

TESINA

presentada para acceder al título de grado de la carrera de

LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA

Título:

“Efectividad de los agentes físicos en cuanto a la disminución de la intensidad, duración y frecuencia del Tinnitus o Acúfenos Somatosensoriales”

Autores:

Risso, Nadia Belén

Zanotti, Delfina

Directores:

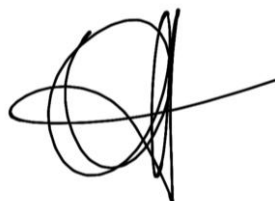
Lic. y Prof. Corra, Leonardo

Lic. Rabita María Paula

Sede y Fecha de Presentación:

Rosario, 29 de Junio de 2022

Firmas de Autores:



Risso, Nadia



Zanotti, Delfina

RESUMEN

Introducción: El tinnitus es la percepción del sonido en ausencia de un estímulo acústico externo. La calidad del tinnitus puede variar, con timbres, zumbidos, chasquidos, pulsaciones y otros ruidos. Cada vez más, los investigadores llegan a la conclusión de que el tinnitus puede ser evocado o modulado por entradas de los sistemas somatosensorial, somatomotor y visomotor. Ésto significa que los atributos psicoacústicos del tinnitus (volumen y tono) pueden cambiar inmediatamente, aunque sólo temporalmente, por diferentes estímulos como contracciones musculares enérgicas; movimientos oculares; presión sobre puntos gatillo miofasciales; estimulación cutánea de la región de la mano, punta del dedo y de la cara; estimulación eléctrica del nervio mediano; y movimientos de los dedos u orofaciales. Sin embargo, en la práctica clínica, el tinnitus se sigue considerando un síntoma intratable y muchos profesionales dicen a los pacientes que "hay que aprender a vivir con él". Aún así, existen diferentes vías de investigación prometedoras para abordar el tinnitus somatosensorial a través de agentes físicos, ya que se considera que la fisioterapia podría ser una opción interesante para los pacientes que actualmente se quedan sin tratamiento.

Objetivos: El objetivo principal fue analizar la efectividad que poseen los agentes físicos en la disminución de la intensidad, duración y frecuencia del tinnitus o acúfenos somatosensoriales.

Métodos: Se realizó una revisión bibliográfica en las bases de datos de la literatura científica como PubMed, Biblioteca Virtual en Salud (BVS) y Cochrane, con distintas palabras claves y combinaciones. Se incluyeron artículos disponibles en texto completo, publicados entre el año 2010 y 2021, realizados en humanos que padecen tinnitus.

Resultados: Se recolectaron 6 ensayos clínicos que cumplieron con los criterios de inclusión. Dos de ellos investigaron la aplicación de Estimulación Nerviosa Eléctrica Transcutánea (TENS), tres abordaron la aplicación de Estimulación Magnética Transcraneal (TMS), y sólo uno de ellos evaluó la efectividad del Láser de Baja Potencia (LLLT) en pacientes con tinnitus.

Conclusión: Luego de analizar los resultados de los artículos seleccionados, se ha logrado concluir que la TMS y la TENS pueden ser útiles en la disminución de la intensidad y duración del acúfeno. Sin embargo, parecen no ser eficaces en lograr una mejora de la frecuencia del síntoma. La eficacia que ejerce el LLLT en las variables mencionadas, aún no se puede demostrar.

Palabras clave: Acúfenos, Somatosensory Tinnitus, Terapia por Láser, Estimulación Eléctrica Transcutánea del Nervio, Estimulación Magnética Transcraneal

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	3
II. OBJETIVOS	5
II.a Objetivo General	5
II.b Objetivos Específicos	5
III. JUSTIFICACIÓN	6
IV. MARCO TEÓRICO	
IV.a Anatomía del Aparato Auditivo	7
IV.b Fisiología del Aparato Auditivo	14
IV.c Vía Aditiva	19
IV.d Tinnitus	
IV.d.1 Definición	22
IV.d.2 Clasificación y Etiología	22
IV.d.3 Fisiopatología	22
IV.d.4 Epidemiología	25
IV.d.5 Evaluación y Diagnóstico	26
IV.d.5.a Historia Clínica - Anamnesis	26
IV.d.5.b Factores de riesgo	26
IV.d.5.c Método Delphi	26
IV.d.5.d Examen y Pruebas fundamentales	28
IV.d.5.e Exámenes y Pruebas secundarias	29
IV.d.5.f Cuestionarios adicionales	29
IV.d.6 Tratamiento	32
IV.d.6.a Tratamiento de columna cervical	32
IV.d.6.b Tratamiento temporomandibular	33
IV.d.6.c Tratamiento de estimulación bimodal	33
IV.d.6.d Agentes físicos	33
IV.d.6.d.1 TENS	34
IV.d.6.d.2 Láser de baja potencia (LLLt)	37
IV.d.6.d.3 Estimulación magnética transcraneal	40
V. MÉTODOS	43
VI. RESULTADOS	46
VI. a Análisis de Resultados	55
VII. DISCUSIÓN	62
VIII. CONCLUSIÓN	65
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
X. ANEXOS	72

I. INTRODUCCIÓN

El tinnitus es la percepción del sonido en ausencia de un estímulo acústico externo.⁽¹⁾ La calidad del tinnitus puede variar, con timbres, zumbidos, chasquidos, pulsaciones y otros ruidos descritos por los pacientes.⁽²⁾

En los últimos años, gracias a los estudios realizados y al desarrollo de la tecnología, el concepto de acúfeno ha cambiado, pasando de ser una alteración puramente coclear a un trastorno en el que participan tanto las vías auditivas como distintas áreas del sistema nervioso central relacionadas con la audición, las cuales son las encargadas de analizar, interpretar y procesar todo acúfeno, cualquiera fuere el mecanismo que lo produzca.⁽³⁾

Según la American Tinnitus Association, el acúfeno grave representa el tercer síntoma más incapacitante que puede sufrir un individuo, después del dolor intenso y los trastornos del equilibrio.⁽⁴⁾

Cerca del 15% al 20% de la población general presenta en algún momento de su vida tinnitus. De éstos, el 5% busca tratamiento, y del 1%-3% presenta una disminución significativa en su calidad de vida, asociándose a trastornos del sueño, mayor prevalencia de depresión, irritabilidad, ansiedad, problemas de atención, y mayores tasas de suicidio.⁽⁵⁾

Los acúfenos presentan similar incidencia en ambos sexos, siendo más frecuentes a partir de la quinta década de la vida, y convirtiéndose en un problema cada vez más habitual en el transcurso del envejecimiento.⁽²⁾ En cuanto a su localización, más de la mitad de los pacientes lo establecen en ambos oídos, cerca de un 35% lo padecen en un solo oído, y una pequeña proporción lo sitúa en la cabeza.⁽²⁾

Se han descrito varios tipos y causas de tinnitus, con dos subtipos principales: uno “*objetivo*”, en el que existe un estímulo interno medible por el observador, y responsable de causar el zumbido, y otro de tipo “*subjetivo*”, en el que el paciente experimenta el síntoma en ausencia de cualquier estímulo auditivo.⁽⁶⁾ A su vez, dentro de éste último existe otra clasificación relacionada con la etiología del síntoma, que diferencia un “*tinnitus primario*”, el cual es idiopático y puede estar asociado o no con la sensorineural hearing loss/hipoacusia neurosensorial (SNHL), de un “*tinnitus secundario*”, que está asociado con una causa subyacente específica (distinta de la SNHL) o una afección orgánica identificable.⁽²⁾

Los factores de riesgo atribuidos para el tinnitus subjetivo son la pérdida de audición, medicamentos ototóxicos, lesiones en la cabeza, ansiedad, depresión y disfunciones de la columna cervical o articulación temporomandibular (ATM). En estos dos últimos casos, el tinnitus puede ser provocado por el sistema somatosensorial de dichas áreas.⁽⁶⁾ Éste, por lo tanto, parece ser un buen ejemplo de integración central del sistema nervioso, ya que explica cómo un síntoma auditivo como el tinnitus puede ser modulado por estímulos sensoriales no audiológicos.⁽¹⁾

Todo ello da lugar a la aparición de un nuevo subtipo de tinnitus subjetivo, denominado "*tinnitus somatosensorial*", siendo el tratamiento del mismo, el interrogante a abordar en dicha investigación. El modelo fisiopatológico de éste expone que la información somatosensorial cervical y temporomandibular se transmite al cerebro a través de diferentes fibras, cuyos cuerpos celulares se encuentran en los ganglios de la raíz dorsal o en el ganglio trigémino. Algunas de estas fibras aferentes también se proyectan al sistema auditivo central y más específicamente al núcleo coclear dorsal, lo cual hace que el sistema somatosensorial sea capaz de influir en el sistema auditivo alterando los ritmos espontáneos (es decir, no impulsados por estímulos auditivos) o la sincronía de disparo entre neuronas en el núcleo coclear, colículo inferior o corteza auditiva. ⁽⁶⁾

Cada vez más, los investigadores llegan a la conclusión de que el tinnitus puede ser evocado o modulado por entradas de los sistemas somatosensorial, somatomotor y visomotor en algunos individuos. Ésto significa que los atributos psicoacústicos del tinnitus (volumen y tono) pueden cambiar inmediatamente, aunque sólo temporalmente, por diferentes estímulos como los siguientes: contracciones musculares enérgicas de la cabeza, el cuello y las extremidades; movimientos oculares en el eje horizontal o vertical; presión sobre puntos gatillo miofasciales; estimulación cutánea de la región de la mano, punta del dedo y de la cara; estimulación eléctrica del nervio mediano; y movimientos de los dedos u orofaciales. ⁽¹⁾

En la práctica clínica, el tinnitus se sigue considerando un síntoma intratable y muchos profesionales dicen a los pacientes que "no hay nada que hacer" o que "hay que aprender a vivir con él". ⁽¹⁾

La fisioterapia podría ser una opción interesante para los pacientes que actualmente se quedan sin tratamiento. ⁽⁶⁾ Los agentes físicos son energía y materiales aplicados a los sujetos para ayudar en su rehabilitación. Éstos incluyen calor, frío, agua, presión, sonido, radiación electromagnética y corrientes eléctricas. ⁽⁷⁾

Hoy en día existen diferentes vías de investigación prometedoras para abordar el tinnitus somatosensorial a través de agentes físicos: la estimulación nerviosa eléctrica transcutánea, estimulación magnética transcraneal, y rayo láser de baja potencia. Consecuencia de ello, la presente investigación analiza la efectividad que podrían tener estas intervenciones en cuanto a la disminución de la intensidad, duración y frecuencia del síntoma, teniendo el valor práctico de ampliar los conocimientos existentes acerca del tinnitus somatosensorial, para hacer posible el uso de varios enfoques de tratamiento con la participación de un equipo multidisciplinar.

II. OBJETIVOS

Los objetivos son los siguientes:

II.a. OBJETIVO GENERAL

Analizar cuál es la efectividad que poseen los agentes físicos en la disminución de la intensidad, duración y frecuencia del tinnitus o acúfenos somatosensoriales.

II.b. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar cuáles son los agentes físicos que tienen efectividad en la disminución de la intensidad, duración y frecuencia del síntoma.

Identificar cuál es el agente físico más efectivo en el tratamiento de sujetos que experimentan acúfenos somatosensoriales.

Determinar parámetros de dosificación del agente físico que fue distinguido por su mayor nivel de eficiencia en la terapia de estos pacientes.

III. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación tiene como propósito brindar a los/as Licenciados/as en Kinesiología y Fisiatría un marco de información fiable referido a la aplicación de agentes físicos como parte del tratamiento en sujetos que padecen acúfenos somatosensoriales, contribuyendo de dicho modo al conocimiento del síntoma, teniendo por finalidad aportar una herramienta útil de trabajo, capaz de mejorar la atención al paciente y mitigar los efectos personales y sociales del tinnitus molesto y persistente.

