

## Audiometría de altas frecuencias en adolescentes expuestos a ruidos

### High frequency audiometry in adolescents exposed to noises

María Josefa García Ortiz<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7509-3959>

Miriam Maité Torres Núñez<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0003-3081-928x>

Alejandro Torres Fortuny<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0001-5885-594x>

Tania Roig Álvarez<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1698-6252>

Francisca Cruz Sánchez<sup>4</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6687-0058>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Médicas “General Calixto García”. La Habana, Cuba.

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones Clínicas. La Habana. Cuba

<sup>3</sup>Centro de Neurociencias. La Habana, Cuba.

<sup>4</sup>Facultad Fínlay Albarrán. La Habana, Cuba.

\*Autor para la correspondencia: [mjgarcia@infomed.sld.cu](mailto:mjgarcia@infomed.sld.cu)

## RESUMEN

**Introducción:** La audiometría de altas frecuencias (9000-20 000 Hz) puede ser de gran utilidad en el diagnóstico precoz de hipoacusia inducida por ruidos en contraste con la audiometría convencional (125-8000 Hz).

**Objetivo:** Evaluar la utilidad de la audiometría de altas frecuencias en el diagnóstico precoz de la hipoacusia inducida por ruidos en adolescentes.

**Métodos:** Estudio descriptivo, observacional y transversal en 85 adolescentes expuestos a ruidos; 45 cursaban el décimo grado en un preuniversitario de la provincia La Habana, en el curso escolar 2013-2014 y 40, el primer año de la carrera de medicina, en una facultad de La Habana en el curso escolar 2015- 2016. A todos se le realizó una encuesta, examen físico de otorrinolaringología, audiometría convencional y audiometría de alta frecuencia.

**Resultados.** La audiometría convencional fue normal en todos los casos. En la audiometría de altas frecuencias en todos los adolescentes estudiados comenzó a disminuir la audición a

partir de los 13 000 Hz y se apreció una hipoacusia neurosensorial en aumento hasta 85 decibeles en oído derecho y 78 decibeles en oído izquierdo en 20 000 Hz de frecuencia.

**Conclusiones:** Los adolescentes evaluados tienen hábitos auditivos que pueden perjudicar su audición, todos ya poseen signos de daño que no se manifiestan a través de la audiometría convencional pero sí a través de la audiometría de alta frecuencia en las diferentes exposiciones a ruidos de altos decibeles. Lo anterior demuestra la utilidad de esta audiometría, no solo dentro del campo de la audiolgía, sino también en la medicina preventiva.

**Palabras clave:** audiometría de alta frecuencia; adolescentes; ruido.

## ABSTRACT

**Introduction:** High frequency audiometry (9000-20 000 Hz) can be really useful in the early diagnosis of deafness induced by noises, in contrast with conventional tonal audiometry (125-8000 Hz).

**Objective:** Assess the usefulness of high frequency audiometry in the early diagnosis of deafness induced by noises in adolescents.

**Methods:** Descriptive, observational and cross-sectional study in 85 adolescents exposed to noises; 45 of them were studying the 10th grade in a high school of Havana province, and 40 of them were in the first year of Medicine in a faculty of Havana province during school year 2015-2016. All of them took a survey, a physical examination of otolaryngology, liminar total audiometry and high frequency audiometry.

**Results:** Tonal audiometry was normal in all the cases. In high frequency audiometry of all the studied adolescents started to decrease audition from 13000 HZ and it was noticed an increasing neurosensorial deafness up to 85 decibels in the right ear and 78 decibels in the left ear in 20 000 Hz of frequency.

**Conclusions:** The adolescents assessed have auditive habits that can jeopardize their audition; all of them already have signs of damage that are not noticed in the tonal audiometry but in the high frequency audiometry in the different exposures to noises of high decibels. This proves the usefulness of this kind of audiometry not only in the field of audiology, but also in preventive medicine.

**Keywords:** High frequency audiometry; adolescents; noise.

Recibido: 11/01/2021

Aceptado: 25/01/202

## Introducción

La hipoacusia inducida por ruido (HIR) es un problema de salud que se incrementa, en conjunto con el avance de la civilización. La exposición a ruidos de alta intensidad, origina trastornos como la incapacidad para la comunicación personal, reduce la calidad de vida del ser humano y su socialización, fenómeno este conocido como sociacusia.<sup>(1)</sup>

La HIR se define como la disminución de la capacidad auditiva de uno o ambos oídos, parcial o total, de forma permanente y acumulativa, de tipo sensorineural que se origina de forma gradual, y como resultado de la exposición a niveles perjudiciales de ruido en el ambiente laboral, de tipo continuo o intermitente de intensidad relativamente alta durante un tiempo prolongado, lo que lo diferencia del trauma acústico, el cual es considerado más como un accidente, que una verdadera enfermedad profesional. La HIR se caracteriza por ser de comienzo insidioso, curso progresivo y de presentación predominante bilateral y simétrica. Al igual que todas las hipoacusias sensorineurales, se trata de una afección irreversible, pero a diferencia de estas, la HIR puede ser prevenida, por sus características de ser acumulativa y ocurrir de forma gradual a través de los años, por eso es importante proteger la audición desde una edad temprana.<sup>(2)</sup>

