallan muy bien definidos, pero solamente en las frecuencias que se encuentran dentro del campo de los audiómetros convencionales (Oppitz et al., 2018). A pesar de haberse publicado valores estándar, las frecuencias superiores a 8 KHz siguen siendo un campo relativamente inexplorado, en el que los investigadores que se han aventurado han obtenido resultados no siempre concordantes. Esta falta de semejanza entre las distintas

observaciones se debe principalmente a diferencias en la técnica empleada (Colsman et al., 2020).

Tal como se sabe desde hace muchos años, la audición se deteriora al avanzar la edad del sujeto y esta alteración se inicia sistemáticamente por el extremo superior de la gama de frecuencias audibles. Así como en la audiometría convencional es posible establecer valores de referencia simplemente considerando que los sujetos explorados se hallen libres de alteraciones auditivas evidentes, la realización de estudios de normalidad en AAF requiere mayores precauciones en la elección de los sujetos (Hunter et al., 2020). Para la elaboración de los valores de referencia es preciso evaluar a una gran cantidad de sujetos sin patología previa, con una buena audición en la exploración audio métrica convencional y unos dinteles que no superen los 25 dBHL en ninguna de las frecuencias clásicas entre 125 y 8000 Hz (Petley et al., 2021).

Utilidad práctica

La sensibilidad auditiva debe explorarse en toda la gama de frecuencias audibles por diversos motivos. Entre los motivos se mencionan la mayor y más precoz alteración que se produce en las frecuencias agudas en algunos procesos patológicos. Los diénteles auditivos en esta zona, y su evolución en el tiempo, pueden proporcionar información que no es posible obtener por otros medios (Petley et al., 2021). Al aparecer las lesiones con mayor precocidad en esta zona, se puede apreciar su incidencia real en lugar de aparente, así como detectarlas con antelación. Asimismo, la rapidez de afectación de las frecuencias agudas permitirá un pronóstico sobre la posible alteración futura de la zona conversacional (Colsman et al., 2020).

La audiometría convencional no explora la espira basal de la cóclea, y tampoco lo hacen las restantes exploraciones audiológicas de que se dispone. Sin embargo, se trata de una zona extremadamente interesante, ya que como se sabe es la primera que se altera en la mayor parte de enfermedades que afectan al laberinto anterior (Wahidah et al., 2021). Se supone que su mayor susceptibilidad ante la lesión se debe a diversos factores. Uno de ellos puede ser una menor vascularización, o más fácil de alterar por procesos patológicos (Carr et al., 2015). Otra causa citada es la proximidad de esta zona a la ventana oval y al estribo, lo cual podría causar fatiga de la espiral basal, por la que deber pasar todos los estímulos vibratorios que llegan al resto de la cóclea (Wahidah et al.,

2021). También se ha hablado de mecanismos todavía desconocidos que podrían activar la espira basal cualquiera que sea la frecuencia percibida, o también diferencias debidas a una maduración embriológica más precoz de esta área (Carr et al., 2015). De todas formas, la mayor importancia de este estudio reside en la posibilidad de detectar lesiones en una zona que realmente no se emplea para la inteligibilidad verbal, mucho antes de que alcance esta zona conversacional.

2.2.2. INSTRUMENTACIÓN PARA LA AUDIOMETRIA.

La prueba del umbral de conducción de aire de tono puro se realiza con el audiómetro Interacoustics Modelo AD226. El audiómetro es un dispositivo electrónico capaz de generar señales de tonos puros, que se pueden ajustar tanto en frecuencia como en nivel. El Interacoustics AD226 es un audiómetro con microprocesador, lo que significa que ha sido programado para realizar la prueba de umbral automáticamente. Es capaz de presentar los tonos, registrar las respuestas del sujeto, ajustar el nivel del tono en consecuencia y determinar cuándo se ha encontrado el umbral. El AD226 también se puede utilizar como audiómetro manual, lo que significa que las frecuencias y el probador, que también determina el umbral, ajusta los niveles. El AD226 se suministra con auriculares audiométricos estándar, auriculares de inserción EARtone 3A, un interruptor de respuesta del paciente y una fuente de alimentación externa (NHANES, 2003).

Descripción de la sala de examen

Para el examen es necesario contar con una cabina de sonido especial (fabricada por Acoustic Systems, modelo Delta 143). Esta cabina de forma triangular está diseñada para garantizar que los niveles de sonido en el interior sean lo suficientemente bajos para permitir mediciones precisas del umbral de audición. Además de la cabina de sonido, la sala de examen tiene otras características diseñadas para reducir aún más los niveles de sonido en la sala. Estos incluyen materiales amortiguadores de sonido en las paredes interiores de la sala de examen y un sello de goma en la puerta exterior (NHANES, 2003).

El área fuera de la cabina de sonido incluye dos áreas de trabajo separadas para el técnico. Una de las áreas de trabajo está ubicada frente a la cabina de audiometría, justo debajo de la ventana, y consiste en una pequeña mesa triangular hecha a medida con el audiómetro en la parte superior y la torre de la computadora debajo. La ubicación de la

mesa permite que el técnico observe al examinado durante la prueba de conducción de aire, pero ayuda a garantizar que el examinado no pueda observar al técnico para evitar indicaciones involuntarias que podrían comprometer los resultados de la prueba. La segunda área de trabajo está ubicada al costado del stand e incluye un área de escritorio y gabinetes de almacenamiento superior e inferior para suministros y equipos de repuesto. Hay un área de trabajo adicional dentro de la cabina de sonido que alberga el resto del equipo audiométrico y los suministros necesarios durante el examen. La pantalla y el teclado de la computadora también se encuentran en esta área de trabajo para facilitar la entrada de datos durante el examen (NHANES, 2003).

Audiómetro

El audiómetro modelo AD226 de Interacoustics se utiliza para obtener umbrales de conducción aérea en todos los examinados. El AD226 puede realizar la prueba de umbral audiométrico automáticamente (que será el protocolo general) o permitirle realizar la prueba manualmente (que será el protocolo en circunstancias especiales). El audiómetro se suministra con auriculares audiométricos estándar y auriculares de inserción, que se utilizan en los casos en los que se sospecha un colapso del canal auditivo o cuando existe una gran diferencia en los umbrales de audición entre los oídos. Los auriculares estándar deben cubrirse con fundas desechables de tela Phone Guard (que son acústicamente transparentes) por motivos de higiene; los auriculares de inserción vienen con puntas desechables en tres tamaños para evitar la contaminación entre los examinados. Hay dos audiómetros en cada centro de medición, que se rotan entre soportes y proporcionan una copia de seguridad en caso de que uno no funcione correctamente durante un soporte (NHANES, 2003).

Simulador Bioacústico

El modelo Quest BA-201-25 realiza dos funciones. En primer lugar, como simulador bioacústico, es una especie de oído "ficticio" que se utiliza para comprobar la calibración del audiómetro a diario. El simulador está programado con umbrales de 60 dB HL en cada frecuencia de prueba; y su "audición" debe probarse todos los días para verificar que la calibración del audiómetro no se haya desplazado. Se proporcionan adaptadores especiales para permitir que el simulador se use con auriculares de inserción así como con auriculares estándar. En segundo lugar, como monitor de banda de octava, mide continuamente los niveles de ruido de fondo en la sala de pruebas audiométricas. Cada vez que los niveles de ruido en la sala de prueba exceden los estándares, que han

sido programados en la unidad, se enciende una luz para alertar al probador sobre el problema. Las pruebas audiométricas no se pueden realizar cuando el monitor indica que los niveles de ruido de fondo son demasiado altos (NHANES, 2003).