Se busca determinar si dichos agentes físicos podrían formar parte de una intervención adecuada que logre aminorar la sintomatología en cuanto a la disminución de su intensidad, frecuencia y duración, y que a su vez mejore la calidad de vida de quienes lo padecen. Se pretende alentar a los profesionales a realizar futuras investigaciones sobre la temática que se desarrollará en la presente revisión, colaborando a una mejor toma de decisiones.

IV. MARCO TEÓRICO

IV.a ANATOMÍA DEL APARATO AUDITIVO

1- ANATOMÍA DEL OÍDO EXTERNO, MEDIO E INTERNO

1.1 Anatomía descriptiva del oído externo:

El oído externo se encuentra dividido en dos partes: pabellón auricular y conducto auditivo externo. ⁽⁴⁾

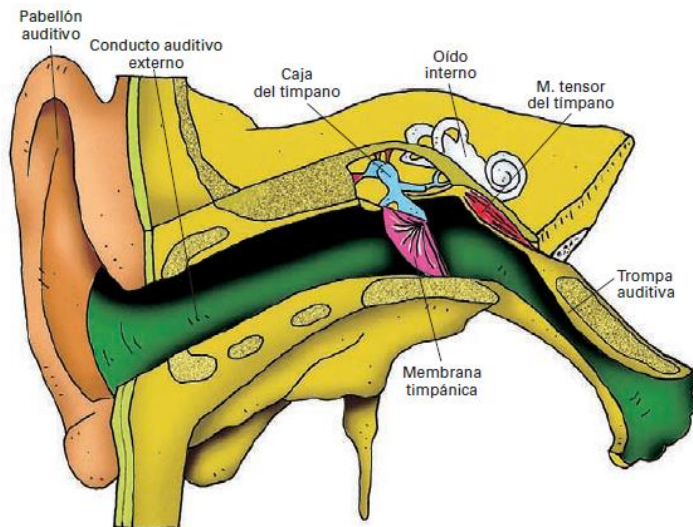


Figura N°1. Esquema General del Oído. ⁽⁸⁾

a. Pabellón auricular:

El pabellón está constituido por la piel de recubrimiento, y por un armazón cartilaginoso, ligamentos, y músculos.

- **Armazón Cartilaginoso:** Determina la conformación externa del pabellón; es delgado, flexible y elástico, constituido de colágeno tipo II y fibras elásticas.
- **Ligamentos:**
 - Extrínsecos: Unen el pabellón al hueso temporal.
 - Intrínsecos: Mantienen la forma del pabellón uniendo las diferentes partes.
- **Músculos:** Su función es prácticamente nula, se dividen igual que los ligamentos:
 - Extrínsecos: Forman parte de los músculos cutáneos de la cara: *Anterior, superior y posterior.*
 - Intrínsecos: *Mayor del hélix; Menor del hélix, del Antitrago; Transverso, Trago, Oblicuo.*⁽⁴⁾

b. Conducto Auditivo Externo:

Estructura cilíndrica cuyo tercio externo es fibrocartilaginoso y los dos tercios internos óseos. Está delimitado por la membrana timpánica y por el meato auditivo externo. Se dirige de atrás hacia delante y de fuera hacia adentro, en una posición bastante horizontal, en forma de "S" itálica. Mide aproximadamente 25mm de longitud por 5-9mm de diámetro. ⁽⁴⁾

❖ **Constitución del Conducto:**

a- Porción Fibrocartilaginosa:

- Cartilago: Es una prolongación del cartílago del pabellón.
- Porción Fibrosa: Rellena las paredes posterior y superior del conducto entre la pared posterior y anterior cartilaginosa.
- Revestimiento: La piel del conducto no posee hipodermis. ⁽⁴⁾

b- Parte ósea: Formada por el hueso timpantal en la pared antero-inferior y por la escama del temporal en las paredes superior y posterior. Su orificio interno está obturado por la membrana timpánica. ⁽⁴⁾

❖ **Inervación y vascularización del oído externo:**

- *Inervación Sensitiva*: Realizada por cuatro nervios. El nervio facial, el trigémino, el nervio vago, y el plexo cervical superficial (rama auricular mayor).
- *Inervación Motriz*: La rama auricular posterior del facial llega a los músculos auriculares superiores y posteriores, mientras que la rama temporofacial llega al auricular anterior.
- *Arterias*: Llegan dos ramas de la carótida externa: La arteria auricular anterior da tres ramas para la zona anterior del pabellón, y la arteria auricular posterior llega a la zona posterior. ⁽⁴⁾

1.2. Anatomía descriptiva del oído medio:

El oído medio comprende tres partes:

- 1. Los anexos mastoideos**
- 2. La caja del Tímpano**
- 3. La trompa auditiva o de Eustaquio**

2. Caja del tímpano: Su contenido está compuesto por la cadena de huesecillos con sus anexos ligamentosos y musculares, y está tapizada por un epitelio plano simple.

❖ **Paredes:**

- 1- Pared membranosa o lateral
- 2- Pared laberíntica o medial
- 3- Pared tegmentaria o superior
- 4- Pared yugular o inferior
- 5- Pared carotídea, tubárica o anterior
- 6- Pared mastoidea o posterior

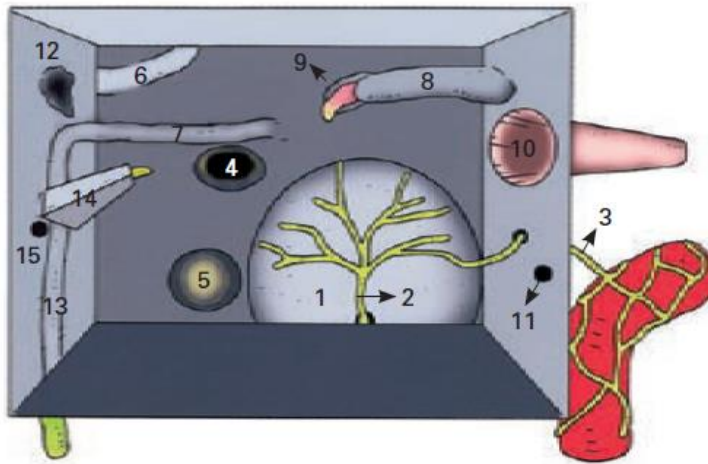


Figura N° 2. Paredes interna, anterior y posterior de la caja del tímpano:

1) promontorio; 2) nervio tímpanico en el surco del promontorio; 3) nervio caroticotímpanico; 4) fosita y ventana vestibular (oval); 5) fosita y ventana coclear (redonda); 6) prominencia del conducto semicircular lateral; 7) porción timpánica

del conducto facial; 8) conducto del músculo tensor del tímpano; 9) pico de cuchara; 10) orificio timpánico de la trompa auditiva; 11) orificio anterior de la cuerda del tímpano; 12) additus ad antrum; 13) porción mastoidea del conducto facial; 14) eminencia piramidal; 15) abertura timpánica del conducto de la cuerda del tímpano. ⁽⁸⁾

❖ **Contenido de la caja del tímpano:**

- **Cadena de osicular:** Formada por tres huesecillos desde la membrana timpánica hasta la ventana oval. De la superficie hasta la profundidad se encuentra:

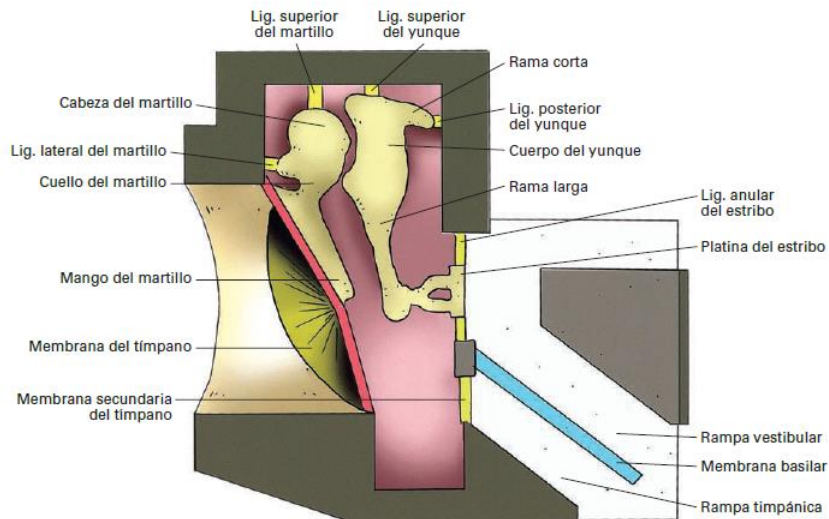


Figura N°3. Cadena Osicular, oído medio. ⁽⁸⁾

a) **Martillo:** Tiene forma de maza con una cabeza, un cuello, mango y dos apófisis.

La cabeza, situada en el ático, tiene forma ovoide, es lisa, y en su parte posterointerna presenta una superficie articular para el cuerpo del yunque.

El cuello es corto y aplanado, su borde lateral corresponde a la pars flácida de la membrana timpánica. Su borde medial es cruzado por la cuerda del tímpano, que se superpone al tendón del músculo tensor del tímpano.

El mango sigue el cuello descendiendo oblicuamente hacia abajo y atrás.

Su extremo distal corresponde al ombligo, zona donde el mango está muy adherido al tímpano.

La apófisis lateral es una eminencia cónica de 1 mm, a partir de la parte inferior y lateral del cuello.

La apófisis anterior proviene de la parte anterior y media del cuello, se continúa por el ligamento anterior del martillo y se insinúa en la fisura petrotímpano escamosa o de Glasser.

b) **Yunque:** Hacia dentro y por detrás del martillo, presenta un cuerpo y dos ramas. El cuerpo tiene forma cuboide, su cara anterior se articula con la cabeza del martillo.

c) **Estribo:** Situado en la fosa de la ventana oval, por debajo del canal del facial, tiene cabeza, dos ramas y una base.

Las ramas anterior y posterior (más larga y gruesa) forman un arco, que a veces está ocupado por un pliegue de mucosa timpánica, la membrana obturatriz del estribo. La base o platina es una fina lámina ósea ovalada que se encaja en la ventana oval, por el ligamento anular. ⁽⁴⁾

- **Ligamentos osiculares:** Unen el martillo y yunque a las paredes de la caja del tímpano. ⁽⁴⁾

- **Músculos osiculares:**
 - a) **Músculo Tensor del Tímpano o del martillo:** Al contraerse tira del mango del martillo hacia el interior de la caja, sin llegar al promontorio por la resistencia de la membrana timpánica.
 - b) **Músculo del estribo:** Al contraerse desplaza el estribo hacia atrás. ⁽⁴⁾

3. Trompa auditiva o de Eustaquio: Es un conducto que conecta la pared anterior de la caja del tímpano con la pared lateral de la rinofaringe. Está formado por dos estructuras de naturaleza diferente: su segmento posterolateral, excavado en la parte inferior del hueso temporal, forma la parte ósea. En cambio, su segmento anteromedial pertenece a la faringe y constituye la parte cartilaginosa.

Su apertura permite el paso de aire desde la rinofaringe hacia la caja timpánica para equilibrar el gradiente de presiones. Su luz está recubierta por un epitelio pseudoestratificado ciliado de tipo respiratorio. Así, el número de cilios decrece al acercarse a la porción mastoidea.