La valoración auditiva se realiza mediante la audiometría convencional (125-8000 Hz), no obstante, el oído humano posee un rango auditivo que alcanza hasta los 20 000 Hz. La audiometría de alta frecuencia (AAF), es aquella que estudia la audición hasta el extremo superior de la banda de frecuencias que alcanza los 20 000 Hz, fue introducida en la práctica clínica en los inicios de la década de los años 60 del siglo XX, a pesar de que las primeras investigaciones a las que se hicieron referencia datan de la primera mitad del siglo XIX. Su utilidad puede evaluarse de dos formas, como una herramienta de investigación para aumentar nuestro conocimiento de la audición y de los diferentes trastornos que la pueden afectar y como un procedimiento clínico para la monitorización de pacientes expuestos a situaciones potencialmente lesivas para el oído interno, se trata de la técnica más sensible de la que se

dispone en la actualidad para explorar de forma completa la función coclear y para estudiar la posible afectación auditiva provocada por agentes nocivos para el laberinto, tanto conocidos como todavía por determinar.<sup>(3,4)</sup>

Por todo lo anteriormente expuesto se decide realizar esta investigación y se plantea la siguiente hipótesis: la audiometría de altas frecuencias es un método diagnóstico eficaz para la predicción de la hipoacusia inducida por ruido.

El objetivo de este trabajo es evaluar la utilidad de la audiometría de las altas frecuencias en el diagnóstico precoz de la hipoacusia inducida por ruidos.

## Métodos

Se realizó una investigación, descriptiva, observacional y transversal en una población de 121 estudiantes adolescentes. Se excluyeron 36 sujetos que no cumplieron con algunos de los siguientes criterios de inclusión previstos:

- Estar expuesto previamente a ruidos por el uso de dispositivos de música o en relación con actividades de esparcimiento o propias del currículo escolar o por permanecer en ambientes ruidosos.
- Que expresara verbalmente conformidad para participar en la investigación.
- En el caso de los estudiantes del preuniversitario, que los padres estuvieran de acuerdo en que sus hijos participaran en el estudio.
- Sin antecedentes familiares o personales de enfermedad auditiva.
- Sin antecedentes de afección crónica de oído.
- Con conducto auditivo externo normal y otoscopia normal.
- Con audiometría convencional normal.

De los 36 sujetos, se excluyeron 13 estudiantes por presentar antecedentes familiares o personales de afectación auditiva, uno por tener perforación de la membrana timpánica en la evaluación, 18 por presentar tapones de cerumen al examinar el conducto auditivo externo y cuatro por tener la audiometría tonal liminar alterada.

Conformaron la muestra 85 adolescentes, 45 cursaban el 10mo. grado en un preuniversitario de la provincia La Habana, en el curso escolar 2013- 2014 y 40, el 1er. año de la carrera de medicina, de una facultad de La Habana en el curso escolar 2015-2016. A todos se le realizó una encuesta, examen físico de otorrinolaringología, audiometría convencional y audiometría de alta frecuencia. La edad media del grupo es de  $17 \pm 2$  años.

La audiometría convencional (250-8 000 Hz), se realizó a toda la muestra seleccionada, en la misma habitación y en la misma sesión que la audiometría de alta frecuencia (9000-20 000 Hz). Se empleó la técnica de límites ascendentes y descendentes para la determinación del umbral y los obtenidos se anotaron en un audiograma. Se exploró solo la vía aérea por medio de audífonos supraauriculares TDH-39 (EE. UU.). La vía ósea se exploró solo en aquellos sujetos con umbrales superiores a 25 dB HL (*Hearing Level*) donde se empleó un vibrador B 71 (EE. UU.). Para la realización de la audiometría convencional, se empleó un audiómetro Audiolab (Neuronic S.A., La Habana).

La audiometría de alta frecuencia (9000-20 000 Hz), al igual que la audiometría convencional, se le realizó a la totalidad de la muestra seleccionada en la misma habitación y en la misma sesión. Se empleó también la técnica de límites ascendentes y descendentes para la determinación del umbral y estos se anotaron en un audiograma. Para su realización se emplearon audífonos supraauriculares HDA 200 (EE. UU.). Se empleó un audiómetro Audiolab (Neuronic S.A, La Habana). En la frecuencia 13 000 Hz el promedio de los umbrales auditivos comienza a ser superior a los 25 dB.

Las frecuencias de sonido audibles para el ser humano fluctúan desde 20 a 20 000 ciclos por segundo o Hz. Este umbral varía con el tono del sonido, y la máxima sensibilidad se encuentra entre 2000 y 4000 Hz.<sup>(5,6)</sup>

Para garantizar la confiabilidad de los resultados, todas las pruebas audiométricas se realizaron dentro de una cámara audiométrica anecoica y sonoamortiguada.

### **Aspectos éticos**

Las pruebas audiométricas se realizaron por personal entrenado en este procedimiento.