Ayuda a medir los niveles de ruido de fondo en la sala de examen y a verificar periódicamente la calibración del audiómetro. El medidor de nivel de sonido usa un micrófono de una pulgada conectado a un preamplificador, a veces a través del cable del preamplificador. El conjunto de filtros de octava Quest Model OB-300 se adjunta al medidor de nivel de sonido para limitar el instrumento a medir niveles de sonido en un cierto rango de frecuencia, en lugar del nivel de sonido general. El soporte de calibración y los acopladores de auriculares se utilizan para comprobar los niveles de calibración del audiómetro. El sonómetro se monta en el trípode fotográfico cuando se miden los niveles de ruido de fondo en la sala de pruebas audiométricas (NHANES, 2003).

REFERENTES EMPIRICOS

Para la presente investigación se han considerado los referentes empíricos según los objetivos trazados. Para el primer objetivo que es determinar las características demográficas de los pacientes adulto joven que refirieron pérdida auditiva, se recabó de la literatura los autores más referentes para luego comparar los resultados de los pacientes que fueron atendidos durante la consulta externa del área de Otorrinolaringología del Hospital de Especialidades Teodoro Maldonado Carbo.

Al respecto, Aziz et al. (2020) realizaron una investigación titulada “Detección temprana de presbiacusia de alta frecuencia entre personas con audición normal”, cuyo objetivo, entre otros, fue evaluar la asociación de edad con presbiacusia de alta frecuencia. En la investigación la población participante fueron doscientos cinco adultos entre 25 a 54 años con audición normal. Los autores concluyeron que la asociación entre la edad y la presbiacusia de alta frecuencia fue significativa en función de la DPOAE de alta frecuencia ($p= 0,029$). Se concluye que la prevalencia de la pérdida auditiva de alta frecuencia es mayor con el aumento de la edad. La DPOAE de alta frecuencia se puede utilizar como una herramienta de detección seguida de la confirmación mediante la PTA ampliada. La detección temprana de la presbiacusia es importante para que se puedan tomar medidas para prevenir el desarrollo de problemas más graves.

Zijun Song, et al. (2021) realizaron una investigación titulada “El Tinnitus se asocia con la pérdida de audición de alta frecuencia prolongada y el daño oculto de alta frecuencia en pacientes jóvenes”, donde su objetivo fue analizar los resultados de las pruebas de audición de alta frecuencia extendida (EHF) y de alta frecuencia en pacientes jóvenes con Tinnitus que muestran una respuesta normal en la audiometría convencional de tonos puros (PTA) y explorar la correlación entre Tinnitus y pérdida de audición (HL). La población de estudio estaba determinada por los pacientes con Tinnitus, de 18 a 35 años de edad, y con PTA convencional normal (125 Hz – 8 kHz). La metodología de estudio empleada fue de casos y controles. Los autores concluyeron que se realicen pruebas de audición de EHF y el seguimiento de las pruebas de audición de HF para facilitar la detección temprana de la discapacidad auditiva para una intervención oportuna en pacientes jóvenes.

Por su parte Škerková et al. (2021) realizaron una investigación cuyo objetivo fue ver si existen diferencias en el umbral de audición utilizando audiometría convencional (CA)

y HFA en trabajadores de diferentes grupos de edad expuestos al ruido en el lugar de trabajo. Los resultados determinaron umbrales de audición más altos de 10 a 16 kHz en los encuestados menores de 31 años.

Respecto al primer objetivo, los autores citados permiten observar los rangos de referencia para el presente estudio. Se puede observar que en todos los estudios citados referentes a este objetivo muestran una edad entre los 18 años y los 54 años con pruebas de audición convencionales normales. Todos los estudios concluyeron que la pérdida auditiva está directamente vinculada con la edad y respecto a los resultados de las pruebas convencionales en la mayor parte fueron reportadas como normales, sin embargo al realizar la prueba extendida y de alta frecuencia demostraron una pérdida parcial de audición.

A decir del segundo objetivo, el cual fue determinar los factores de riesgo de la población que presento alteración en la audiometría de alta frecuencia, se tomó como referencia a Škerková et al. (2021) en su estudio “audiometría de alta frecuencia para la detección temprana de la pérdida auditiva” concluyeron que en poblaciones con exposición a ruido en el lugar de trabajo, se encontraron umbrales estadísticos significativamente más altos para el grupo expuesto (GE) en comparación con el grupo control (GC) en frecuencias de 9 a 18 kHz, especialmente a 16 kHz.

Por su parte, Laffoon et al. (2019), en su trabajo de investigación titulada: “Audiometría convencional, audiometría de alta frecuencia extendida y DPOAE en usuarios jóvenes de armas de fuego recreativas” buscaron determinar si la audiometría convencional, EHFA y pDPOAE son útiles como indicadores tempranos de daño coclear por exposición al ruido impulsivo de armas de fuego recreativas en usuarios jóvenes de armas de fuego. Los jóvenes tienen un mayor riesgo de pérdida de audición inducida por ruido (NIHL) debido a su exposición a armas de fuego, que comienza a una edad temprana, y al uso inconsistente de los equipos de protección mientras disparan armas de fuego, especialmente durante la caza. Se necesita asesoramiento adicional y capacitación educativa sobre el uso adecuado y la importancia de los protectores auditivos diseñados específicamente para los deportes de tiro con jóvenes para evitar la pérdida de audición causada por la exposición excesiva al ruido de las armas de fuego.

Respecto al tercer objetivo trazado que fue correlacionar los resultados obtenidos en la audiometría de alta frecuencia en la identificación de la pérdida auditiva en la población

adulto joven, se cita a Aziz et al. (2020), debido a que su trabajo de investigación se encuentra íntimamente vinculado a al presente estudio, en vista de que se pone de manifiesto como la audiometría extendida de alta frecuencia presenta alteraciones audiométricas en una población asintomática audiológicamente pero que a futuro podría manifestar sintomatología tal como pérdida auditiva, Tinnitus y vértigo. Por lo que indican la importancia de su diagnóstico temprano y el uso de medidas preventivas para evitar su rápido desarrollo hacia problemas graves o manifestados sintomatológicamente.

Por su parte, Laffoon et al. (2019) utilizaron estadísticas descriptivas y MANOVA con la prueba de diferencia significativa post hoc de Tukey para comparar pDPOAE (1–10 kHz), audiometría convencional (0.25–8 kHz) y EHFA (10–16 kHz) en YFU. 25 YFU (n = 11 7–12 años; n = 14 13–17 años) con cumplimiento deficiente del uso del protector auditivo autoinformado. Los autores concluyeron que los umbrales audiométricos convencionales a 2, 3 y 4 kHz fueron significativamente más pobres de lo normal, pero no distinguieron entre YFU más viejos y más jóvenes o entre el GBE y el oído contralateral. Los umbrales de EHFA a 14 y 16 kHz fueron significativamente más pobres que para otras frecuencias y diferencian entre jóvenes mayores y jóvenes, pero no distinguen el GBE del oído contralateral. Finalmente, los niveles de pDPOAE se redujeron significativamente a 8 y 10 kHz, pero no mostraron diferencias para los YFU más jóvenes versus los más viejos o para el GBE del oído contralateral.