La luz de la trompa cartilaginosa es un espacio virtual, colapsado habitualmente, hasta que una contracción de su aparato motor la abre. Este aparato está formado, principalmente, por los músculos elevador y tensor del velo del paladar (periestafilinos interno y externo). ⁽⁴⁾

❖ **Vascularización e inervación del oído medio:**

- *Arterias:* Pedículos vasculares de carótida externa e interna y arteria vertebral llegan a la caja.
- *Inervación motriz:* El músculo del estribo está inervado por el nervio del estribo, rama del facial; el músculo tensor del tímpano es inervado por el mandibular, rama del trigémino.
- *Inervación Sensitiva:* La membrana timpánica está inervada por el nervio auriculotemporal, la rama auricular del vago, la cuerda del tímpano y el nervio

intermediario del facial. En la caja su inervación sensitiva la realiza el nervio de tímpanico o de Jacobson (rama del IX par craneal).⁽⁴⁾

1.3. Anatomía descriptiva del oído interno:

El oído interno o laberinto se encuentra situado en el centro de la pirámide petrosa del temporal.⁽⁴⁾

Formado por un conjunto de cavidades óseas (laberinto óseo), que contiene las estructuras del laberinto membranoso. En este último se encuentra el órgano sensorial coclear y los receptores sensoriales vestibulares.⁽⁴⁾

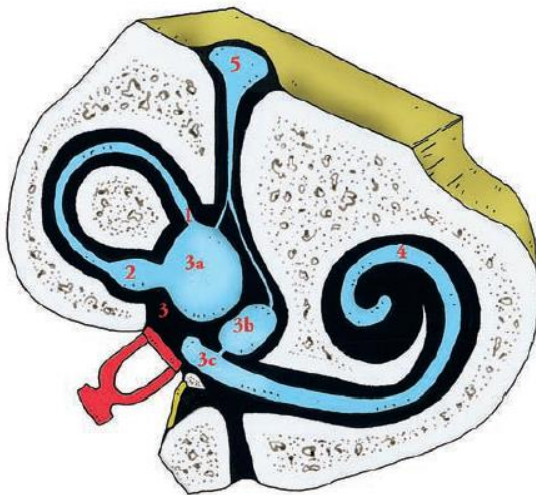


Figura N°4. Laberinto óseo y membranoso: 1) *Porción no ampollar del conducto semicircular;* 2) *Porción ampollar del conducto semicircular.* 3) *Vestíbulo óseo conteniendo en su interior el utrículo (3a), el sáculo (3b) y el inicio del conducto coclear (3c);* 4) *caracol óseo y membranoso;* 5) *acueducto del vestíbulo y fondo de saco endolinfático.* (Basado en Testut.)⁽⁸⁾

1. **Laberinto óseo:** Es una cubierta de hueso, formada por tres capas (periostal, encondral y endostal).
 - a) **Vestíbulo:** Es la cavidad central del laberinto óseo, tiene forma ovoide aplanada. Corresponde a la mitad posterior del fondo del conducto auditivo interno (CAI).
 - b) **Canales Semicirculares óseos:** Existen tres canales situados en la zona posterosuperior de laberinto, presentan una luz de 0,8mm.

En el extremo de cada canal se encuentra una dilatación; la ampolla, que se abre al vestíbulo. La ampolla contiene el epitelio sensitivo vestibular.

Los dos canales *laterales* derecho e izquierdo están en un mismo plano; formando un ángulo de 30° con el plano de Francfort que pasa por el polo superior del conducto auditivo externo (CAE) y el borde inferior orbitario. Así están en un plano perfectamente horizontal durante la marcha, delimitan el plano fisiológico de la cabeza o plano ortovestibular. Los canales *verticales* (superior y posterior) están en planos perpendiculares al lateral. De esta manera, el canal superior se sitúa en el mismo plano que el posterior del lado contrario.

- c) **Cóclea**: Situada en la parte anterior del laberinto. Tiene forma de caracol, es un tubo cónico de 30mm de largo y 1-2mm de diámetro, que describe dos vueltas y media alrededor de un eje denominado columela o modiolo. El modiolo es un cono acostado, su cima está en relación con el tímpano y su base constituye la fosita coclear que ocupa la parte anteroinferior del fondo del conducto auditivo interno.
- d) **Acueducto Vestibular**: Canal que se extiende desde el vestíbulo, de la cara posterior del peñasco. Contiene el saco endolinfático.
- e) **Acueducto del caracol**: Comunica al espacio subaracnoideo. ⁽⁴⁾

2. Laberinto Membranoso: Se divide en laberinto anterior que comprende el canal coclear; y en laberinto posterior donde se encuentra el utrículo, sáculo, canales semicirculares y sistema endolinfático. Dentro contiene la endolinfa, mientras que entre el laberinto membranoso y el óseo se sitúa la perilinfa.

- a) **Canal Coclear**: Tubo de 30mm, presenta dos segmentos: el primero es corto, terminando a nivel de la fosita coclear. El segundo segmento se enrolla en el caracol óseo.
- b) **Órgano de Corti**: Elemento sensorial donde están los receptores de la audición, situado entre dos surcos, el espiral interno y externo. Contiene diferentes estructuras:
 - ***Células Sensoriales***: Tres filas de células ciliadas externas con estereocilios colocados en W abierta hacia el modiolo, tienen propiedades contráctiles. Una sola fila de células ciliadas internas.
 - ***Células de Sostén***: Dan el soporte a las células sensoriales.
- c) **Fibras Nerviosas**: Van hacia el órgano de Corti o vuelven a través de la membrana basilar.
- d) **Membrana Tectoria**: Constituida por una capa superficial fibrosa y otra profunda gelatinosa.
- e) **Canales Semicirculares (CS)**: Consisten en tres tubos membranosos que recorren los canales óseos correspondientes, las ampollas son dilataciones membranosas que ocupan la ampolla ósea correspondiente. Cada ampolla posee un surco constituido por un pliegue transversal del epitelio que forma una prominencia denominada cresta ampollar. Las fibras nerviosas penetran por el surco, y cada cresta se cubre por un neuroepitelio con dos tipos celulares: células tipo I y II.
Cada célula contiene, en su polo apical, un mechón de estereocilios dominado por un cinocilio más largo. Estos cilios están incluidos en una membrana, con los desplazamientos cefálicos, los desplazamientos de la endolinfa determinan hundimiento de la membrana y flexión de los cilios.

- f) **Utrículo:** Vesícula extendida cuyo extremo anterior está adosado por su cara medial a la fosita ovoide. Los canales semicirculares desembocan en dos grupos. El primero lo forman los orificios ampollares de los canales lateral y superior; en el techo del extremo anterior. El orificio no ampollar del canal lateral y el orificio ampollar del conducto semicircular posterior van al extremo posterior del utrículo.
- La mácula es la zona sensorial, situada en la base y en un plano horizontal. Formada por:
- Epitelio sensorial o neuroepitelio:** contiene células tipo I y II, y una línea de división desprovista de células: striola.
- Membrana otolítica:** Sobre el neuroepitelio. Tiene tres capas: capa de los otolitos situada sobre la capa gelatinosa compuesta de mucopolisacáridos neutros, y la red submembranosa que constituye una malla fibrilar en la que penetran los extremos de los estereocilios.
- g) **Sáculo:** Vesícula redondeada subyacente al extremo anterior del utrículo.
- La mácula del sáculo está situada casi vertical sobre su cara medial, tiene una estructura análoga a la del utrículo.
- h) **Canal y saco endolinfático:** El canal endolinfático nace de la reunión de dos canalículos provenientes del utrículo y sáculo.
- **Canal endolinfático:** Presenta una primera porción dilatado dentro del vestíbulo: el seno. Después se estrecha a nivel del istmo penetrando en el acueducto del vestíbulo, después se ensancha de nuevo.
 - **Saco endolinfático:** Constituye una prolongación intracraneal del laberinto membranoso. ⁽⁴⁾

IV.b FISIOLÓGÍA DEL APARATO AUDITIVO

FISIOLOGÍA AUDITIVA

El órgano de la audición realiza su función específica al hacer perceptible el estímulo sonoro físico en tres etapas diferentes:

- A.** Transmisión o conducción de la energía física del estímulo sonoro captada en el pabellón auditivo hasta el órgano de Corti.
- B.** Transformación en el órgano de Corti de la energía mecánica en energía eléctrica (potencial de acción), que después se transfiere al nervio auditivo. Es el fenómeno bioeléctrico de la transducción.
- C.** Vehiculización de esta energía eléctrica, a través de vías nerviosas, desde el órgano de Corti hasta la corteza cerebral. La apreciación de los sonidos, con todas sus cualidades, es función de las áreas auditivas del lóbulo temporal de la corteza (áreas 21-22 y 41-42 de Brodman). ⁽⁴⁾

FISIOLOGÍA DE LA AUDICIÓN EN EL OÍDO EXTERNO

El pabellón auricular, a la manera de una pantalla receptora, capta las ondas sonoras, enviándolas a través del conducto auditivo externo hacia la membrana timpánica. La oreja del humano es prácticamente inmóvil y se orienta hacia el sonido mediante movimientos de la cabeza. El pabellón auricular contribuye a la localización de la procedencia del sonido: el hecho de poseer dos orejas separadas por la cabeza (que se comporta como una pantalla acústica) hace que el sonido llegue a ambos oídos con una diferencia temporal y de fase, lo que sirve para localizar el sonido en el plano horizontal. ⁽⁴⁾

De la misma manera, los repliegues del pabellón, y en particular la concha, (porción cartilaginosa del pabellón auricular) sirven para localizar el sonido en el plano vertical.

El conducto auditivo externo (CAE) conduce la onda sonora hacia la membrana timpánica y protege el oído medio con su sinuosidad, sus pelos y la secreción de sus glándulas de cerumen. Contribuye también a que el aire tenga la misma temperatura a uno y otro lado de la membrana timpánica. ⁽⁴⁾

FISIOLOGÍA DE LA AUDICIÓN EN EL OÍDO MEDIO



Figura N°5. Mecánica de los huesecillos del oído medio. ⁽⁴⁾

El oído medio, por medio de la cadena de huesecillos, transmite la energía sonora desde la membrana timpánica hasta el oído interno. El sistema timpánico de transmisión es mecánico. La membrana timpánica entra en movimiento desplazada por la vibración de las moléculas del aire contenido en el conducto auditivo externo. El mango del martillo se encuentra firmemente unido a la membrana timpánica a nivel de uno de sus ejes radiales. El martillo se enlaza sólidamente con el yunque por la articulación incudo-maleolar. El yunque, por su rama larga, se articula con la cabeza del estribo (articulación incudo-estapedial). El estribo tiene su platina inserta en la ventana oval, a la que se une mediante el ligamento anular de Rudinger. ⁽⁴⁾

Al vibrar la membrana timpánica traspasa su movimiento al martillo, el martillo al yunque y éste al estribo; el cual, a través de la ventana oval, transmite la vibración al oído interno. ⁽⁴⁾

El martillo está sustentado por tres ligamentos. Su mango es traccionado hacia dentro por el músculo del martillo o tensor tympanii, lo que mantiene la membrana timpánica continuamente tensa. El músculo del estribo tracciona este hueso hacia fuera y atrás. La acción de ambos músculos constituye un mecanismo de adaptación, selección frecuencial y defensa del oído interno. ⁽⁴⁾

Emparejamiento de la impedancia.

La función clásicamente admitida del aparato timpánico (membrana timpánica y cadena de huesecillos), es transmitir la vibración recogida en un medio aéreo (oído externo y medio) a un medio líquido (oído interno) adaptando las impedancias entre ambos. Por tener el líquido mucha mayor impedancia (161.000 ohms mecánicos/cm²) que el aire (41.5 ohms mecánicos/cm²), gran parte de la energía se refleja al pasar de uno a otro medio, siendo incidente solo una pequeña parte.