Una vez que la investigación fue aprobada por el comité de ética, se les entregó a los padres de los estudiados un documento con toda la información necesaria sobre la investigación y recibieron verbalmente toda la información que solicitaron sobre el tema. A los adolescentes se le dio una hoja de información, todos participaron bajo el principio de consentimiento

informado y estuvieron de acuerdo en aportar la información solicitada por la investigadora principal, además se guardó la confidencialidad sobre los datos aportados y la identidad de los pacientes y sujetos sanos.

Los resultados de la investigación se harán públicos solamente para la comunidad científica.

### Métodos de procesamiento y análisis de la información

Los datos se introdujeron en una base de datos del programa EXCEL, del Windows Office XP. Las variables se expresaron en valores absolutos y relativos.

Se identificaron las diferencias en las medias de los resultados de la audiometría por frecuencia en cada oído a través de la prueba t de Student. Para el análisis de la relación entre la hipoacusia inducida por ruido y su grado con el tipo de exposición, duración e intensidad, se aplicó la prueba estadística *ji-cuadrada* ( $\chi^2$ ) de Pearson. En todos los casos se utilizó una confiabilidad de 95 %, para un valor de  $p < 0,05$  para identificar diferencias significativas entre los valores comparados.

El análisis estadístico se realizó con la ayuda del paquete estadístico SPSS Versión 15.0.

## Resultados

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos según las variables epidemiológicas.

Se aprecia predominio del sexo femenino: 55/85 para 64 %. La edad más frecuente fue de 16 años para las muchachas y de 19 años para los muchachos.

**Tabla -** Distribución de adolescentes expuestos según edad y sexo

Sexo	Edad (años)								Total	
	15		16		18		19			
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Fem.	12	14	23	27	12	14	8	9	55	64
Masc.	4	5	6	7	9	11	11	13	30	36
Total	16	19	29	34	21	25	19	22	85	100

La audiometría convencional realizada fue normal en todos los casos.

En la AAF, la figura 1 resume los valores promedios de los umbrales auditivos obtenidos para cada frecuencia y cada oído, del total de oídos examinados (170), así como la media por

frecuencias. En todos los adolescentes estudiados, comenzó a disminuir la audición a partir de los 13 000 Hz, con una hipoacusia neurosensorial en aumento hasta 85 dB en oído derecho y 78 dB en oído izquierdo en 20 000 Hz de frecuencia.

Frecuencias (Hz) y decibeles (dB) en la figura 1

	9000	10 000	11 000	12 000	13 000	14 000	15 000	16 000	17 000	18 000	20 000
OD	16	20	21	22	28	34	39	47	57	68	85
OI	18	22	24	24	30	34	36	42	56	59	78

OD: oído derecho; OI: oído izquierdo.