En otra investigación bajo el título “Audiometría extendida de alta frecuencia para revelar una pérdida auditiva neurosensorial repentina en pacientes con Tinnitus agudo”, Abu-Eta et al. (2021) evaluaron la posibilidad de que el Tinnitus agudo este esencialmente relacionado con la pérdida auditiva neurosensorial súbita (SSNHL), mediante la utilización de la audiometría extendida de alta frecuencia en los casos en los que la audiometría estándar para frecuencias entre 250 Hz y 8 KHz se encuentran dentro de los límites normales. La población de estudio fue todos los pacientes que presentaban Tinnitus agudo y audiometría estándar normal que llegaron por la emergencia, a los cuales también se les realizó audiometría extendida de alta frecuencia. La metodología empleada fue un estudio retrospectivo entre 2009 y 2014 a la población ya mencionada.

Los resultados expuestos determinaron que treinta y dos pacientes con acufenos agudos y audición neurosensorial asimetría se identificaron perdidas en la audiometría extendida de alta frecuencia, los deltas promedio entre las orejas fueron 9,2 y 33 DB (peor en el oído afectado). Se concluye que se debe realizar una audiometría extendida de alta

frecuencia hasta 20000 Hz en todos los pacientes con acufenos agudos y audiometría estándar dentro de los límites normales (Abu-Eta, 2021).

Los trabajos citados como referencia se vinculan con la presente investigación ya que se pone de manifiesto las alteraciones auditivas indicadas por el paciente tales como Tinnitus, reflejado como alteración en una prueba de audiometría de alta frecuencia que no se evidencian en la audiometría de tonos puros convencional, dando así la opción de establecerlo como un nuevo recurso de investigación en paciente que manifiesten sintomatología auditiva.

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

Respecto a los materiales para el desarrollo de la investigación se contemplan la localización del estudio, el periodo de desarrollo, el universo y la muestra de estudio y finalmente los recursos humanos, materiales y técnicos utilizados en el proceso.

3.1.1. LOCALIZACIÓN

El estudio se realizará con los datos obtenidos en el área de audiología del Hospital de especialidades Teodoro Maldonado Carbo de la ciudad de Guayaquil.

3.1.2. PERIODO DE INVESTIGACIÓN

La investigación abarcará el periodo del 1 de enero del 2017 al 31 de diciembre del 2021.

3.1.3. RECURSOS A EMPLEAR

Respecto a los recursos que se emplearán en esta investigación se dividen en tres tipos: (1) Recursos humanos, (2) recursos físicos y (3) recursos materiales.

3.1.3.1 Recursos humanos

- Revisor metodológico.
- Investigador.
- Tutor.

3.1.3.2 Recursos físicos

- Libros y Revistas de especialidad del área oncológica y hematológica.
- Computador personal, impresora y escáner.
- Informes clínicos de los pacientes.
- Programa estadístico SPSS versión 22.
- Equipo de audiometría – marca: Inventis – modelo: piano plus
- Audífonos para realizar prueba de audiometría – marca: Inventis
- Cabina sonoamortiguada

3.1.4. UNIVERSO Y MUESTRA

Según Hernández et al. (2014) el universo corresponde al total de elementos sobre la cual se realizará la investigación, mientras que la muestra corresponde a una porción representativa del total de individuos de una población .

3.1.4.1 Universo

Se considera como universo muestral a todos los pacientes adultos jóvenes que refirieron pérdida auditiva durante su anamnesis inicial en la consulta externa de Otorrinolaringología con un historial clínico en el Hospital de Especialidades Teodoro Maldonado Carbo en el periodo del 1 de enero 2017 al 31 de diciembre del 2021 y que además presentaron prueba de audiometría de tonos puros convencional dentro del rango normal, durante su paso por el área de audiología de dicho hospital, que corresponde a un total de 1.498 pacientes que refirieron hipoacusia en la consulta, y que al realizarles la prueba de audiometría tonal resultó normal, de estos, solo a 200 pacientes se les realizó además la prueba de audiometría de alta frecuencia, los cuales se consideran la muestra de estudio.

3.1.4.2 Muestra

Pacientes adultos jóvenes que refiriendo pérdida auditiva durante su anamnesis inicial en la consulta externa de Otorrinolaringología con un historial clínico en el Hospital de Especialidades Teodoro Maldonado Carbo, se les realizó prueba de audiometría de tonos puros convencional en el área de Audiología de dicho hospital, y el resultado salió normal, y además se les realizó prueba de audiometría de alta frecuencia. La muestra fue levantada de la población de estudio recogida en el periodo comprendido entre el 1 de enero 2017 al 31 de diciembre del 2021, que corresponde a un total de 200 pacientes, a quienes se les realizó la audiometría de alta frecuencia.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Retrospectivo: la investigación retrospectiva analiza datos ya producidos antes de la investigación, por lo que la información sobre las variables que se estudian generalmente se obtiene a partir de los registros de las historias clínicas o depende de la experiencia pasada de los participantes. Los estudios retrospectivos pueden ser descriptivos o analíticos. El primer grupo corresponde a series de casos y estudios transversales, mientras que los estudios retrospectivos analíticos pueden ser experimentales, transversales, de controles y de cohortes (Talari & Goyal, 2020). En esta investigación se contempla el segundo grupo, es decir, retrospectivo analítico.

Hipotético – deductivo: Según Usman (2015), el método hipotético – deductivo implica una serie de pasos para observar a los sujetos de estudio, sobre los cuales se hacen hipótesis que se encuentran sujetas a comprobación. De acuerdo a este método, se deben generar hipótesis que puedan probarse en las etapas posteriores a través del análisis estadístico que permitan arribar a las conclusiones del estudio. En este trabajo de investigación se partió desde la hipótesis central que la aplicación de la audiometría de alta frecuencia es eficaz en la identificación de hipoacusia en la población joven que ha reportado normalidad en el examen de audiometría convencional.

Enfoque cuantitativo: El enfoque cuantitativo es objetivo, es decir que el investigador recaba los datos de manera sistemática y ordenada para arribar a las conclusiones sobre la base del análisis estadístico, procurando la mínima intervención en el proceso de recolección, para no sesgar la muestra. El investigador levanta los datos y los analiza a través de métodos estadísticos o matemáticos para comprobar las hipótesis, como es el caso en este proyecto de investigación (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). En este estudio se realizarán pruebas estadísticas sobre los datos recopilados de las historias clínicas de las pacientes, con la finalidad de determinar la efectividad de la audiometría de alta frecuencia en la identificación de la hipoacusia en jóvenes que con diagnóstico normal en la audiometría convencional.

3.2.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Según Hernández et al. (2014) existen dos tipos de diseños: experimentales y no experimentales. En el primer grupo el investigador fija un grupo de control sobre el cual plantea un punto de referencia, para luego aplicar la manipulación de la variable independiente sobre la dependiente en un grupo denominado experimental. Una vez realizado el tratamiento experimental se corrobora la hipótesis al evaluar las diferencias entre el grupo de control y el grupo experimental. Por otra parte, las investigaciones no experimentales son aquellas en las que no existe manipulación de variables, en donde el problema se analiza en su contexto natural. En las investigaciones no experimentales el efecto de las variables independientes sobre las variables dependientes se evalúa a través de un proceso de observación y comprobación empírica sin que exista incidencia por parte del investigador sobre las variables ni los sujetos investigados (Creswell, 2013). Las investigaciones no experimentales pueden ser longitudinales y transversales o transeccionales, en donde el primer grupo corresponde a los estudios sobre los cuales se evalúan los cambios de las variables a lo largo del tiempo, mientras que el segundo tipo de estudios corresponde a la investigación que se realiza en un solo momento determinado de tiempo, como es el caso para este estudio.