Si la impedancia acústica de dos medios difiere considerablemente, la onda sonora no penetra, se refleja. Por todo lo expuesto, al pasar la energía sonora de un medio aéreo (oído medio) a un medio líquido (oído interno) es necesario que existan sistemas de emparejamiento o compensación de las distintas impedancias, esto se lleva a cabo de dos maneras:

- * Por diferencia de tamaño entre el tímpano y la ventana oval.
- * Por la acción de palanca de primer grado con que actúa la cadena de huesecillos. ⁽⁴⁾

Papel de los músculos del oído medio.

La contracción de los músculos del oído facilita el paso de sonidos agudos (frecuencias conversacionales) dificultando el paso del ruido (frecuencias graves). De este modo los músculos poseerían un papel en la selección frecuencial y por tanto este sistema neuromuscular estaría implicado en la mejor comprensión del lenguaje hablado. ⁽⁴⁾

Función de la trompa de Eustaquio.

Para que el sistema tímpano-osicular vibre con libertad en la caja timpánica, la presión en ésta ha de ser igual a la que exista en el exterior, es decir, debe haber una equipresión a ambos lados de la membrana timpánica. La función de la trompa de Eustaquio es precisamente igualar la presión aérea endo y exotimpánica. ⁽⁴⁾

La hipopresión y el enrarecimiento excitan a la cuerda del tímpano, rama del nervio facial (VII), que cruza la caja. La cuerda del tímpano, por medio de su conexión con el nervio lingual (rama de V3), estimula las glándulas submaxilares y sublinguales aumentando la secreción de saliva. Al llenarse la boca de saliva se produce un movimiento de deglución durante el cual se abren las trompas, permitiendo que el aire penetre en la caja del tímpano, lográndose así la presión idónea. Además de abrirse en la deglución, la trompa se abre también durante el bostezo y el estornudo. La apertura de la trompa es realizada por acción de los músculos elevadores y tensores del velo del paladar (faringoestafilinos y periestafilinos). ⁽⁴⁾

Por este mecanismo continuo, la trompa se abre con una frecuencia de alrededor de una vez por minuto en la vigilia y cada cinco minutos durante el sueño. ⁽⁴⁾

Además de la trompa de Eustaquio la función equipresora en el oído medio depende de la distensibilidad o compliance de la membrana timpánica quien desplazándose medialmente hacia el promontorio o lateralmente hacia el CAE compensa pequeños cambios de presión dentro de la caja timpánica. ⁽⁴⁾

FISIOLOGÍA DE LA AUDICIÓN EN EL OÍDO INTERNO. FUNCIÓN COCLEAR.

En la función coclear se distinguen: un primer período en el que lo fundamental es la mecánica coclear originada por los movimientos de los líquidos y las membranas, un segundo período de micromecánica coclear en el que ocurren desplazamientos del órgano de Corti con respecto a la membrana tectoria y un tercer período en el que se produce la transducción o transformación de la energía mecánica en energía bioeléctrica. ⁽⁴⁾

Mecánica coclear.

Sólo el punto de máxima amplitud de la onda viajera estimula al órgano de Corti. La máxima amplitud para los agudos se localiza en la zona basal de la cóclea y para los graves en la zona del ápex; así mismo, esta máxima amplitud se localiza en puntos intermedios para

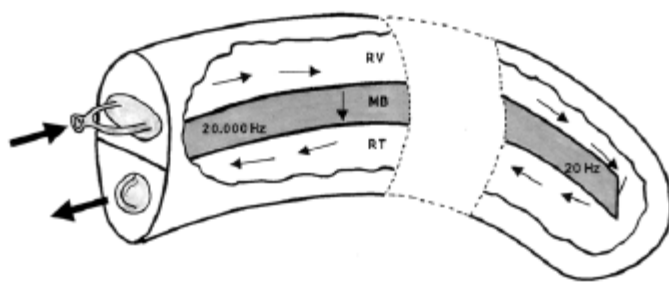


Figura N°6. Mecánica Coclear ⁽⁴⁾

las distintas frecuencias sucesivas. Por este mecanismo se discriminan en la cóclea los diversos tonos del sonido. El oído interno está completamente lleno de líquido y al ser los líquidos incompresibles, para que la platina del estribo pueda introducirse en el laberinto se necesita una zona elástica que se desplace en sentido opuesto al de la platina (oposición de fase). Esta función la cubre la ventana redonda, obturada por su membrana elástica o falso tímpano. Por ello, a un movimiento del estribo hacia dentro (hacia el oído interno) corresponde un abombamiento de la membrana de la ventana redonda hacia fuera (hacia el oído medio) y viceversa, originando el llamado juego de ventanas. ⁽⁴⁾

Hace falta un "segundo filtro" para obtener la perfecta percepción individualizada de las frecuencias, este segundo filtro se halla ligado a la capacidad contráctil de las células ciliadas externas (CCE) cuyos cilios se anclan en la membrana tectoria traccionando de ella cuando se contraen y aproximando de este modo la tectoria a las células ciliadas internas (CCI), facilitando su función que va seguida por la descarga de un potencial de acción. Por el

contrario, la relajación de las CCE aleja la membrana tectoria de las CCI bloqueando los canales iónicos e hiperpolarizando la célula. ⁽⁴⁾

Micromecánica coclear.

La activación de las células neuroepiteliales (células ciliadas) está ligada a los desplazamientos que sufren sus cilios debidos a la excitación mecánica consecuencia de la onda viajera. Estos desplazamientos son movimientos de cizallamiento entre la tectoria y la basilar. ⁽⁴⁾

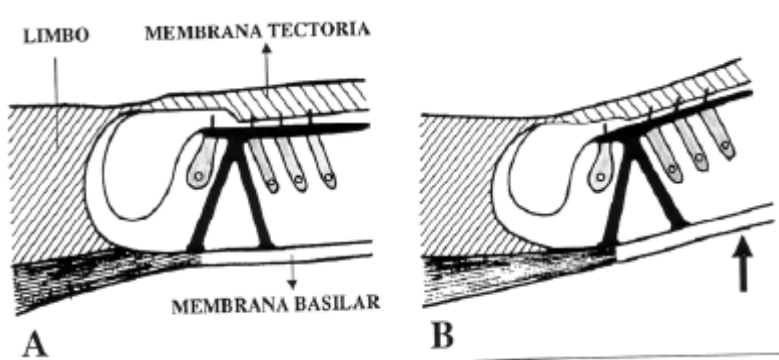


Figura N°7. A- Órgano de Corti. **B-** Al ascender la membrana basilar impulsada por la onda viajera los cilios se angulan desplazados por la membrana tectoria. ⁽⁴⁾

Con la vibración de la membrana basilar, el órgano de Corti, que asienta sobre ella, se ve desplazado sucesivamente arriba y abajo. Así los movimientos del órgano de Corti con relación a la membrana tectoria provocan una deformación del espacio subtectorial originando corrientes de

endolinfa en la superficie del órgano de Corti. Son estas micro-corrientes las que ocasionarían el movimiento de los cilios de las CCI y su despolarización, origen del fenómeno bioacústico, ya que son realmente las CCI las encargadas de transmitir la información sonora que ha llegado a la cóclea. ⁽⁴⁾

Transducción.

Se denomina transducción a la transformación de la energía mecánica que actúa sobre los cilios de las CCI y CCE en energía bioeléctrica. ⁽⁴⁾

El proceso de transducción tanto en la cóclea como en los receptores vestibulares depende del ciclo del potasio (K⁺). ⁽⁴⁾

La membrana de las células ciliadas, al recibir el estímulo mecánico producido por el movimiento de los cilios y de la placa cuticular en que están anclados, varía su permeabilidad al paso de iones aumentando la difusión de K⁺. ⁽⁴⁾

La permeabilidad de la membrana celular en las zonas apicales de las células ciliadas se modifica en relación directa a la deflexión de los cilios. Cuando se angulan los cilios al ser proyectados contra la tectoria, varía la resistencia eléctrica de la membrana celular, ocurriendo fenómenos de despolarización en las células ciliadas que conducen a una modificación de su potencial de reposo. ⁽⁴⁾

Cuando la modificación del potencial de reposo alcanza su "umbral", en el polo sináptico de la célula se libera un neurotransmisor – glutamato - que es captado por el elemento postsináptico y va a originar un potencial de acción en la fibra nerviosa. Por este sistema, las células ciliadas transforman la energía mecánica que actúa sobre sus cilios en energía bioeléctrica que, tras la transmisión sináptica, induce la aparición de un potencial de acción en el nervio coclear. ⁽⁴⁾

IV.c VÍA AUDITIVA

Los estímulos auditivos mecánicos, transformados en energía eléctrica por las células ciliadas del órgano de Corti, son conducidos hasta los centros analizadores superiores de la corteza temporal a través de una vía específica. ⁽⁴⁾

Las primeras neuronas de la vía coclear asientan en el ganglio espiral de Corti, son células bipolares que emiten su prolongación periférica hacia las células ciliadas. ⁽⁴⁾

Sus prolongaciones centrales se unen formando la raíz coclear del VIII par craneal. Esta raíz coclear penetra en el endocráneo por el cuadrante antero-inferior del conducto auditivo interno (CAI) y, acoplándose a la raíz vestibular, la cual completa el VIII par. ⁽⁴⁾

El VIII par o nervio estato acústico, tras un breve recorrido entre la protuberancia y el cerebelo (ángulo ponto-cerebeloso), penetra por el surco bulbo-protuberancial en el tronco del encéfalo, donde los axones van a buscar los núcleos cocleares. Las fibras auditivas originadas en las porciones basales de la cóclea, y que vehiculan información de frecuencias agudas, caminan por la parte más periférica del nervio, mientras que las que proceden de áreas más apicales se localizan en la porción central de la rama coclear del VIII par craneal. Las segundas neuronas de la vía están colocadas en los núcleos bulboprotuberanciales denominados cocleares ventral y dorsal. ⁽⁴⁾

El complejo olivar superior está formado por seis núcleos: los olivares superiores lateral y medial, los núcleos preolivares interno y externo, el núcleo del cuerpo trapezoide (el más voluminoso e importante) y el núcleo del lemnisco lateral. A partir del complejo olivar superior la vía auditiva se decusa: un 60% de las fibras serán contralaterales y un 40% homolaterales. ⁽⁴⁾

De todos estos núcleos parten fibras que ascienden por el gran fascículo llamado lemnisco lateral o cinta de Reil, con destino al tubérculo cuadrigémino inferior (colículo inferior). ⁽⁴⁾

El complejo olivar superior, y más concretamente el núcleo olivar medial, tiene conexiones con el núcleo del motor ocular común o VI par craneal, lo que explica el reflejo de orientación de la cabeza y los ojos en la dirección del sonido. El complejo olivar superior y el tubérculo cuadrigémino inferior desempeñan un importante papel en la localización espacial del sonido. ⁽⁴⁾

Las terceras neuronas están localizadas en el núcleo geniculado medial del tálamo. Este núcleo tiene también una organización tonotópica, y no solo desempeña el papel de conexión sináptica, sino que tiene además funciones integradoras auditivas. ⁽⁴⁾

Los axones de las neuronas del núcleo geniculado medial forman la radiación acústica de Pfeiffer, que se va a dirigir al labio inferior de la cisura horizontal de Silvio, lugar que ocupan los centros analizadores corticales del sonido en las áreas 21, 22, 41 y 42 de Brodmann. ⁽⁴⁾

Vía auditiva eferente.