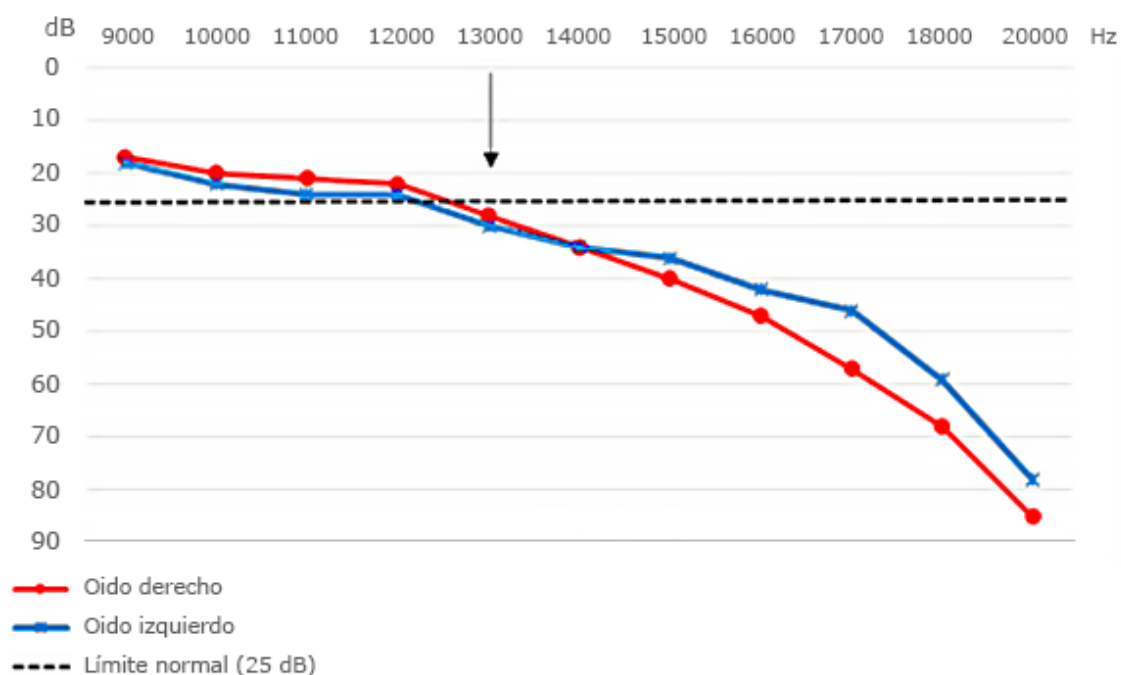


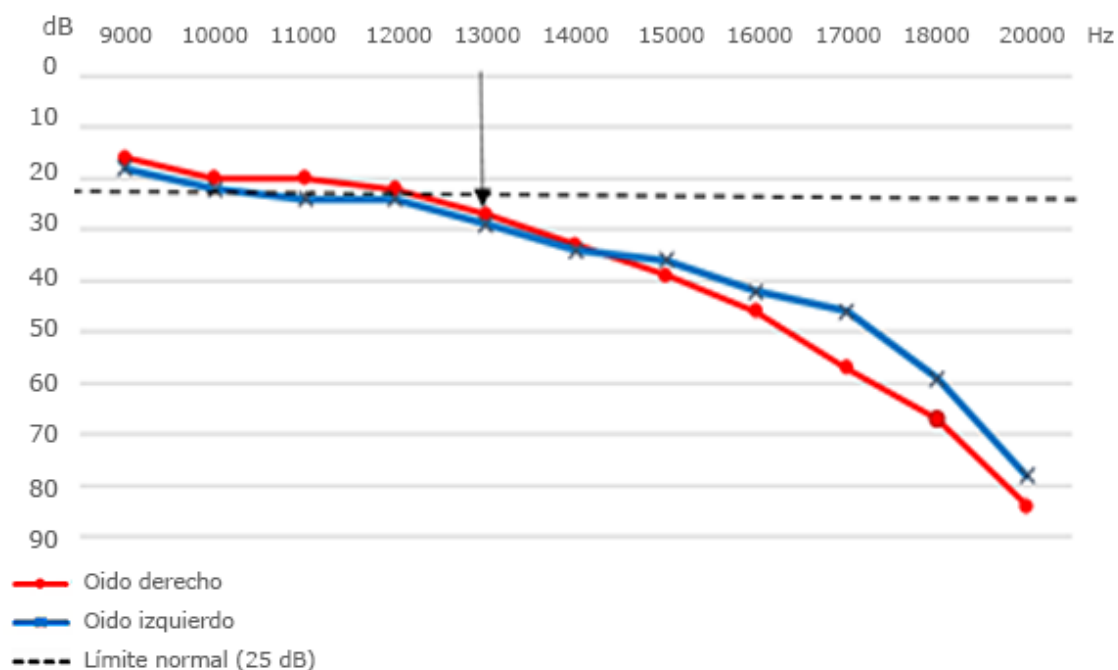
Fig. 1 - Audiometría de alta frecuencia en expuestos a ruidos.

Los reproductores personales de música lo usan 73/85 (86 %) adolescentes. Los 73 (100 %) lo usan diario, de ellos, 25 (34 %) lo usan más de 2 horas; 17/73 (23 %) refieren usarlo a un volumen máximo y 56/73 (77 %) lo usan en volumen medio. (Fig. 2).

Frecuencias (Hz) y decibeles (dB) en la figura 2

	9000	10000	11000	12000	13000	14000	15000	16000	17000	18000	20000
OD	16	20	20	22	27	33	39	46	57	67	84
OI	18	22	24	24	29	34	36	42	46	59	78

OD: oído derecho; OI: oído izquierdo.



**Fig. 2** - Audiometría de alta frecuencia en adolescentes expuestos a ruidos por uso de reproductor personal de música.



Asisten a discoteca 59/85 (69 %), 16/59 (27 %) asisten a discotecas con frecuencia, por más de 4 horas y 43/59 (73 %) van por más de 2 horas. (Fig. 3)

Frecuencias (Hz) y decibeles (dB) en la figura 3

	9000	10 000	11 000	12 000	13 000	14 000	15 000	16 000	17 000	18 000	20 000
OD	17	21	22	22	28	36	41	48	59	68	85
OI	18	22	24	25	30	35	37	43	47	60	78

OD: oído derecho; OI: oído izquierdo.