3.2.3. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Primeramente se solicitarán los datos de las historias clínicas de las pacientes a quienes habiendo aplicado audiometría convencional obtuvieron un diagnóstico normal en el área de Audiología del Hospital Teodoro Maldonado Carbo – IESS desde 1 de enero 2017 al 31 de diciembre del 2021, utilizando el sistema digital de historia clínicas de la institución AS400. Luego, los datos recopilados serán tabulados y depurados en una hoja de Excel, en donde conste nombre, historia clínica, número de cédula, edad. Una vez recopilados los datos se realizarán las pruebas estadísticas pertinentes al grupo de estudio comparando los resultados de los análisis con un grupo de control de datos de pacientes con diagnóstico normal en la audiometría convencional.

3.2.4. OPERACIONALIZACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

La técnica empleada para la recolección de datos en este trabajo de investigación está basada en el análisis de documentos, ya que dichos datos se van a encontrar en un soporte digital como lo es el historial clínico de Otorrinolaringología y base de datos de pruebas

audio métricas del Área de Audiología del Hospital de Especialidades Teodoro Maldonado Carbo de la ciudad de Guayaquil.

Los instrumentos a utilizar van a ser las historias clínicas de los pacientes atendidos en la consulta externa del área de otorrinolaringología del Hospital de especialidades Teodoro Maldonado Carbo, donde se detallan los antecedentes clínicos, examen físico; métodos diagnósticos, hallazgos de pruebas audiométricas, evolución y resultados de las valoraciones audiométricas. La recolección de datos se fundamenta en el uso de la matriz de observación como instrumento de recolección de datos, la cual se aplicará a cada historial clínico y pruebas audiométricas, donde posteriormente los datos obtenidos serán ingresados a hojas de cálculo de Microsoft Excel y luego analizados utilizando el paquete estadístico SPSS de IBM.

El soporte bibliográfico será obtenido a través de plataformas digitales académicas confiables como: PubMed, Scopus, ScienceDirect, Sage Journals, Medline, Scielo y Cochrane Library, entre otras, las referencias corresponderán a publicaciones hechas en los últimos 10 años en adelante, tanto en idioma español como en inglés; de revistas, libros, guías de atención y páginas Web de sociedades científicas internacionales y de alto impacto. Se utilizará el sistema informático del hospital conocido como AS400. Se definirá la utilidad de la audiometría de alta frecuencia en el adulto joven que refiere pérdida auditiva y que tiene de antecedente una audiometría tonal convencional dentro del umbral auditivo normal.

3.2.5. CRITERIOS DE INCLUSIÓN/ EXCLUSIÓN

3.2.5.1 Criterios de inclusión:

- Todos los pacientes adulto joven con manifestación de pérdida auditiva durante su consulta externa en el área de otorrinolaringología y resultado de prueba de audiometría tonal convencional normal en el hospital de especialidades Teodoro Maldonado Carbo durante el periodo del 1 de enero 2017 al 31 de diciembre 2021.
- Todos los pacientes adulto joven que se realizaron prueba de audiometría de alta frecuencia posterior a presentar un resultado de audiometría tonal convencional normal.

3.2.5.2 Criterios de exclusión:

- Todos los pacientes adulto joven con manifestación de pérdida auditiva durante su consulta externa en el área de otorrinolaringología y resultado de prueba de audiometría tonal convencional con alteraciones audiométricas en el hospital de especialidades Teodoro Maldonado Carbo durante el periodo del 1 de enero 2017 al 31 de diciembre 2021.
- Todos los pacientes adulto joven que no se realizaron prueba de audiometría de alta frecuencia posterior a presentar un resultado de audiometría tonal convencional normal.

3.2.6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El análisis de los datos se realizará utilizando el software estadístico SPSS-22. Se considerará significancia estadística un valor de $p < 0,05$ para todos los parámetros, utilizando intervalos de confianza del 95%. Los resultados se representarán mediante tablas simples y de contingencia, además de figuras de barras. Para las variables categóricas se empleará frecuencias y proporciones, mientras que para las variables numéricas se utilizarán medidas de tendencia central como media, rango y desviación estándar. Se empleará el coeficiente de correlación de Spearman para establecer la asociación entre las variables cuantitativas. La prueba de T-Student para muestras independientes se empleará para establecer las diferencias significativas de las variables cuantitativas del estudio y la prueba de chi-cuadrado para establecer asociación entre las variables categóricas.

3.2.7. ASPECTOS ÉTICOS Y LEGALES

Este estudio esta normalizado por los principios éticos de investigación científica de acorde a las normas establecidas en la Declaración de Helsinki, el cual es el documento internacional más importante de regulación de la investigación en seres humanos, este es una propuesta de principios éticos que sirven para orientar a los médicos y a otras personas que realizan investigación médica en seres humanos. Además, se realizará solicitudes a las autoridades correspondientes del Hospital para autorizar la recolección y análisis de datos para dar resultados, conclusiones y recomendaciones que servirán tanto para los beneficiarios directos e indirectos. Con el permiso del Hospital se accederá a la

información del historial clínico que se encuentra en el sistema AS400 del Hospital y resultados audiométricos que se encuentra en la base de datos del área de Audiología del Hospital, los cual servirán para obtener los resultados para esta investigación, dichos resultados serán utilizados con finalidad científica y académica, además que serán entregados a las autoridades del Hospital en beneficio de la sociedad.

3.2.8. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable	Definición	Indicador	Tipo/Escala	Valor
Variables independientes				
Aplicación de audiometría de alta frecuencia	Examen complementario importante para detectar tempranamente la pérdida de audición, sobre base de tonos altos.	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de la prueba de alta frecuencia • 	Binomial	1= Si 2 = No Identificación: 250 a 8000 Hz a 25dB o menos. (normal). Debajo de 25 dB
Variables Dependientes				
Hipoacusia	Incapacidad total o parcial para escuchar sonidos en uno o ambos oídos	<ul style="list-style-type: none"> • Umbral auditivo • Frecuencia sonora 	Continua	250 a 8000 Hz a 25dB o menos. (normal). Debajo de 25 dB
Variables intervinientes o mediadoras				
Factores de riesgo	Cualquier característica o circunstancia detectable que se sabe asociada con la probabilidad de estar especialmente expuesta a desarrollar o padecer hipoacusia.	<ul style="list-style-type: none"> • Exposición laboral al ruido 	Dicotómica	1= Si 2 = No
Características demográficas de los pacientes	Edad y sexo de los pacientes.	<ul style="list-style-type: none"> • Edad • Sexo 	Continua Binomial	<ul style="list-style-type: none"> • Promedio de edad del paciente 1= Hombre 2= Mujer

3.2.9 Cronograma de actividades

Actividades	Periodo 2021-2021																			
	ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIE		OCTUBRE		NOVIE MBRE		DICIE MBRE		ENERO	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Elección del tema de investigación																				
Propuesta de investigación																				
Tutoría 1																				
Presentación de anteproyecto de tesis																				
Tutoría 2																				
Desarrollo del proyecto																				
Búsqueda bibliográfica																				
Construcción del marco teórico																				
Tutoría 3																				
Revisión final del anteproyecto																				
Corrección y edición del anteproyecto																				
Aprobación del anteproyecto																				
Recolección de datos																				
Tabulación de datos																				
Tutoría 4																				
Presentación de borrador de tesis																				
Tutoría 5																				
Corrección y edición del borrador de tesis																				
Aprobación del borrador de tesis																				
Sustentación del proyecto de investigación																				

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Identificar las características demográficas de los pacientes adultos jóvenes que refirieron pérdida auditiva durante la consulta externa del área de Otorrinolaringología del Hospital de Especialidades Teodoro Maldonado Carbo durante el periodo de investigación.

Para el cumplimiento de este objetivo se realizaron tablas cruzadas con la edad y el sexo de los pacientes y la identificación del umbral auditivo, así como pruebas de chi cuadrado para analizar la dependencia de las variables.