Una de las características más desconocidas del órgano de la audición es su capacidad de bio-feedback. Esta retroalimentación positiva y negativa posibilita, por ejemplo, la discriminación frecuencial en la cóclea ya que la acetilcolina –neurotransmisor de la vía auditiva eferente- modifica la capacidad contráctil de las células ciliadas externas (CCE). ⁽⁴⁾

La vía auditiva eferente nace en la corteza auditiva y posee tres tramos neurales: haz córtico-talámico, haz tálamo-olivar y haz olivo-coclear (a esta última porción de la vía eferente se la denomina como haz olivo-coclear de Rasmussen). ⁽⁴⁾

Esta vía tiene cometidos inhibidores y reguladores. La estimulación de puntos concretos del complejo olivar superior inhibe áreas específicas del órgano de Corti, reduciendo hasta en 20 decibelios su capacidad de recepción de sonido. Esto explica el por qué una persona puede dirigir su atención hacia determinados sonidos al tiempo que desatiende otros; por ejemplo, al escuchar una orquesta se puede oír selectivamente, según voluntad, uno u otro instrumento. ⁽⁴⁾

Centros analizadores corticales del sonido.

El análisis final de los estímulos sonoros tiene lugar en determinadas zonas de la corteza del lóbulo temporal, las tres áreas auditivas principales son las 41, 42 y 22 de la topografía de Brodmann. ⁽⁴⁾

El área 41 de Brodmann es el centro auditivo primario, casi oculta en la cisura de Silvio. En experiencias con animales se han localizado las frecuencias altas en la zona anterior y las bajas en la posterior, y entre ambas sucesivamente las frecuencias intermedias. Cada área 41 recibe información de ambos oídos. Las áreas 42 y 22 de Brodmann constituyen la corteza auditiva secundaria o de asociación. ⁽⁴⁾

El área 42 rodea al área 41, recibe fibras directamente del núcleo geniculado medial del tálamo, cumple funciones automáticas de atención auditiva y realiza principalmente misiones de percepción que permiten pasar de la simple discriminación de los sonidos a la identificación de las palabras. Tiene también una organización tonotópica, pero opuesta a la que muestra el área 41, es decir las frecuencias bajas se localizan en la parte más anterior y las altas en la parte más posterior. ⁽⁴⁾

El área 22 está localizada en los dos tercios posteriores de la primera circunvolución temporal, es el centro de la gnosia auditiva o área de Wernicke, donde se produce el reconocimiento de lo que se oye dotando a los sonidos de un contenido semántico. Las lesiones bilaterales de esta área originan la incomprensión y la pérdida del significado del lenguaje. ⁽⁴⁾

IV.d TINNITUS

IV.d.1 Definición

El tinnitus o "zumbido en los oídos" es una percepción consciente de una sensación auditiva en ausencia de un estímulo externo correspondiente. ⁽⁹⁾ El acúfeno es una percepción sonora, "un fenómeno psicosensoresal experimentado en la corteza auditiva". Esta noción hace referencia a que todo acúfeno es analizado, interpretado y procesado en el sistema nervioso central cualquiera fuere el mecanismo que lo produzca. ⁽³⁾

IV.d.2 Clasificación y Etiología

La clasificación del tinnitus considera tradicionalmente dos subtipos principales:

- Objetivo
- Subjetivo

El tinnitus objetivo se presenta en aquellos casos en los que existe un estímulo interno, medible, responsable de ocasionar el síntoma. Sin embargo, en la mayoría de los casos es subjetivo, lo que significa que el paciente experimenta el tinnitus en ausencia de cualquier estímulo auditivo. Dentro de éste último, existe otra clasificación relacionada con la etiología del síntoma, que diferencia un "tinnitus primario", el cual es idiopático y puede estar asociado o no con la sensorineural hearing loss/hipoacusia neurosensorial (SNHL), de un "tinnitus secundario", que está asociado con una causa subyacente específica (distinta de la SNHL) o una afección orgánica identificable. ⁽²⁾ Los culpables conocidos, incluyen procesos patológicos como la enfermedad de Menière, el neuroma acústico o la otosclerosis, así como instigadores como el trauma físico en el oído, la exposición aguda o crónica al ruido, la presbiacusia o los fármacos ototóxicos. En esencia, cualquier lesión que involucre el conducto auditivo externo, la membrana timpánica, los huesecillos, la cóclea, el nervio auditivo, el tronco encefálico o la corteza cerebral, podría llevar a percibir sonidos fantasmas. ⁽⁹⁾

IV.d.3 Fisiopatología

Fisiológicamente, el tinnitus subjetivo se percibe cuando los centros superiores de percepción auditiva reciben una señal neuronal, similar a la creada por los sonidos externos, pero generada en algún lugar dentro de la vía auditiva. El cerebro anterior entonces, reacciona a esta activación de la corteza auditiva. ⁽⁹⁾

Cuando un trastorno del oído interno o del nervio auditivo es la causa del sonido fantasma percibido, el tinnitus se denomina ótico. Sin embargo, hay muchas otras situaciones en las que los pacientes no tienen ningún trastorno otológico o neurológico detectable, o no existe una relación estrecha entre su trastorno y el tinnitus. A partir de ello, estudios recientes

sugieren que el tinnitus subjetivo, un molesto fenómeno otológico de sonidos fantasmas que solo escucha el paciente, podría estar relacionado con la disfunción temporomandibular (DTM) o de la columna cervical, queja dental de mal funcionamiento articular o muscular y dolor en el área orofacial. ⁽⁹⁾

En tales situaciones, se sugiere una clasificación adicional de tinnitus subjetivo a la que se refiere como **somático**. Estos sonidos fantasmas, se deben a interacciones neuronales dentro del cerebro que involucran los sistemas somatosensorial y auditivo. Se encontraron que las raíces dorsales cervicales superiores sensoriales y los componentes sensoriales de cuatro nervios craneales (V, VII, IX y X) convergen en una región del tronco encefálico conocida como núcleo somatosensorial medular (MSN). Los estudios en animales confirman que este núcleo se conecta al núcleo coclear ipsilateral, principalmente el núcleo coclear dorsal (DCN) en el tronco encefálico, quién también recibe toda la información auditiva ipsilateral. En última instancia, el MSN sirve para inhibir las neuronas DCN que se proyectan a los centros cerebrales superiores, sugiriendo a partir de ello que el aumento de la actividad del DCN se asocia con tinnitus subjetivo; por lo tanto, la inhibición de la vía del MSN al DCN podría conducir a una percepción de sonido fantasma a través de la desinhibición de DCN. ⁽⁹⁾

A continuación, el modelo neurológico propuesto por Levine para el tinnitus, (**Figura N°8**) donde la estimulación somática de la cabeza y el cuello conduce al tinnitus subjetivo por desinhibición del DCN a través de esta vía somática. ⁽⁹⁾

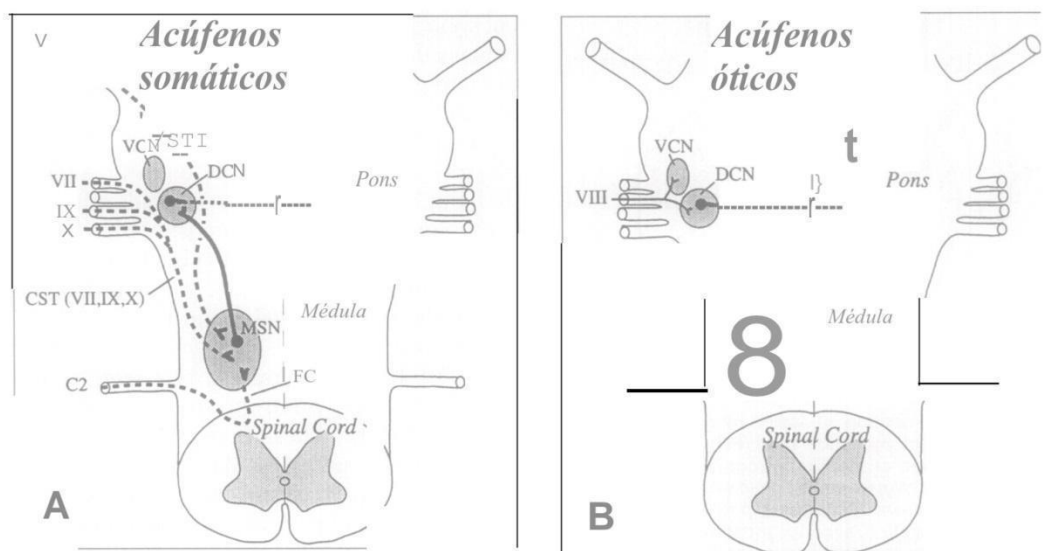


Figura N°8. Diagrama esquemático del tronco del encéfalo y la médula espinal cervical superior, que representa la base anatómica de la hipótesis del DCN; tanto el tinnitus somático como el ótico ocurren debido a la desinhibición del DCN. En ambos casos, el tinnitus es causado por una mayor actividad en la salida de los DCN (flecha curva), que luego se proyecta

a otros centros y eventualmente conduce a la activación de la maquinaria perceptiva auditiva responsable del tinnitus. En el caso del tinnitus somático (**A**), las entradas sensoriales (mostradas como líneas discontinuas largas) de (1) la cara (a través del nervio trigeminal [V] y el tracto espinal del trigémino [STT]), (2) los oídos externo y medio (a través del tracto espinal común de los nervios facial, glossofaríngeo y vago (CST [VII, IX, XI] y (3) el cuello (a través de la raíz dorsal C2 y el fascículo cuneado [FC]) convergen en una región común de la médula inferior, los núcleos somatosensoriales medulares (MSN), desde los cuales las fibras se proyectan al DCN ipsilateral (línea continua). La modulación de la actividad en la vía de MSN a los DCN da como resultado la desinhibición del DCN. En el caso del tinnitus ótico (**B**), la pérdida de entrada (actividad espontánea) del nervio auditivo (VIII) conduce a la desinhibición de DCN y del VCN, núcleo coclear ventral. ⁽¹⁰⁾

Desde las neurociencias, existe cada vez más evidencia que apunta a que el tinnitus sería una patología que posee un correlato de una disfunción a nivel cerebral, en la que se afectan regiones sensoriales auditivas, pero también áreas de procesamiento cognitivo y emocional, lo que lleva a entender al tinnitus como una patología que muchas veces se origina en el oído, pero que se perpetúa en un disfuncionamiento cerebral lo que se condice con la gran variedad de síntomas y comorbilidades neuropsiquiátricas asociadas al tinnitus (síntomas depresivos, ansiedad, mayor tasa de suicidio, insomnio, irritabilidad, incapacidad de relajarse, alteración en la concentración, confusión, drogodependencias, dolor, cefalea, problemas de memoria, evitación de ambientes ruidosos y silenciosos, aislamiento social, entre otros). De ello se desprende el concepto de percepción central para comprender la fisiopatología del tinnitus, lo que obliga a considerar manejos multidisciplinarios que intervengan los aspectos cognitivos, emocionales y de atención involucrados en la red del tinnitus, así como terapias acústicas que intenten modificar el estado patológico del cerebro auditivo de este prevalente problema de salud. ⁽⁵⁾

A nivel de tronco, (**Figura N°9**) el sistema auditivo interactúa con el sistema somatosensorial (representado con letras grises). Las cortezas auditivas influyen sobre redes cerebrales relacionadas con la alerta (representado con letras verdes), funciones ejecutivas (representado con letras amarillas), emociones (representado con letras moradas), y de memoria (representado con letras celestes), lo que se relaciona con los síntomas que acompañan al tinnitus (cuadros superiores del esquema). Estas redes cerebrales, a su vez, actúan sobre la vía auditiva (flechas de colores), modificando la actividad relacionada al tinnitus. **A1**, corteza auditiva primaria; **CI**, colículo inferior; **CGM**, cuerpo geniculado medial; **COS**, complejo olivar superior; **NC**, núcleos cocleares. ⁽⁵⁾