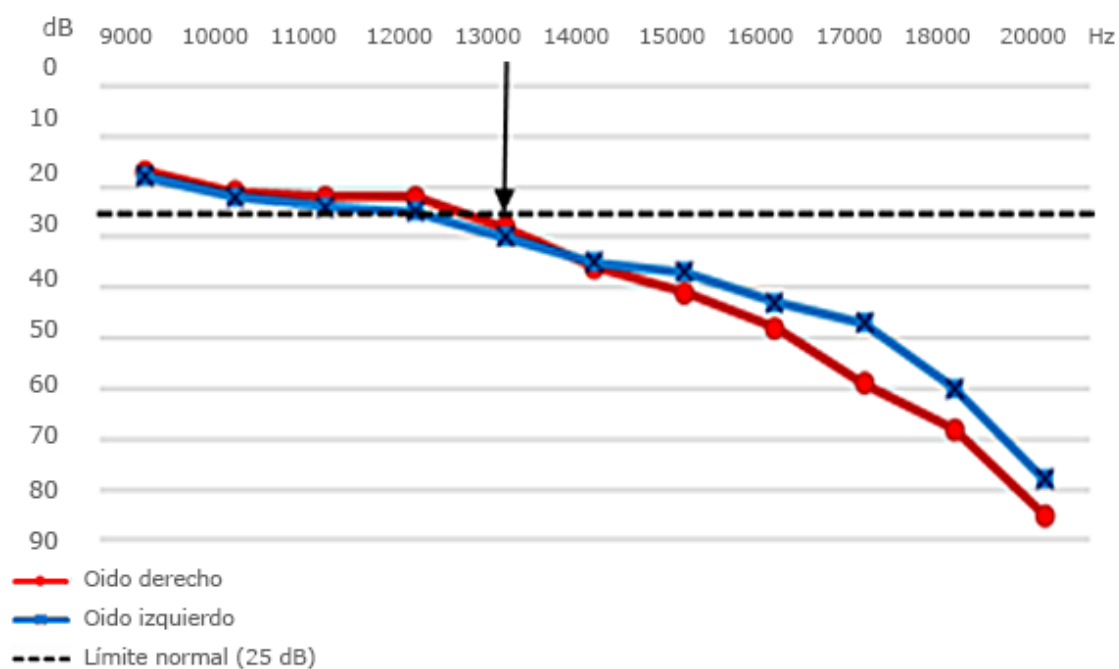


Fig. 3 - Audiometría de alta frecuencia en adolescentes expuestos a ruidos por asistencia a discotecas.

Asisten a discotecas y usan reproductores personales de música 46/85 (54 %) adolescentes. (Fig. 4)

Frecuencias (Hz) y decibeles (dB) en la figura 4

	9000	10 000	11 000	12 000	13 000	14 000	15 000	16 000	17 000	18 000	20 000
OD	16	20	21	22	27	34	40	48	59	68	84
OI	18	20	22	24	29	33	37	42	47	60	78

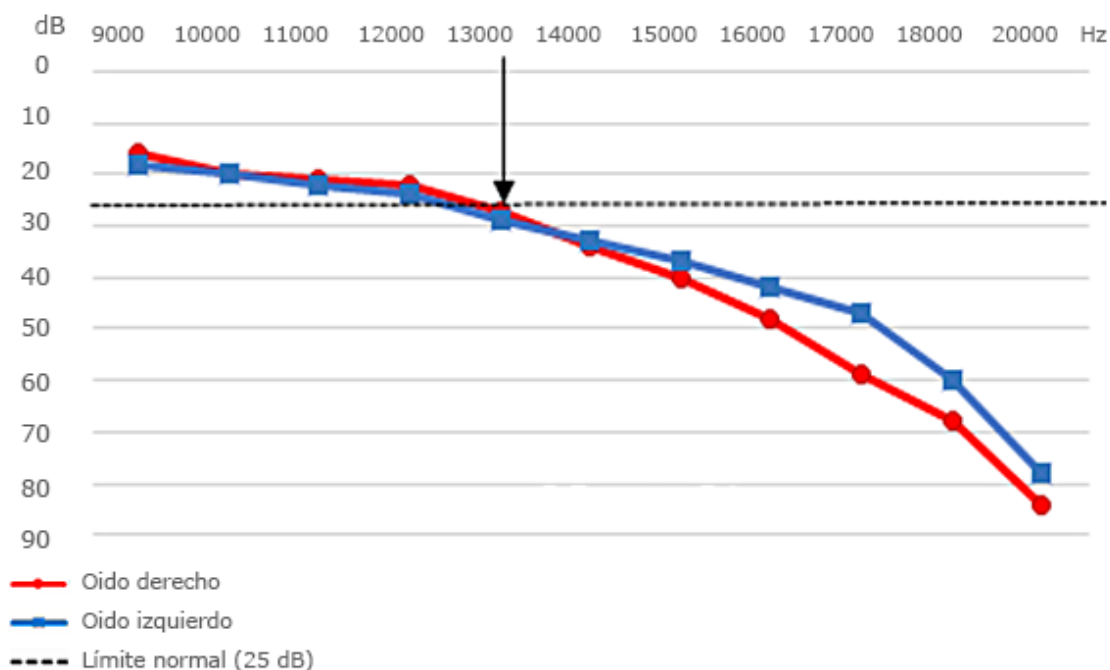


Fig. 4 - Audiometría de alta frecuencia en adolescentes expuestos a ruidos por uso de reproductores personal de música y asistencia a discotecas.

Los adolescentes estudiados poseen signos de daño auditivo no manifiesto a través de la audiometría convencional pero sí a través de la AAF.

En todos los oídos estudiados (170) en la frecuencia 13 000 Hz, el umbral auditivo comenzó a aumentar. En este trabajo 25 dB está considerado dentro de límites normales por lo que es importante el aumento del umbral auditivo en las AAF para la predicción de la pérdida auditiva inducida por ruido en adolescentes, porque es la intensidad del ruido (dB) y el tiempo

de exposición lo que comenzó a aumentar el umbral auditivo, por lo que coincide en las tres exposiciones recogidas, la misma pérdida auditiva.