Tabla 1 *Tabulación cruzada edad del paciente y sexo del paciente*

	Sexo del paciente		Total	
	Hombre	Mujer		
Edad del paciente	18 – 24	19	28	47
	25 – 30	10	35	45
	31 – 40	20	30	50
	41 - 45	16	42	58
Total	65	135	200	

Según lo presentado en la Tabla 1, se observa que a mayor rango de edad, los pacientes refirieron hipoacusia como síntoma en la consulta, con un mayor predominio del sexo femenino (135 pacientes).

Tabla 2 Tabulación cruzada edad del paciente e identificación del umbral

	Identificación del umbral				Total	
	11 KHZ	12 KHZ	14 KHZ	16 KHZ		
Edad del paciente	18 – 24	0	0	4	43	47
	25 – 30	0	0	12	33	45
	31 – 40	4	4	8	34	50
	41 - 45	0	0	0	58	58
Total		4	4	24	168	200

Se observa que a mayor edad las frecuencias se van a ver mayor afectadas, es decir no existe respuesta en las frecuencias más altas, lo cual se confirma en la prueba de chi – cuadrado, a continuación, que demuestra la dependencia de estas dos variables.

Tabla 3 Chi cuadrado de la edad del paciente y la identificación del umbral

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	44,385 ^a	9	,000
Razón de verosimilitud	47,437	9	,000
Asociación lineal por lineal	,055	1	,814
N de casos válidos	200		

Se observa que existe una significancia bilateral del 0,000 que es inferior al estadístico de prueba del 0,05. Es decir que la edad del paciente y la respuesta a las frecuencias más altas son dependientes. En un sentido más claro, a medida que la edad aumenta, la percepción a las frecuencias más altas disminuye.

Tabla 4 *Tabulación cruzada sexo del paciente e identificación del umbral*

		Identificación del umbral				Total
		11 KHZ	12 KHZ	14 KHZ	16 KHZ	
Sexo del paciente	Hombre	2	0	0	63	65
	Mujer	2	4	24	105	135
Total		4	4	24	168	200

Según los resultados del análisis, las mujeres tienen una mayor prevalencia en la hipoacusia. Se puede observar que existe una proporción de 40 hombres en relación a 135 mujeres.

Tabla 5 *Chi cuadrado del sexo del paciente y la identificación del umbral*

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	15,954 ^a	3	,001
Razón de verosimilitud	24,402	3	,000
Asociación lineal por lineal	4,711	1	,030
N de casos válidos	200		

La significancia bilateral del 0,001 corrobora una dependencia del sexo del paciente y la respuesta a las frecuencias más altas son dependientes. En un sentido más claro, las mujeres tienen una mayor propensión a la hipoacusia.

4.1.2. Determinar los factores de riesgo de la hipoacusia identificados en la audiometría de alta frecuencia.

Para el cumplimiento de este objetivo se realizaron tablas cruzadas con la edad y el sexo de los pacientes y la exposición al ruido laboral, así como pruebas de chi cuadrado para analizar la dependencia de las variables. Finalmente, se analizó la dependencia entre la exposición al ruido y el umbral auditivo, mediante un a prueba de Phi V de Cramer.

Tabla 6 *Tabulación cruzada exposición laboral por rango de edad*

	Trabajo con exposición al ruido		Total
	Si	No	
Edad del paciente			
	18 – 24	47	47
	25 – 30	42	45
	31 – 40	0	50
	41 - 45	0	58
Total	89	111	200

Según se puede observar en la Tabla 6, de los 200 pacientes de la muestra de estudio, 89 indicaron trabajar con exposición al ruido, cuya totalidad se concentra entre los 18 y 30 años.

Tabla 7 Tabulación cruzada sexo del paciente y trabajo con exposición al ruido

		Trabajo con exposición al ruido		Total
		Si	No	
Sexo del paciente	Hombre	29	36	65
	Mujer	60	75	135
Total		89	111	200

Los resultados del análisis cruzado de la exposición al ruido por sexo del paciente muestran que 60 fueron mujeres, en relación a 29 hombres, es decir que las mujeres consideradas en el estudio estuvieron mayormente expuestas al ruido que los hombres. Existen actividades como el control portuario, aeroportuario, así como otras actividades con exposición al ruido donde las mujeres tienen una considerable presencia. Existen también otras actividades que puede considerarse de riesgo, como el caso de la exposición constante al ruido de secadoras de cabello en gabinetes de belleza, o el ruido de los niños en guarderías o escuelas que podrían estar relacionadas a esta mayor exposición al ruido por parte de las actividades laborales de las mujeres de la muestra.

Sin embargo, se observa, por otro lado que, la proporción de personas que labora sin ruido fue mayor, lo permite inferir que la exposición laboral al ruido no es el único factor riesgo para tener la hipoacusia de síntoma. Hay otros factores de riesgo de exposición al ruido (diferentes al laboral) como: el uso de audífonos, música en ambientes cerrados, conciertos, entre otros factores que requieren mayor atención al momento de la consulta. Según la literatura la exposición al ruido es uno de los factores de riesgo más determinantes en la hipoacusia, sin embargo, es necesario considerar un espectro más amplio para la incluir actividades consideradas de riesgo que pueden pasar desapercibidas

Tabla 8 *Phi V de Cramer de las variables trabajo con exposición al ruido e identificación del umbral*

		Valor	Aprox. Sig.
Nominal por Nominal	Phi	,237	,010
	V de Cramer	,237	,010
N de casos válidos		200	

La prueba de independencia de Phi V de Cramer entre la exposición al ruido y la identificación del umbral son dependientes, en un sentido más claro esto significa que las personas cuyas actividades laborales están expuestas al ruido, son más propensas a no responder a frecuencias más altas.

4.1.3. Determinar el nivel de correlación que existe entre los resultados obtenidos en la audiometría de alta frecuencia y la identificación de la hipoacusia en la población adulto joven.

Para el cumplimiento de este objetivo se realizaron tablas cruzadas con la edad y el sexo de los pacientes con los resultados de la audiometría de alta frecuencia, así como pruebas de correlación y de chi cuadrado entre las variables. Finalmente, se ejecutó una prueba de muestras emparejadas entre audiometría convencional y audiometría de alta frecuencia, para medir las diferencias significativas en los resultados de ambos métodos de diagnóstico.

Tabla 9 *Tabulación cruzada edad del paciente y audiometría de alta frecuencia*

	Audiometría de alta frecuencia			Total
	Normal	Alterada		
Edad del paciente				
	18 – 24	31	16	47
	25 – 30	21	24	45
	31 – 40	4	46	50
	41 - 45	0	58	58
Total		56	144	200

Los resultados demuestran que 144 pacientes tuvieron una prueba de audiometría de alta frecuencia (AAF) alterada. Se puede observar también que, a mayor edad se registran mayor número de pruebas alteradas de AAF, lo cual se confirma en el análisis de chi cuadrado a continuación.

Tabla 10 *Análisis de correlación edad del paciente y audiometría de alta frecuencia*

		Valor	Error estándar asintótico	Aprox. S	Aprox. Sig.
Intervalo por intervalo	R de persona	,591	,045	10,314	,000
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	,587	,043	10,204	,000
N de casos válidos		200			

La Tabla 10 muestra los resultados de la prueba de correlación entre la edad del paciente y la AAF. Se puede observar una significancia bilateral del 99% (0,000) entre las variables, lo que significa que las alteraciones de la AAF suceden con mayor frecuencia a medida que la edad avanza en un 58,7%, en la muestra de estudio.