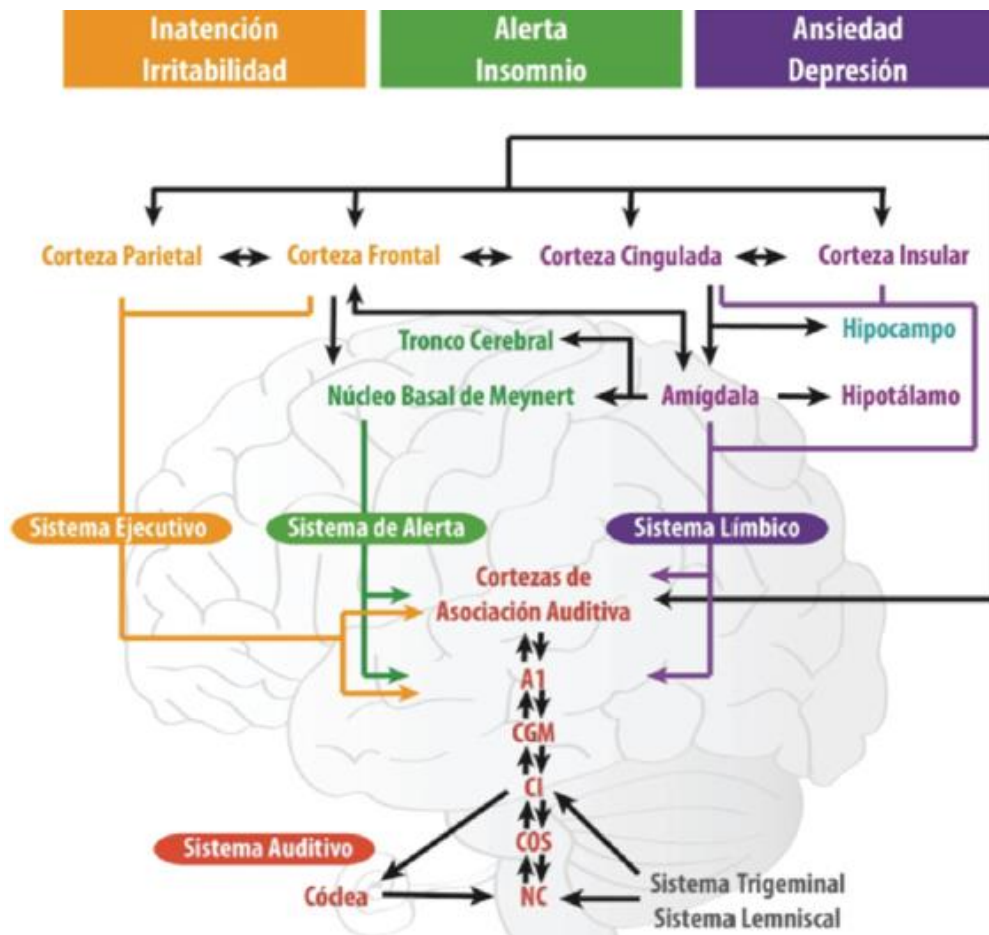


Figura N°9. Síntomas asociados al tinnitus y redes neuronales asociadas. ⁽⁵⁾

IV.d.4 Epidemiología

Según la American Tinnitus Association, el acúfeno grave representa el tercer síntoma más incapacitante que puede sufrir un individuo, después del dolor intenso y los trastornos del equilibrio. ⁽⁴⁾

Cerca del 15% a 20% de la población general presenta en algún momento de su vida tinnitus. De éstos, el 5% busca tratamiento, y del 1%-3% presenta una disminución significativa en su calidad de vida, asociándose a trastornos del sueño, mayor prevalencia de depresión, irritabilidad, ansiedad, problemas de atención, y mayores tasas de suicidio. ⁽⁵⁾

Los acúfenos presentan similar incidencia en ambos sexos, siendo más frecuentes a partir de la quinta década de la vida, y convirtiéndose en un problema cada vez más habitual en el transcurso del envejecimiento. En cuanto a su localización, más de la mitad de los pacientes lo establecen en ambos oídos, cerca de un 35% lo padecen en un solo oído, y una pequeña proporción lo sitúa en la cabeza. ⁽²⁾

Por su parte, se han reportado cifras de prevalencia de *tinnitus subjetivo somático* ampliamente variables en la literatura. Las mismas se extienden desde un porcentaje del 16%

hasta un 43 e incluso 83%. Ésto sucede ya que no existen criterios de diagnóstico claros e inequívocos para esta clase de tinnitus. ^(11; 12)

IV.d.5 Evaluación y Diagnóstico

Es necesaria una evaluación general y otorrinolaringológica exhaustiva. ⁽³⁾

IV.d.5.a *Historia Clínica – Anamnesis*

- a) **Antecedentes**: Edad y género. Historia familiar de acúfenos. Tiempo de instauración. Modo de instauración (gradual o repentino). Tratamientos previos.
- b) **Patrón**: (Continuo o pulsátil). Lateralidad y simetría de intensidad. Porcentaje de tiempo que el acúfeno le mantiene despierto.
- c) **Factores asociados en el momento de instauración**: Pérdida auditiva, otitis media, trauma acústico, tratamiento dentario, estrés, otros.
- d) **Persistencia**: Intermitente o constante. Fluctuación. Descripción del acúfeno según las propias palabras del paciente. Tono: Agudo, medio, grave.
- e) **Factores influyentes**: Enmascaramiento natural (música, sonidos de la vida diaria, otros). Modificaciones por movimientos de la cabeza o extremidades superiores (¿Cuáles?) Empeoramiento con ruido intenso. Con el sueño diurno empeora, mejora o no varía. Efecto del sueño nocturno en la percepción diurna del acúfeno. Efecto del estrés. Efecto de medicamentos (¿Cuáles?).
- f) **Factores asociados**: Hipoacusia. Portador de audífono (¿afecta al acúfeno?). Intolerancia o molestia con ruido. Algia-cusia. Cefalea. Vértigo/Mareo. Alteraciones temporomandibulares. Dolor cervical.
- g) **Otras enfermedades concomitantes**: Psiquiátricas. Generales: metabólicas, endócrinas, vasculares, etcétera. ⁽³⁾

IV.d.5.b *Factores de Riesgo*

Los factores de riesgo comunes atribuidos para cualquier subtipo de tinnitus son el género masculino, la edad avanzada y los problemas de audición. Sin embargo, evidencia reciente muestra que el tinnitus *somático* es más común entre las personas jóvenes y no está relacionado con la pérdida de audición o la gravedad del tinnitus. Algunos de estos rasgos audiológicos y demográficos pueden ser útiles para informar la terapia a través de la identificación de “criterios clínicos para la subtipificación útil de pacientes con tinnitus”. ⁽¹³⁾

IV.d.5.c *Método Delphi*

El *Método Delphi* sirve para lograr llegar a un consenso sobre el diagnóstico de tinnitus somatosensorial entre los expertos. Está conformado por una lista de criterios que, si están

presentes, sugieren fuertemente una influencia del sistema somatosensorial en el tinnitus del paciente. ⁽¹⁴⁾

1- *Capacidades de modulación del tinnitus que sugieren una fuerte influencia somatosensorial en el tinnitus:*

- El paciente puede modular el tinnitus mediante el movimiento voluntario de la cabeza, el cuello, la mandíbula o los ojos.
- El paciente puede modular el tinnitus mediante maniobras somáticas (por ejemplo, apretar la mandíbula).
- El tinnitus se modula por la presión sobre los puntos gatillo miofasciales. ⁽¹⁴⁾

2- *Características del tinnitus que sugieren fuertemente una influencia somatosensorial en el tinnitus:*

- Tinnitus y molestias en el cuello o la mandíbula aparecieron simultáneamente.
- Los síntomas de tinnitus y dolor de cuello o mandíbula se agravan simultáneamente.
- El tinnitus está precedido por un trauma en la cabeza o el cuello.
- El tinnitus aumenta durante las malas posturas.
- Se informa que el tono del tinnitus, el volumen y / o la ubicación varían.
- En el caso del tinnitus unilateral, el audiograma no tiene en cuenta el tinnitus unilateral. ⁽¹⁴⁾

3- *Síntomas acompañantes que sugieren fuertemente una influencia somatosensorial en el tinnitus:*

- El tinnitus se acompaña de dolor frecuente en la columna cervical, la cabeza o la cintura escapular.
- El tinnitus se acompaña de la presencia de puntos gatillo miofasciales sensibles.
- El tinnitus se acompaña de un aumento de la tensión muscular en los músculos suboccipitales.
- El tinnitus se acompaña de un aumento de la tensión muscular en los músculos extensores de la columna cervical.
- El tinnitus se acompaña de trastornos témporomandibulares.
- El tinnitus se acompaña de apretar los dientes o bruxismo.
- El tinnitus se acompaña de enfermedades dentales. ⁽¹⁴⁾

Para evitar un diagnóstico insuficiente o excesivo, es importante tener en cuenta las notas a pie de página de los expertos:

- Es importante la modulación somática, especialmente por movimientos voluntarios, para el diagnóstico de tinnitus somatosensorial, pero la ausencia de esta capacidad no descarta al mismo. Por lo tanto, la modulación somática no debe usarse como un simple criterio de “sí / no” para su diagnóstico.
- El uso de maniobras somáticas como criterio único para evaluar la modulación del tinnitus puede conducir a un diagnóstico excesivo.
- Elementos como “tinnitus acompañado de dolor frecuente en la cabeza, el cuello o la cintura escapular” o “tinnitus acompañado de trastornos temporomandibulares”, deben usarse con cierta prudencia si son el único criterio presente. Esto se debe a que el tinnitus y los problemas de cuello o mandíbula también pueden coexistir sin una relación causal. Por otro lado, cuando estos elementos se combinan con otro criterio, como “el tinnitus y el dolor de cuello o mandíbula aparecieron simultáneamente” o “el paciente puede modular el tinnitus mediante el movimiento voluntario de la cabeza, el cuello, la mandíbula o los ojos”, la probabilidad de un diagnóstico de tinnitus somático se vuelve más fuerte. ⁽¹⁴⁾

Aunque los expertos acordaron un conjunto de criterios para identificar a los pacientes con tinnitus somatosensorial, aún no es fácil hacer el diagnóstico, especialmente porque los pacientes a menudo se presentan con una combinación de factores influyentes. ⁽¹⁴⁾

IV.d.5.d Examen y pruebas fundamentales

1) *Examen Otorrinolaringológico - Otoscopia.*

2) *Examen Clínico General.* Descartar patologías metabólicas, endócrinas, vasculares, neurológicas, genéticas.