## Discusión

Existen pocos estudios de AAF que brinden un patrón de normalidad del umbral auditivo, no obstante, su utilización clínica está demostrada como factor predictivo en la hipoacusia inducida por ruido, en los tratamientos con drogas ototóxicas y en la presbiacusia. Más de 5 % de la población mundial (466 millones de personas) padece pérdida de audición discapacitante (432 millones de adultos y 34 millones de niños). Se estima que de aquí a 2050 más de 900 millones de personas, una de cada diez padecerá pérdida de audición.<sup>(7,8)</sup>

En el estudio realizado, predominaron los pacientes con edades comprendidas entre los 15 y 16 años, seguidos por los comprendidos entre los 18 y 19 años de edad.

En cuanto al sexo, en la población objeto de estudio predominó el femenino, estos resultados deben estar influenciados por la mayor representatividad del sexo femenino en la muestra de estudio.

El ruido produce efectos negativos sobre el ser humano y su entorno y son los adolescentes el grupo de más alto riesgo, se han registrado pérdidas auditivas significativas en menores de 20 años. Recientes investigaciones mencionan que debido a los altos niveles de ruidos el 75 % de los habitantes en las ciudades industrializadas padecen algún tipo de deficiencia auditiva, sin embargo, no se toma conciencia de este problema.<sup>(9)</sup>

En la figura 1, los umbrales auditivos fueron normales solo en el rango de 9000 a 12 000 Hz. A partir de la frecuencia 13 000 Hz se aprecia un aumento del umbral de audibilidad el cual se va incrementando gradualmente hasta la frecuencia de 20 000 Hz, lo que hace que el grado de hipoacusia cambie de leve a profunda

El grado de pérdida auditiva se define midiendo el umbral auditivo en dB a varias frecuencias. La Organización Mundial de la Salud (OMS) clasifica la hipoacusia según el grado de pérdida de dB,<sup>(10)</sup> como sigue:

- Auditiva leve: de 26 a 40 dB
- Deficiencia auditiva moderada: de 41 a 60 dB
- Deficiencia auditiva grave: de 61 a 80 dB

- Deficiencia auditiva profunda: 81 dB o más

Resultados de adolescentes expuestos a ruidos muestra como el grupo de 5-19 años presenta peor audición que el grupo de 20-29 años, tanto en frecuencias convencionales (FC) (125-8000 Hz) como en AAF, hasta 16 000 Hz; también aparece el ejemplo de músico de un grupo de rock durante 2 años, que presentaba una audición por debajo del percentil 95 solo en las frecuencias 9000, 11 200 y 12 500 Hz. Otra persona estudiada refiere dificultad de entendimiento en ambientes con ruido y presentaba una audición muy cercana a la mediana para su grupo de edad (30-39 años), con una caída por debajo del percentil 95 en las frecuencias a partir de 14 000 Hz.<sup>(11)</sup>

*Farfán*,<sup>(12)</sup> en un estudio realizado con el objetivo de estandarizar los resultados de la audiometría de alta frecuencia, estudio 200 oídos de sujetos *normoyentes*. Dicho estudio registra umbrales con promedios de 20 a 25 dB HL para las frecuencias entre 8 y 16 kHz y entre 25 y 28 dB HL para el rango de frecuencias entre 17 y 18 kHz. Por su parte, un informe de *Tavares*<sup>(8)</sup> realizado en 50 niños entre ocho y 12 años en estas mismas frecuencias concluye que el umbral auditivo sobre los 15 dB HL puede ser considerado como normal.

En la presente investigación la mayoría de los adolescentes utiliza el reproductor personal de música entre cuatro y seis años (Fig. 2). Este resultado coincide con otros trabajos presentados al respecto, donde se plantea que se ha incrementado el tiempo de uso a razón de 2 horas al día por un promedio de 6 años,<sup>(12)</sup> en comparación con la media de 1 hora al día durante un promedio de cuatro años, como lo indican estudios publicados hace 10 años, lo que implica por tanto, un aumento en el riesgo de pérdida auditiva.<sup>(13)</sup>

En un grupo de jóvenes universitarios en Rosario, Argentina, se encontró que 80 % de ellos escuchaban música a elevada intensidad y 60 % lo hacía entre 1 y 4 horas diarias.<sup>(14)</sup> Una investigación en México demuestra que 58,5 % de los pacientes utilizaban reproductor personal de música a volumen medio y 49,3 % lo usaban 2 horas diarias como promedio.<sup>(15)</sup>

El Instituto Nacional de Rehabilitación “Luis Guillermo Ibarra Ibarra”, mediante un cuestionario para conocer los hábitos auditivos recreativos y de una audiometría tonal para determinar umbrales de audición en 480 estudiantes de primaria, secundaria y preparatoria de escuelas de la Ciudad de México y área metropolitana, encuentra que 200 de los oídos estudiados

(20,8 %) presentan evidencia de daño auditivo inducido por ruido recreativo con un incremento en la cantidad de dB para obtener respuesta en la frecuencia de 6000 Hz.<sup>(16)</sup>

En publicaciones nacionales<sup>(3,13,17)</sup> y en otras,<sup>(12,14,16)</sup> se realiza AAF para analizar las pérdidas auditivas inducidas por ruido y sus métodos de diagnóstico. Los resultados aquí presentados concuerdan con los resultados de esas investigaciones.