Tabla 11 *Tabulación cruzada sexo del paciente y audiometría de alta frecuencia*

		Audiometría de alta frecuencia		
		Normal	Alterada	Total
Sexo del paciente	Hombre	15	50	65
	Mujer	41	94	135
Total		56	144	200

En el análisis por sexo, se observa que 50 hombres reportaron una AAF alterada en relación a 94 mujeres. Los resultados de las pruebas de chi cuadrado y correlación no demostraron dependencia o relación entre las variables; es decir que las alteraciones de la AAF son independientes del sexo.

Tabla 12 Prueba de muestras emparejadas entre audiometría convencional y audiometría de alta frecuencia

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
Par					Media	estándar	estándar	Inferior	Superior
1	Audiometría de alta frecuencia y Audiometría convencional	,72000	,45013	,03183	,65724	,78276	22,621	199	,000

La Tabla 12 presenta la prueba de diferencias de medias entre los resultados de la audiometría convencional y la AAF, con el propósito de observar las diferencias en el diagnóstico de la hipoacusia. Se puede concluir con una confiabilidad del 99%, (sig. Bilateral 0,000) que existen diferencias en los resultados de la audiometría convencional y la AAF, lo que responde parcialmente a la pregunta de investigación central del presente trabajo. No obstante, es necesario determinar si estas diferencias se encuentran presente en los adultos jóvenes, para lo cual se realizó una prueba de diferencias de los resultados por rangos de edad entre 18 – 24 años y 25 y 30 años, que se presenta en la tabla a continuación.

Tabla 13 Prueba de muestras emparejadas entre audiometría convencional y audiometría de alta frecuencia para adultos jóvenes

		Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Audiometría de alta frecuencia	Se asumen varianzas iguales	4,364	,040	-1,881	90	,043	-,19291	,10254	-,39661	,01080
	No se asumen varianzas iguales			-1,879	89,181	,043	-,19291	,10265	-,39687	,01106

Se puede observar en la Tabla 13 que existe una diferencia significativa entre los resultados de la audiometría convencional y la AAF en los rangos de edad comprendidos entre los 18 y los 30 años, con una significancia bilateral del 0,043 en la prueba de diferencias de medias. Esto significa que la AAF permite identificar hipoacusia en los adultos jóvenes cuando han pasado la prueba de audiometría convencional, la cual es la hipótesis principal de este trabajo de investigación.

4.2. DISCUSIÓN

Todos los estudios citados en los referentes empíricos respecto a las características demográficas de los pacientes con pérdida auditiva muestran una edad entre los 18 años y los 54 años con pruebas de audición convencionales normales. Todos los estudios concluyeron que la pérdida auditiva está directamente vinculada con la edad y respecto a los resultados de las pruebas convencionales en la mayor parte fueron reportadas como normales, sin embargo al realizar la prueba extendida y de alta frecuencia demostraron una pérdida parcial de audición.

En este estudio se observa que a mayor rango de edad, los pacientes refirieron hipoacusia como síntoma en la consulta, con un mayor predominio del sexo femenino (135 pacientes), lo que concuerda con estudios como Aziz et al. (2020), quienes concluyeron que la asociación entre la edad y la presbiacusia de alta frecuencia fue significativa en función de la DPOAE de alta frecuencia ($p=0,029$), por su parte Zijun Song, et al. (2021) concluyeron que se realicen pruebas de audición de AAF y el seguimiento de las pruebas de audición de AF para facilitar la detección temprana de la discapacidad auditiva para una intervención oportuna en pacientes jóvenes, mientras que Škerková et al. (2021) determinaron umbrales de audición más altos de 10 a 16 kHz en los encuestados menores de 31 años.

Los resultados demuestran que 144 pacientes tuvieron una prueba de audiometría de alta frecuencia (AAF) alterada con mayor número de pruebas alteradas a medida que la edad aumenta con $\text{sig}=,000$, pero sin dependencia con el sexo. Škerková et al. (2021) concluyeron que en poblaciones con exposición a ruido en el lugar de trabajo, se encontraron umbrales estadísticos significativamente más altos para el grupo expuesto (GE) en comparación con el grupo control (GC) en frecuencias de 9 a 18 kHz, especialmente a 16 kHz

A decir del segundo objetivo, el cual fue determinar los factores de riesgo de la población que presento alteración en la audiometría de alta frecuencia, de los 200 pacientes de la muestra de estudio, 89 indicaron trabajar con exposición al ruido, cuya totalidad se concentra entre los 18 y 30 años. Los resultados del análisis cruzado de la exposición al ruido por sexo del paciente muestran que 60 fueron mujeres, en relación a 29 hombres. En este estudio, la exposición al ruido y la identificación del umbral son dependientes ($\text{sig}=,010$), sin

embargo, la proporción de personas que labora sin ruido fue mayor, lo permite inferir que la exposición laboral al ruido no es el único factor riesgo para tener la hipoacusia de síntoma.

Respecto al tercer objetivo trazado que fue correlacionar los resultados obtenidos en la audiometría de alta frecuencia en la identificación de la pérdida auditiva en la población adulto joven, se pudo determinar una diferencia significativa entre los resultados de la audiometría convencional y la AAF en los rangos de edad comprendidos entre los 18 y los 30 años, con una significancia bilateral del 0,043 en la prueba de diferencias de medias, lo que permite inferir que la AAF permite la identificación de la hipoacusia en pacientes con prueba convencional normal.

En este sentido, Aziz et al. (2020) pone de manifiesto la importancia de la AAF en el diagnóstico temprano y el uso de medidas preventivas para evitar su rápido desarrollo hacia problemas graves o manifestados sintomatológicamente. Por otra parte, Abu-Eta et al. (2021) determinaron que se debe realizar una audiometría extendida de alta frecuencia hasta 20000 Hz en todos los pacientes con acufenos agudos y audiometría estándar dentro de los límites normales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

El objetivo de este estudio fue el de determinar la utilidad de la audiometría de alta frecuencia como prueba en el adulto joven que refiere pérdida auditiva, sobre lo cual se puede concluir que la AAF permite la identificación de la hipoacusia en pacientes con prueba convencional normal. Se corrobora que los pacientes adultos jóvenes con manifestación de pérdida auditiva y exposición a factores de riesgo de sonidos de intensidad alta, que presentan una prueba de audiometría tonal convencional dentro del umbral auditivo normal, pueden presentar alteraciones iniciales, relevantes, visibles y registrables en la audiometría de alta frecuencia. Por otro lado, se corroboró que la exposición al ruido laboral es el factor de riesgo que tiene mayor efecto en la pérdida de los rangos auditivos, sin embargo no se consideró en el diagnóstico la exposición a otro tipo de ruidos no relacionados con actividades laborales, como es el uso de audífonos, la asistencia a conciertos y otras actividades lúdicas que pueden ser consideradas como factores de riesgo determinantes.

RECOMENDACIONES

En primer lugar se recomienda protocolizar el uso de la AAF como medida preventiva para evitar el rápido desarrollo la hipoacusia hacia problemas o manifestaciones sintomatológicamente más graves.

Se recomienda también tomar en cuenta otras actividades lúdicas en la identificación de los factores de riesgo de la hipoacusia, con mayor especificidad en el adulto joven como es el uso de audífonos, la asistencia a conciertos, discotecas y otras actividades lúdicas que pueden ser consideradas como factores de riesgo.

Se recomienda para futuras investigaciones realizar estudios longitudinales para evaluar progresivamente la efectividad de la AAF en la identificación de la hipoacusia en adultos jóvenes.