3) *Exploración de articulación temporo-mandibular.*

4) *Audiometría tonal.*

5) *Audiometría de Alta frecuencia.*

6) *Logaudiometría.*

7) *Impedanciometría - Timpanometría.*

8) *Otoemisiones acústicas.*

9) *Potenciales evocados.* ⁽³⁾

10) *Audiograma:* Un audiograma consta de un diagrama con dos gráficos que representan los dos oídos y muestran los niveles de sonido más suaves o más fuertes (o presiones sonoras) que puede oír una persona a diferentes tonos o frecuencias, desde la más baja hasta la más alta. El audiograma ilustra la capacidad auditiva de una persona mostrando su umbral de

audición a distintas frecuencias. El umbral de audición es un indicador del punto más bajo o más suave que puede alcanzar un sonido antes de que resulte inaudible para la persona que se somete a la prueba. ⁽¹⁵⁾

11) *Acufenometría*: frecuencia e intensidad más enmascaramiento del acúfeno e inhibición residual y el “nivel mínimo de enmascaramiento”. ⁽³⁾

IV.d.5.e Exámenes y pruebas secundarias

El Eco-doppler color de troncos supra-aórticos para valorar el estado de estos vasos y posibles estenosis. ⁽³⁾

Tomografía computarizada (TC). Indicada para valorar alteraciones óseas y su extensión (enfermedad de Paget, glomus timpánico, otosclerosis). ⁽³⁾

Resonancia magnética (RM). Esta técnica de elección para la valoración de patología tumoral y desmielinizante a nivel del sistema nervioso central. En muchas ocasiones la TC y la RM son pruebas complementarias que aportan información necesaria para llegar al diagnóstico final y el tratamiento. ⁽³⁾

IV.d.5.f Cuestionarios adicionales

La evaluación del tinnitus neurosensorial o acúfenos es de primordial importancia para el médico o investigador que requiera medir el impacto de este síntoma en un paciente o grupo de pacientes en los que desee conocer el efecto de tal o cual terapia, comparar resultados terapéuticos, y efectuar el seguimiento de aquellos pacientes afectados por dicho síntoma. Para cumplir con tales objetivos debe necesariamente seguirse dos caminos, primero se requiere efectuar los llamados test psicoacústicos: acufenometría o tinnitometría, y segundo, y lo más importante, evaluar la repercusión psicológica que dicho síntoma le provoca al paciente, a través de los llamados test psicoemocionales. ⁽¹⁶⁾

Tinnitus Handicap Inventory (THI)

El otro camino que necesariamente debe seguirse en la evaluación del tinnitus es medir el impacto psicológico y la incapacidad que el acúfeno le provoca al paciente. El test más conocido y valorado para este propósito es el propuesto por Newman y Jacobson, conocido como “Tinnitus Handicap Inventory” (THI). ⁽¹⁶⁾

Si bien la guía de práctica clínica no coloca al THI, por encima de los demás cuestionarios que se mencionan en la misma (Cuestionario de reacción al tinnitus [TRQ], Cuestionario de discapacidad por acúfenos [THQ], Índice funcional de tinnitus [TFI]), éste es el test más aceptado tanto por la literatura anglosajona como así también por los principales centros dedicados al estudio del tinnitus dada su confiabilidad, seguridad y validez avalada por estudios estadísticos psicométricos. ⁽¹⁶⁾

Se reconoce que la autoevaluación del tinnitus es fundamental. El Tinnitus Handicap Inventory, se usa internacionalmente en el contexto clínico para evaluar la discapacidad autoinformada relacionada con el tinnitus y para informar los resultados del tratamiento ⁽¹⁷⁾. Es una herramienta tan interesante para la investigación del síntoma que se ha generalizado su uso clínico. ⁽¹⁸⁾

Debido a lo mencionado en el párrafo anterior, el THI ha sido traducido a varios idiomas, y adaptado según el lenguaje y la idiosincrasia de cada país. También existe una versión castellana, traducida del inglés y adaptada al lenguaje cotidiano de España, pero que difiere del español en Latinoamérica en sus giros idiomáticos y vocabulario. Por tal motivo parece necesario una homologación lingüística nacional del THI que sea fácilmente comprensible a todos los estratos socioculturales y que permita obtener respuestas confiables y veraces de los pacientes. ⁽¹⁶⁾

También es preciso resaltar que la puntuación total del THI posee una correlación significativa con la puntuación total del “Inventario de Depresión de Beck”, demostrando que es una representación fidedigna del afecto negativo del paciente presente en las medidas de autoinforme, que tienen por objeto medir cuestiones relacionadas con la salud. ⁽¹⁶⁾

Este test de incapacidad del tinnitus, consiste en 25 preguntas de fácil comprensión para el paciente, quien tiene tres opciones de respuesta para cada pregunta: “sí”, “a veces”, o “no”, otorgándole 4 puntos al “sí”, 2 puntos al “a veces”, y 0 puntos al “no”, de manera que la suma del puntaje total puede ir de 0 a 100. **(Tabla 1, anexos)** ⁽¹⁶⁾

El THI está a su vez subdividido en tres subescalas. La primera, llamada *Funcional*, compuesta de 11 ítems, abarcando el área de la función mental por ej. ¿Debido al tinnitus le es difícil concentrarse?, el área de la función social/ocupacional por ej. ¿Debido al tinnitus le es difícil disfrutar de actividades sociales como salir a comer o ir al cine?, y el área de la función física por ej. ¿Debido al tinnitus le cuesta dormirse en la noche? ⁽¹⁶⁾

La segunda subescala es la llamada *Emocional*, compuesta por 9 ítems que abarcan un amplio rango de respuestas afectivas provocadas por el acúfenos: rabia, frustración, irritabilidad y depresión. ⁽¹⁶⁾

La tercera escala es la llamada *Catastrófica*, compuesta por 5 ítems y que reflejan la desesperación del paciente, su incapacidad de poder escapar o enfrentar el problema, su percepción de tener una enfermedad gravísima y la pérdida del control. ⁽¹⁶⁾

Clasificación de calidad de vida según THI

El año 1999 la Asociación Británica de Otorrinolaringología comisionó a un grupo de trabajo con el propósito de tener una guía estandarizada de calificación de la severidad del tinnitus. Este grupo, clasificó en 5 niveles la incapacidad provocada por el acúfeno: muy leve, leve, moderado, severo y catastrófico. ⁽¹⁶⁾

Grado 1, o muy leve (THI 0 a 16): tinnitus solo percibido en ambiente silencioso y fácilmente enmascarable, y que casi nunca perturba al paciente.

Grado 2, leve (THI 18 a 36): tinnitus enmascarable por el ruido ambiente y olvidado durante la actividad diaria.

Grado 3, moderado (THI 38 a 56): tinnitus percibido a pesar del ruido ambiente, si bien no dificulta las actividades diarias; sin embargo molesta en el reposo o la quietud y a veces dificulta la conciliación del sueño.

Grado 4, severo (THI 58 a 76): tinnitus siempre percibido, interfiriendo las actividades diarias, dificultando siempre el reposo y el sueño; estos pacientes acuden frecuentemente a especialistas buscando ayuda.

Grado 5, catastrófico (THI 78 a 100): todos los síntomas son peores que el grado 4, especialmente el insomnio; es posible encontrar patologías psiquiátricas asociadas. ⁽¹⁶⁾

Tinnitus Questionnaire (TQ)

El TQ de 52 ítems fue desarrollado por Hallam et al. para medir la gravedad y severidad del tinnitus. También se utiliza para evaluar el cambio y la relación entre diferentes aspectos de la queja y otras variables psicológicas con el tinnitus. Para cada ítem, los individuos indican el nivel de acuerdo, respondiendo: no es cierto (puntuación 0), parcialmente (puntuación 1), o verdadero (puntuación 2). ⁽¹⁹⁾

Se han identificado tres factores en el TQ:

- dificultades de sueño.
- alteración emocional.
- dificultades en la audición. ⁽²⁰⁾

Del total de los ítems que lo conforman, 34 cubren los factores referidos, siendo el resto posteriormente añadidos para recoger una variedad de dimensiones relacionadas con dificultades o ausencia de estrategias de afrontamiento. ⁽²⁰⁾

La valoración de los diferentes ítems, en la que se tiene en cuenta el carácter positivo o negativo de la formulación de las preguntas (todas suman excepto las preguntas 1, 7, 32, 40, 44 y 49 que restan) arroja una puntuación total en el rango de 0 a 104, siendo esta última la que mayor afectación refleja por al acúfeno. **(Tabla 2, anexos).** ⁽²⁰⁾

Escala de Depresión Ansiedad y Estrés (DASS)

El DASS es un conjunto de tres escalas de autoinforme diseñadas para medir el estado emocional de depresión, ansiedad y estrés. Cada una de las escalas DASS contiene 14 artículos. ⁽²¹⁾

La escala de *depresión* evalúa disforia, desesperanza, desvalorización de la vida, autodepresión, falta de interés/implicación, anhedonia e inercia. ⁽²¹⁾

La escala de *ansiedad* evalúa la excitación autonómica, los efectos del músculo esquelético, ansiedad situacional y la experiencia subjetiva del efecto de la ansiedad. ⁽²¹⁾

La escala del *estrés* es sensible a los niveles de excitación crónica inespecífica. Evalúa la dificultad para relajación, excitación del nerviosismo y malestar / agitación fácil, irritable / hiperreactivo e impaciente. **(Tabla 3, anexos)**. ⁽²¹⁾

Cuestionario de Escalas Analógicas Visuales (VAS)

Los cuestionarios VAS son escalas de calificación de síntomas que requieren que el paciente asigne una puntuación de 1 a 10 según el efecto del tinnitus en la molestia, la interrupción del sueño, la depresión, la alteración de la concentración, el volumen percibido y el tono del tinnitus del paciente. **(Tabla 4, anexos)**. ⁽²²⁾

IV.d.6 Tratamiento

En la actualidad no existe ningún tratamiento curativo y, en particular, ningún tratamiento farmacológico que proporcione una resolución reproducible y duradera del tinnitus. Aunque es razonable actuar primero sobre la hipoacusia asociada y tratar cualquier trastorno psicológico o somatosensorial concomitante, el manejo es básicamente paliativo, se busca paliar la intrusividad del síntoma y recuperar una mejor calidad de vida. Éste, por ejemplo, es el objetivo de las terapias cognitivas y conductuales y de las diversas técnicas que utilizan audífonos y enriquecimiento acústico para optimizar la entrada auditiva o enmascarar el tinnitus para facilitar la adaptación y habituación naturales. Sin embargo, esta situación es sólo parcialmente satisfactoria, tanto para los pacientes como para la comunidad médica en busca de modalidades de tratamiento innovadoras. En este contexto, se proponen diversas técnicas de neuromodulación, para interactuar con la disfunción cerebral para lograr un mayor resultado satisfactorio. El objetivo teórico es reducir el nivel de percepción del tinnitus y/o al menos hacerlo menos agresivo. ⁽²³⁾

Existen varias técnicas y enfoques para el tratamiento del tinnitus somático, pero en general, se puede clasificar en técnicas dirigidas a la columna cervical, técnicas dirigidas al área temporomandibular y tratamiento de estimulación bimodal. ⁽²³⁾

IV.d.6.a Tratamiento de columna cervical

Profesionales investigan el efecto que tiene el tratamiento de la columna cervical sobre la gravedad del tinnitus, y el posible impacto positivo de las manipulaciones de la columna cervical, el tratamiento del punto gatillo muscular, los ejercicios de estabilización y movilización, la estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (ENET) y una combinación de estiramiento, ejercicios posturales y acupuntura auricular. ^(6; 24; 25)

IV.d.6.b Tratamiento temporomandibular

Se cree que el uso de férulas y los ejercicios de la mandíbula podrían ser capaces de disminuir la gravedad del tinnitus. ^(26; 27)

IV.d.6.c Tratamiento de estimulación bimodal

Investigaciones actuales intentan determinar la posible efectividad de un tratamiento que comprende una combinación de estimulación auditiva y eléctrica aplicada a la columna cervical o al área temporomandibular. ⁽²⁸⁾

IV.d.6.d Agentes físicos

La fisioterapia es un método curativo de algunas enfermedades y lesiones físicas que se fundamenta en la aplicación de agentes físicos naturales o artificiales como la luz, el calor, el frío, el ejercicio físico, las radiaciones luminosas, los rayos X, etcétera. ⁽²⁹⁾ Por ello, podría ser una opción de tratamiento interesante para los pacientes que ahora a menudo se quedan sin tratamiento. ⁽⁶⁾

Los agentes físicos se categorizan como térmicos, mecánicos o electromagnéticos (**Figura N°10**). Los agentes térmicos incluyen agentes de calentamiento profundo, agentes de calentamiento superficial y agentes de enfriamiento superficial. Los agentes mecánicos incluyen tracción, compresión, agua y ultrasonido. Los agentes electromagnéticos incluyen campos electromagnéticos y corrientes eléctricas. Algunos agentes físicos se pueden incluir en más de una categoría. ⁽⁷⁾