En nuestra investigación –figuras 3 y 4– a partir de la frecuencia de 13 000 Hz se produce un incremento gradual del umbral auditivo, lo que hace que el grado de pérdida auditiva cambie de ligera a grave en oído izquierdo y a profunda en oído derecho en los diferentes tipos de exposición, lo que nos demuestra que el nivel de dB a que se exponen los adolescentes en sus actividades recreativas es el que determina la pérdida auditiva tanto en los que solo usan reproductores de música, los que solo asisten a discotecas o los que usan reproductores y van a discoteca, resultados concordantes con los de otra investigación realizada por la autora principal de este trabajo.<sup>(17)</sup>

El oído humano y el de todos los seres vivos que lo poseen está capacitado para detectar sonidos en una gama de intensidades y unos rangos de frecuencia acordes con el ambiente sonoro existente en la naturaleza. Es difícil encontrar fuentes naturales de energía sonora capaces de incidir de manera lesiva en los seres vivos.

La hipoacusia neurosensorial aparece por las alteraciones cocleares que se deben a una sobre estimulación mecánica, de manera que el órgano de Corti ha vibrado con excesiva amplitud y provoca que la lesión hística resultante se relacione con la duración de la exposición y con la medida en que la amplitud excedió un determinado nivel hipotético de integridad hística (límite elástico). Posterior a la exposición sonora las alteraciones anatómicas, varían desde una ligera tumefacción o retorcimiento de células ciliadas externas con picnosis de sus núcleos, hasta la ausencia completa del órgano de Corti y rotura de la membrana de Reissner. Esta disminución de la audición o hipoacusia generada por el ruido lesiona (inicialmente) la zona del oído interno destinada a percepción de las frecuencias agudas.<sup>(18)</sup>

La exposición a sonidos de gran magnitud y duración conduce gradualmente a enfermedades auditivas, las cuales tiene un inicio asintomático pero una vez establecidas son irreversibles, por lo que el cuidado y protección de nuestro sentido de la audición debe comenzar desde edades tempranas. Las causas de HIR anteriormente mencionados como “ruido recreativo” no son más que una variante de contaminación acústica, término que hace referencia al ruido

cuando este se considera un contaminante ambiental. El ruido puede definirse como cualquier sonido que sea calificado por quien lo recibe como algo molesto, indeseado, inoportuno o desagradable, de modo tal que lo que es considerado música por una persona, puede ser considerado ruido por otra. Es el contaminante más común y puede producir efectos fisiológicos y psicológicos nocivos para una persona o grupos de personas. Sin embargo, la exposición al ruido, no ha recibido toda la atención que merece como fuente de enfermedad, hay personas que son más susceptibles que otras al daño. El diagnóstico precoz proporciona la posibilidad de proveer atención, seguimiento y medidas de prevención con la finalidad de reducir el riesgo de una pérdida auditiva severa y discapacitante y evitar así el desarrollo de un problema de salud pública importante.<sup>(19)</sup>

Se concluye que los adolescentes evaluados tienen hábitos auditivos que pueden perjudicar su audición, todos ya poseen signos de daño que no se manifiestan a través de la audiometría convencional pero sí a través de la audiometría de alta frecuencia en las diferentes exposiciones a ruidos de altos decibeles.

Se recomienda considerar a la AAF como un método de diagnóstico preciso para la detección temprana de trastornos de hipoacusia neurosensorial e instaurar su realización en la práctica clínica habitual para ampliar el estudio del rango auditivo de los pacientes. Los datos de este estudio son de utilidad, no solo dentro del campo de la audiología, sino también en la medicina preventiva.

## Referencias bibliográficas

1. Rodríguez Valiente A, Trinidad A, García Berrocal JR, Górriz C, Ramírez Camacho R. Extended high-frequency (9-20 kHz) audiometry reference thresholds in 645 healthy subjects. *Int J Audiol.* 2014;53(8):531-45.
2. Hernández-Sánchez H. Reproductores de música Personal y su influencia sobre la salud auditiva. *Rev Cubana Otorrinolaringol Cirug Cabeza y Cuello.* 2013 [acceso 15/06/2017];(2):40-9. Disponible en: <http://www.revotorrino.sld.cu/index.php/otl/article/view/21/106>