Bibliografía

- Abu-Eta, R. (2021). Extended High Frequency Audiometry for Revealing Sudden Sensory Neural Hearing Loss in Acute Tinnitus Patients. *Int Arch Otorhinolaryngo*, 25(3), 1-3. doi:<https://doi.org/10.1055/s-0040-1713921>
- Alarcón, I. (19 de 11 de 2019). *Diario El Comercio*. Obtenido de Fatiga auditiva por alto uso de auriculares: <https://www.elcomercio.com/tendencias/sociedad/fatiga-auditiva-alto-uso-auriculares.html>
- An et al. (2022). Feedback Controller Optimization for Active Noise Control Headphones Considering Frequency Response Mismatch between Microphone and Human Ear. *Applied Sciences*, 12, 977. doi:<https://doi.org/10.3390/app12030977>
- Aziz et al. (2020). Early detection of high-frequency presbycusis among normal hearing individuals. *Otology & Neurotology*, e989-e992. doi:[10.1097/MAO.0000000000002725](https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000002725)
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la Investigación*. Bogotá: Pearson Education.
- Bertalanffy, L. v. (1976). *Teoría General de Sistema*. Mexico : Fondo de Cultura Económica.
- Byeon, H. (2021). Associations between adolescents earphone usage in noisy environments, hearing loss, and self-reported hearing problems in a nationally representative sample of South Korean middle and high School students. *Medicine*, 100(3), e24056. doi:<https://doi.org/10.1097/md.00000000000024056>
- Carr et al. (2015). Extended high-frequency bandwidth improves reception of speech in spatially separated masking speech. *Ear Hearing*, 36(5), e214–e224. doi:<https://dx.doi.org/10.1097%2FAUD.0000000000000161>
- Chen et al. (2020). An overview of occupational noise-induced hearing loss among workers: epidemiology, pathogenesis, and preventive measures. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 25(65). doi:<https://doi.org/10.1186/s12199-020-00906-0>

- Chibisova et al. (2018). Epidemiology of hearing loss in children of the first year of life. *Vestnik otorinolaringologii*, 83(4), 37-42. doi:10.17116/otorino201883437
- Colsman et al. (2020). Evaluation of Accuracy and Reliability of a Mobile Screening Audiometer in Normal Hearing Adults. *Frontiers in Psychology*. doi:https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00744
- Creswell, J. (2013). *Research Design. Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. London: Sage.
- Cunningham, L., & Tucci, L. (2017). Hearing loss in adults. *New England Journal of Medicine*, 377, 2465 - 2473. doi:10.1056/NEJMra1616601
- Davis, A., & Hoffman, H. (2019). Hearing loss: rising prevalence and impact. *Bulletin of the World Health Organization*, 97(10), 646-646A. doi:10.2471/BLT.19.224683
- Dawood, M. (2017). Frequency dependence hearing loss evaluation in perforated tympanic membrane. *International archives of otorhinolaryngology*, 21(4), 336-342. doi:https://doi.org/10.1055/s-0037-1598597
- de Regloix et al. (2020). Conductive hearing loss with a normal eardrum. *La Revue du praticien*, 70, 527 - 531.
- Deavall et al. (2012). Drug-Induced Oxidative Stress and Toxicity. *Journal Toxicology*. doi:https://dx.doi.org/10.1155%2F2012%2F645460
- Ding et al. (2016). Ototoxic effects and mechanisms of loop diuretics. *Journal of Otology*, 11(4), 145–156. doi:https://dx.doi.org/10.1016%2Fj.joto.2016.10.001
- Domej et al. (2014). Oxidative stress and free radicals in COPD – implications and relevance for treatment. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, 9, 1207–1224. doi:https://dx.doi.org/10.2147%2FCOPD.S51226
- Elmore, E. (2007). Apoptosis: A Review of Programmed Cell Death. *Toxicol Pathology*, 35(4), 495–516. doi:https://dx.doi.org/10.1080%2F01926230701320337

- Farahmand et al. (2016). The Audiometric and Mechanical Effects of Partial Ossicular Discontinuity. *Ear and Hearing Journal*, 37(2), 206–215.
doi:<https://dx.doi.org/10.1097%2FAUD.0000000000000239>
- García et al. (2017). Audiometría de altas frecuencias: utilidad en el diagnóstico audiológico de la hipoacusia inducida por ruidos. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 21(5). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552017000500004
- Gido et al. (2011). Sound Reproduction within a Closed Ear Canal: Acoustical and Physiological Effects. *Audio Engineering Society*, 13-16.
- Harrison, R. (2012). The Prevention of Noise Induced Hearing Loss in Children. *International Journal of Pediatrics*.
doi:<https://dx.doi.org/10.1155%2F2012%2F473541>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6 ed.). Mc Graw Hill. Obtenido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Hunter et al. (2020). Extended high frequency hearing and speech perception implications in adults and children. *Hear Res*, 327.
doi:<https://dx.doi.org/10.1016%2Fj.heares.2020.107922>
- Korver et al. (2017). Congenital hearing loss. *Nature reviews Disease primers*, 3, 1 - 17.
doi:<https://doi.org/10.1038/nrdp.2016.94>
- Kwak, C., & Han, W. (2021). The Effectiveness of Hearing Protection Devices: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Research Square*, 1-25.
doi:<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-192095/v1>
- Laffoon et al. (2019). Conventional audiometry, extended high-frequency audiometry, and DPOAES in youth recreational firearm users. *International journal of audiology*, 58(Sup1), 40-48. doi:<https://doi.org/10.1080/14992027.2018.1536833>

- Lentz et al. (2017). Audiometric Testing With Pulsed, Steady, and Warble Tones in Listeners With Tinnitus and Hearing Loss. *American Journal of Audiology*, 26(3), 328–337. doi:https://dx.doi.org/10.1044%2F2017_AJA-17-0009
- Li et al. (2021). Prevalence of hearing loss and influencing factors among workers in Wuhan, China. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 31511–31519. doi:<https://doi.org/10.1007/s11356-021-13053-y>
- Lieu, J. (2020). Hearing loss in children: a review. *JAMA*, 324(21), 2195-2205. doi:10.1001/jama.2020.17647
- Lin et al. (2019). Hearing loss is a risk factor of disability in older adults: A systematic review. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 85, 103907. doi:<https://doi.org/10.1016/j.archger.2019.103907>
- Masuda et al. (2021). Risk of Sensorineural hearing loss in Patulous Eustachian Tube. *Otology & Neurootology*, 42(5), 521-529. doi:<https://doi.org/10.1097/mao.0000000000003059>
- McGinnity et al. (2021). The hearing health of live-music sound engineers. *Archives of Environmental & Occupational Health*, 76(6), 301-312. doi:10.1080/19338244.2020.1828241
- Mechanism and Prevention of Ototoxicity Induced by Aminoglycosides. (2021). *Frontier Cellular Neurosciences*, 15.
- Mehrpour et al. (2014). Conventional Audiometry, Extended High-Frequency Audiometry, and DPOAE for Early Diagnosis of NIHL. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 16(1), e9628. doi:<http://dx.doi.org/10.5812/ircmj.9628>
- Mohanty, S. (2019). Ossicular Integrity in Chronic Otitis Media (Mucosal Type): A Surgical Review. *Ann Otol Neurotol*, 2, 41–42. doi: <https://doi.org/10.1055/s-0039-1693833>
- Mrázková, E. (2021). High-Frequency Audiometry in Women with and without. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2-15.

Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8296259/pdf/ijerph-18-06463.pdf>

Neural Hyperactivity of the Central Auditory System in Response to Peripheral Damage. (2016). *Neural Plast.* doi:<https://dx.doi.org/10.1155%2F2016%2F2162105>

NHANES. (2003). *Audiometry procedures manual*. Obtenido de National Health and Nutrition Examination Survey: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.cdc.gov%2Fnchs%2Fdata%2Fnhanes%2Fnhanes_03_04%2Fau.pdf&clean=4515008&chunk=true

Nieman, C., & Oh, E. (2020). Hearing loss. *Annals of internal medicine.* doi:<https://doi.org/10.7326/AITC202012010>

Oppitz et al. (2018). High-frequency auditory thresholds in normal hearing adults. *In CoDAS*, 30(4), 1-7. doi:<https://doi.org/10.1590/2317-1782/20182017165>

Oxenham et al. (2018). How We Hear: The Perception and Neural Coding of Sound. *Annu Rev Psychol*, 69, 27–50. doi:<https://dx.doi.org/10.1146%2Fannurev-psych-122216-011635>

Pak et al. (2020). Antioxidant Therapy against Oxidative Damage of the Inner Ear: Protection and Preconditioning. *Antioxidants (Basel)*, 9(11). doi:<https://dx.doi.org/10.3390%2Fantiox9111076>

Palma et al. (2017). Superior Semicircular Canal Dehiscence Syndrome – Diagnosis and Surgical Management. *Int Archives Otorhinolaryngology*, 21(2), 195–198. doi:<https://dx.doi.org/10.1055%2Fs-0037-1599785>

Petley et al. (2021). Listening Difficulties in Children with Normal Audiograms: Relation to Hearing and Cognition. *Ear Hear*, 42(6), 1640–1655. doi:<https://dx.doi.org/10.1097%2FAUD.0000000000001076>

Ramkumar et al. (2021). Oxidative Stress and Inflammation Caused by Cisplatin Ototoxicity. *Antioxidants (Basel)*, 10(12), 1919. doi:<https://dx.doi.org/10.3390%2Fantiox10121919>

- Ravicz et al. (2004). Mechanisms of hearing loss resulting from middle-ear fluid. *Hear Research, 195*(1-2), 103-130. doi:10.1016/j.heares.2004.05.010.
- Sardone et al. (2019). The Age-Related Central Auditory Processing Disorder: Silent Impairment of the Cognitive Ear. *Frontiers in Neuroscience, 619*. doi:https://dx.doi.org/10.3389%2Ffnins.2019.00619
- Sautu, R. (2003). *Todo es teoría* . Lumiere .
- Scarpa et al. (2020). Inner-Ear Disorders Presenting with Air–Bone Gaps: A Review. *The Journal of International Advanced Otology, 16*(1), 111-116. doi:https://dx.doi.org/10.5152%2Fiao.2020.7764
- Sheppard et al. (2020). Occupational noise: Auditory and non-auditory consequences. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(23), 8963. doi:https://doi.org/10.3390/ijerph17238963
- Škerková et al. (2021). High-Frequency Audiometry for Early Detection of Hearing Loss: A Narrative Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 18*(9), 4702. doi:https://doi.org/10.3390/ijerph18094702
- Song et al. (2021). Tinnitus Is Associated With Extended High-frequency Hearing Loss and Hidden High-frequency Damage in Young Patients. *Otology & Neurotology, 42*(3), 377-383. doi:10.1097/MAO.0000000000002983
- Strenzke et al. (2008). Update zur Physiologie und Pathophysiologie des innenohrs. *HNO, 56*(1), 27 - 36. doi:10.1007/s00106-007-1640-7
- Suarez, C. (2007). *Tratado de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello - Otología*. Madrid: Editorial Medica Panamericana.
- Talari, K., & Goyal, M. (2020). Clinical Retrospective studies – utility and caveats. *J R Coll Physicians Edinb, 50*, 398–402. doi:10.4997/JRCPE.2020.409
- Usman, M. (2015). Hypethetic - Deductive Method: A Comparative Analysis. *Journal of Basic and Applied Research International, 228-231*.

- Wahidah et al. (2021). Weber Test. *StatPearls [Internet]*.
doi:<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526135/>
- Wang et al. (2021). Extended high-frequency audiometry in healthy adults with different age groups. *Journal of Otolaryngology -Head and Neck Surgery*, 50(52), 2-6.
doi:<https://doi.org/10.1186/s40463-021-00534-w>
- Wong, A., & Ryan, A. (2015). Mechanisms of sensorineural cell damage, death and survival in the cochleaWong. *Frontier in Aging Neurosciences*, 7(58).
doi:<https://dx.doi.org/10.3389%2Ffnagi.2015.00058>
- World Health Organization (WHO). (2018). Hearing loss due to recreational exposure to loud sounds. *WHO Library Cataloguing-in-Publication Data*, 2 - 32. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fapps.who.int%2Firis%2Fbitstream%2Fhandle%2F10665%2F154589%2F9789241508513_eng.pdf&cclen=766081&chunk=true
- Young, A. (2021). Ossiculoplasty. *StatPearls [Internet]*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563162/>
- Zafar, N., Jamal, Z., & M., K. (2021). Otosclerosis. *StatPearls [Internet]*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560671/>

Anexo 1. Matrices de observación

TABLA 1. PERFIL DEMOGRÁFICO			
RANGO DE EDAD	N (%)	HOMBRE (N=#)	MUJER (N=#)
18 – 24			
25 – 30			
31 – 40			
41 - 45			

TABLA 2. EXPOSICION LABORAL SEGÚN EL GENERO			
EXPOSICION LABORAL	N (%)	HOMBRE (N=#)	MUJER (N=#)
LABORA CON RUIDO			
LABORA SIN RUIDO			

TABLA 3. EXPOSICION LABORAL POR RANGO DE EDAD			
RANGO DE EDAD	N (%)	LABORA CON RUIDO	LABORA SIN RUIDO
18 – 24			
25 – 30			
31 – 40			
41 – 45			

TABLA 4. IDENTIFICACION DEL UMBRAL AUDITIVO EN LA PRUEBA DE AUDIOMETRIA DE ALTA FRECUENCIA

RANGO DE EDAD	N (%)	8 KHZ	9 KHZ	10 KHZ	11 KHZ	12 KHZ	14 KHZ	16 KHZ
18 – 24								
25 – 30								
31 – 40								
41 - 45								

KHZ: KILOHERCIO

TABLA 5. CORRELACION DE LA AUDIOMETRIA DE ALTA FRECUENCIA POR RANGO DE EDAD			
RANGO DE EDAD	N (%)	A.A.F NORMAL	ALTERACION A.A.F
18 – 24			
25 – 30			
31 – 40			
41 – 45			

A.A.F: AUDIOMETRIA DE ALTA FRECUENCIA

TABLA 6. CORRELACION DE LA AUDIOMETRIA DE ALTA FRECUENCIA POR EXPOSICION LABORAL			
EXPOSICION LABORAL	N (%)	A.A.F NORMAL	ALTERACION A.A.F
LABORA CON RUIDO			
LABORA SIN RUIDO			

Anexo 2. Presupuesto

Recursos humanos	Cantidad	Valor US \$	unitario	Valor total US \$
Revisor metodológico	1	--		----
Tutor	1	--		----
Investigador (a)	1	--		----
Recursos tecnológicos y materiales				
Internet	100 horas	0.25		25
Laptop	1	500		500
Impresora	1	180		180
Impresiones	1000	0,05		50
Memory flash	1	12		12
Hojas de papel bond	3 resmas	3.50		9,50
Material bibliográfico				
(libros, suscripciones a revistas científicas médicas, revistas físicas)	10	50		500
ESFEROS BORRABLES	3	3,50		10.50
Programa estadístico SPSS versión 22.	1	300		300
Total				1587