3. García Ortiz MJ, Torres Núñez MM, Torres Fortuny A, Alfonso Muñoz E, Cruz Sánchez F. Hipoacusia inducida por ruido a través de la audiometría de altas frecuencias. *Adolesc Saude*. 2016 [acceso 15/06/2017];(1):57-65. Disponible en: [http://www.adolescenciaesaude.com/detalhe\\_artigo.asp?id=546&idioma=Espanhol](http://www.adolescenciaesaude.com/detalhe_artigo.asp?id=546&idioma=Espanhol)
4. Olivares GD, Lagos RG. Utilidad diagnóstica de la audiometría de alta frecuencia en sujetos expuestos a ruido recreacional. *Rev Otorrinolaringol Cir Cabeza Cuello*. 2020;80:28-38.
5. Rodríguez Valiente A, Roldán Fidalgo A, Villarreal IM, García Berrocal JR. Audiometría con extensión en altas frecuencias (9.000-20.000 Hz). Utilidad en el diagnóstico audiológico. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2016;67(1):40-44.
6. Báez RM, Villalba AC, Mongelós M, Medina R, Blas R, Mayeregger I. Pérdida auditiva inducida por ruido en trabajadores expuestos en su ambiente laboral. *An Fac Cienc Méd*. 2018 [acceso 15/08/2020];51(1). Disponible en: <http://scielo.iics.una.py/pdf/anales/v51n1/1816-8949-anales-51-01-47.pdf>
7. Henry P, Fouts A. Comparison of user volume control settings for portable music players with three earphone configurations in quiet and noisy environments. *J Am Acad Audiol*. 2012;23(3):182-91.
8. Tavares A, Radael R, Cavalcante J, Hatzopouluss S. A report of extended high frequency audiometry thresholds in school age children with no hearing complaint. *Audiol Res*. 2012 [acceso 12/04/2019];(1):8-10. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4630943/>
9. Hernández Sánchez H. Hipoacusia inducida por ruido: estado actual. *Rev Cubana Otorrinolaringol Cirug Cabeza y Cuello*. 2013;1(2):46-58.
10. World Health Organization. Grades of hearing impairment. Geneva: WHO; 2016 [acceso 15/08/2020]. Disponible en: [http://www.who.int/pbd/deafness/hearing\\_impairment\\_grades/en](http://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en)
11. Hernández Peña O, Hernández Montero G, López Rodríguez E. Ruido y salud. *Rev Cubana Med Milit*. 2019 [acceso 06/01/2020];(4):929-39. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubmedmil/cmm-2019/cmm194s.pdf>
12. Farfán I, Alonso Luján L, León Hernández S. Correlación de test sobre exposición a ruido y hallazgos audiológicos evaluados en niños y adolescentes mexicanos. *Rev Asociación Méd American British Cowdray Hospital (An Médicos)*. 2008; 53(3):143-8.

13. García Ortiz MJ, Torres Núñez MM, Torres Fortuny A, Alfonso Muñoz E, Cruz Sánchez F. Audiometría de altas frecuencias: utilidad en el diagnóstico audiológico de la hipoacusia inducida por ruidos. *Rev Arch Med Camagüey*. 2017; 21(5):584-91.
14. Colombo M, Majul L, Casaprima V. Resultados de estudios audiométricos y hábitos auditivos en jóvenes universitarios [tesis]. Argentina: Universidad Nacional del Rosario; 2012 [acceso 15/08/2020]. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/50290/1/T40702.pdf>
15. Rodríguez Valiente A, Pérez Sanz C, Górriz C, Juárez A, Monfort M, García Berrocal JR, *et al.* Diseño de una nueva herramienta para la exploración auditiva. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2009; 60:43-8.
16. Gutiérrez Farfán I. Daño auditivo inducido por ruido recreativo. Instituto Nacional de Rehabilitación “Luis Guillermo Ibarra Ibarra”. *Salud pública Méx*. 2018;60(2):126
17. García Ortiz MJ. Cuidados de la audición. En: Cruz Sánchez F, Rodríguez Alonso B, Alonso Uría RM, editores. *La puericultura en la adolescencia*. La Habana, Cuba: Minsap y Unicef; 2014. p. 109-13.
18. Ding E, Liu J, Shen H, Gong W, Zhang H, Song H. Notch polymorphisms associated with sensitivity of noise induced hearing loss among Chinese textile factory workers. *BMC Med Genet*. 2018 [acceso 14/04/2019];19:168. Disponible en: <https://health.springer.com/content/pdf/10.1186%2Fs12881-018-0676-8.pdf>
19. Iglesias Diz JL. Adolescencia y problemas auditivos [entrevista al Dr. Andrés García Soto (ORL) Presidente de la Sociedad Gallega de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial, sobre los efectos del sonido a alto volumen y el daño acústico el 21 marzo 2020]. España: Sociedad Gallega; 2020 [acceso 15/08/2020]. Disponible en: <https://www.adolescenciasema.org/Adolescencia%20y%20problemas%20auditivos/>
20. Organización Mundial de la Salud. Sordera y Pérdida de la Audición. Ginebra, Suiza: OMS; 2019 [acceso 06/04/2019]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/deafness-and-hearing-loss>

### Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses de ningún tipo.



### Contribución de los autores

*María Josefa García Ortiz:* idea y diseño de la investigación, participación en el examen físico y exploración auditiva de los adolescentes estudiados, búsqueda y confección de las referencias bibliográficas, redacción del borrador y del manuscrito final para su publicación.

*Miriam Maité Torres Núñez:* Realizó las audiometrías de la investigación del preuniversitario, revisó, revisó y está de acuerdo con la versión final que se publicará.

*Alejandro Torres Fortuny:* orientó la realización de la investigación en sus diferentes etapas, participó en la exploración auditiva de los estudiantes, gestión de medios para garantizar la buena marcha del estudio, revisión crítica y aprobación de la versión final para publicar

*Tania Roig Álvarez:* Participación en el diseño de la investigación, revisó y aprobó la versión final para publicar.

*Francisca Cruz Sánchez:* idea de la investigación a realizar, revisión crítica y aprobación de su contenido intelectual.