Categoría	Tipos	Ejemplos clínicos
Térmicos	Agentes de calentamiento profundo	Ultrasonido, diatermia
	Agentes de calentamiento superficial	Bolsa caliente
	Agentes de enfriamiento	Bolsa de hielo
Mecánicos	Tracción	Tracción mecánica
	Compresión	Vendaje elástico, medias
	Agua	Piscina de chorros
	Sonido	Ultrasonido
Electromagnéticos	Campos electromagnéticos	Ultravioleta, láser
	Corrientes eléctricas	TENS

Figura N°10. Agentes Físicos. ⁽⁷⁾

Agentes electromagnéticos

Los agentes más investigados para una posible intervención en personas que padecen tinnitus somatosensorial son los electromagnéticos, quienes aplican energía en forma de radiación electromagnética o de corriente eléctrica. Algunos ejemplos de agentes

electromagnéticos son la radiación UV, la radiación infrarroja (IR), el láser, la diatermia y TENS. La variación de la frecuencia y la intensidad de la radiación electromagnética provocan cambios en los efectos causados y en el grado de penetración. ⁽⁷⁾

De ellos, los más estudiados para el disminuir la percepción del tinnitus somatosensorial, son:

IV.d.6.d.1 TENS

La TENS consiste en la aplicación de electrodos sobre la piel con el objetivo de estimular las fibras nerviosas gruesas Alfa mielínicas de conducción rápida. Esta activación desencadena, en el sistema nervioso central (SNC), la puesta en marcha de los sistemas analgésicos descendentes de carácter inhibitorio sobre la transmisión nociceptiva, vehiculizada por las fibras amielínicas de pequeño calibre, y de esta forma se obtiene una reducción del dolor. En otras palabras, se trata de realizar una estimulación sensitiva “diferencial”, por vía transcutánea, de fibras nerviosas propioceptivas táctiles, de gran velocidad de conducción con la mínima respuesta de las fibras nerviosas nociceptivas de conducción lenta y de las fibras nerviosas motoras eferentes. ⁽³⁰⁾

La TENS es una corriente de baja frecuencia si se compara con el espectro de frecuencias eléctricas que se encuentran disponibles para usos terapéuticos. La mayoría de los equipos de electroterapia funcionan mediante una corriente alterna, caracterizada por una duración y un intervalo de fase ajustables, y también puede variarse la frecuencia. La duración de fase suele ser muy breve, y oscila habitualmente entre un mínimo de 20 y un máximo de 250 microsegundos (μ s). La frecuencia de la TENS oscila entre un mínimo de 1 Hz y un máximo de 150 a 200 Hz. En general, la frecuencia de los pulsos es variable en todos los aparatos, y oscila en la gama de 1-150 pulsaciones por segundo o hertz (Hz). Una frecuencia baja, de unas 10 pulsaciones por segundo, es descrita por el paciente como una sensación de «tictac» lento, mientras que una frecuencia alta es descrita como una sensación continua de «zumbido». Resulta muy interesante que exista una correspondencia entre la frecuencia programada en el equipo de electroterapia y la percepción del sujeto. ⁽³⁰⁾

La intensidad de la corriente se ajustará en función del procedimiento terapéutico propuesto y de los objetivos perseguidos. Cuando se utiliza la modalidad de la TENS «convencional», la intensidad debe mantenerse justo por debajo del límite del dolor del paciente, lo que significa que éste experimenta una sensación de excitación indolora o escozor agradable, provocando parestesias en la zona afectada. En la modalidad de la TENS «de ráfaga», la intensidad debe aumentarse hasta que se aprecien contracciones musculares fuertes y visibles en los músculos con inervación correspondiente a la zona dolorosa. ⁽³⁰⁾

Tipos de fibra y parámetros de dosificación:

Las características particulares de los diferentes tipos de fibras nerviosas sirven para determinar los parámetros de estimulación requeridos, con el objetivo de proveer un estímulo adecuado y para iniciar un potencial de acción en la respectiva fibra nerviosa, por lo tanto: ⁽³⁰⁾

1. Las fibras nerviosas aferentes $A\beta$ pueden ser reclutadas por impulsos de baja amplitud (10 a 30 mA), alta frecuencia (80 a 110 Hz) y corta duración de fase (de 50 a 80 μ s).

2. Las fibras nerviosas aferentes $A\delta$ pueden ser reclutadas por impulsos de amplitud superior (25 a 60 mA), frecuencias inferiores (50 a 80 Hz) y duraciones de fase más largas (150 μ s). ⁽³⁰⁾

Uso clínico de la TENS

En la actualidad existen 4 tipos de TENS utilizados en la práctica clínica:

- **Tens Convencional:** También denominada TENS de frecuencia alta y amplitud baja, es el modelo más empleado en los procedimientos de aplicación de la TENS. La característica principal que define este modelo es la forma continua en la que la corriente se aplica al paciente. Si queremos estimular las **fibras del grupo II** (fibras $A\beta$), se pretende alcanzar el nivel de sensibilidad del paciente, lograr un nivel de estimulación y provocar una parestesia agradable. Si se quieren estimular las **fibras del grupo III** (fibras $A\delta$), se busca provocar una sensación fuerte de paso de corriente, que muchas veces provoca fibrilación muscular, sin llegar nunca a producir contracciones musculares.
- **Tens de tipo Acupuntura:** Este tipo de TENS es de una frecuencia baja (entre 1-4 Hz) y una amplitud o intensidad alta. La estimulación se realiza de forma continua y los parámetros más empleados son: una frecuencia de 4 Hz, una duración de fase larga de 200 μ s y una amplitud relativamente alta, entre 20 y 50 mA, para provocar contracciones musculares visibles. El paciente a consecuencia de la aplicación de la TENS experimentará una sensación de parestesia y contracción muscular en forma de sacudidas. Este modelo actúa primariamente a través del sistema descendente de supresión del dolor, por lo que la puesta en marcha de los mecanismos de analgesia tardan más, pero dicha analgesia, habitualmente, dura más tiempo que la obtenida con la TENS convencional.
- **Tens por trenes de impulsos (ráfagas):** TENS que realiza una modulación de frecuencia especial denominado «burst» o ráfaga. La corriente base es una corriente TENS continua de 100 Hz de frecuencia y una duración de fase de cada impulso de 200 μ s, la frecuencia de los trenes de impulsos suele ser de 2 Hz, con una duración

de 100 ms cada tren, por lo tanto, conteniendo 10 impulsos, y la pausa entre tren y tren es de 400 ms. Este tipo de TENS por ráfagas provoca la liberación de endorfinas centrales, lo que causa una disminución del dolor. Sin embargo, para que se produzca dicha liberación de las endorfinas se necesita el uso de amplitudes o intensidades de corriente elevadas que provocan la contracción muscular. En consecuencia, este tipo de estimulación es bastante agresiva y está más indicada en el tratamiento del dolor crónico o del dolor de etiología profunda, como ocurre con el dolor miofascial.

- **Tens intensa/breve:** Las características de este tipo de TENS son una frecuencia alta (100-150 Hz), una duración de fase del pulso larga (150-250 μ s) y la intensidad se ajusta al nivel de tolerancia del paciente, en cortos períodos de tiempo (< 15 minutos). Está indicado en procesos dolorosos como desbridamientos, suturas por extirpación, entre otros. ⁽³⁰⁾

Parámetros de la corriente TENS

La forma del impulso es rectangular bifásico asimétrico, es decir, completamente rectangular y sin líneas oblicuas, lo que garantiza su eficacia. La superficie o área de la fase de estimulación es igual a la de la fase de compensación. Por el contrario, la fase de compensación no es lo suficientemente amplia como para generar un potencial activo. En consecuencia, este tipo de corriente carece de efectos galvánicos. La duración del impulso elegida para el comienzo del tratamiento suele ser breve, y oscila entre 60 y 150 μ s (0,06 y 0,15 ms). Esta duración de fase del impulso rectangular bifásico asimétrico permite conseguir una estimulación eficaz de las fibras nerviosas gruesas aferentes, provocando de esta manera una disminución máxima del dolor. Nunca deben sobrepasarse duraciones de fase superiores a 0,2 ms o a 200 μ s. La frecuencia del impulso en los equipos de la TENS puede ajustarse como máximo entre 1 y 200 Hz. De esta manera pueden estimularse selectivamente las fibras nerviosas aferentes de mayor a menor grosor en sus respectivas frecuencias naturales, es decir, en la frecuencia propia de las fibras nerviosas aferentes. ⁽³⁰⁾

Tiempo de tratamiento

Los principales efectos fisiopatológicos después de las lesiones nerviosas y el carácter complejo de los mecanismos del dolor crónico parecen apoyar la teoría de que se necesitan períodos prolongados de estimulación para permitir que la médula espinal se alimente de nuevo de estímulos funcionales normales. Por lo tanto, es esencial un período prolongado de alivio del dolor para que los patrones normales de movimiento reemplacen a los patrones centrales anormales que se han acumulado durante un largo período de tiempo. ⁽³⁰⁾

Se ha informado además su posible beneficio potencial en el tinnitus, con la ventaja de ser una terapia que evita los riesgos asociados con las medidas invasivas, como la implantación quirúrgica de dispositivos auditivos o estimulantes intracocleares, proporcionando una alternativa relativamente segura y práctica a las intervenciones más invasivas. ⁽³⁰⁾

IV.d.6.d.2 LÁSER DE BAJA POTENCIA (LLLT)

El término “láser” es un acrónimo de amplificación de luz por emisión estimulada de radiación. “Tratamiento con láser de baja intensidad (LILT)” y “tratamiento con láser de bajo nivel reactivo” son términos genéricos que definen la aplicación terapéutica de una potencia relativamente baja (menor a 500 w para una fuente única) a dosis que suelen ser consideradas relativamente bajas para causar calentamientos detectables en los tejidos. Por lo tanto, el LILT es una modalidad terapéutica atérmica. ⁽³¹⁾

Los dos medios más utilizados en las aplicaciones de LILT son una mezcla gaseosa de helio y neón (He-Ne) que funciona con una longitud de onda de 638,2nm y los semiconductores de arseniuro de galio (Ga-As) o de arseniuro de galio-aluminio (GaAlAs), que suelen producir radiación de 630-950nm. ⁽³¹⁾

La radiación generada por los aparatos de láser terapéutico difiere de la producida por otras fuentes similares (p. ej.: lámparas de calor infrarrojo) en los siguientes aspectos:

- **Monocromaticidad**: la luz producida por un láser es monocromática (de un único color), pues casi toda la radiación emitida por el aparato de tratamiento se agrupa alrededor de una única longitud de onda con un ancho de banda muy estrecho. Por el contrario, la luz generada por otras fuentes está compuesta por una gran variedad de longitudes de onda, que en ocasiones oscila del ultravioleta al infrarrojo, lo que produce una sensación de color blanco cuando la luz incide en la retina de un observador humano. La longitud de onda es un factor fundamental a la hora de determinar los efectos biológicos producidos por los tratamientos láser, ya que dicho parámetro dicta qué biomoléculas absorberán la radiación incidente y, por tanto, la interacción fotobiológica subyacente a cualquier efecto terapéutico.
- **Colimación**: en la luz láser, los rayos de luz o fotones producidos por el aparato de láser son paralelos en todos los sentidos prácticos, casi sin divergencia de la radiación emitida con la distancia; esta propiedad mantiene la potencia óptica del aparato concentrada en un área relativamente pequeña a lo largo de distancias considerables. Sin embargo, las trayectorias muy colimadas también tienen un mayor peligro inherente para el ojo sin protección.

- **Coherencia:** la luz emitida por los aparatos de láser también está en fase, es decir, además de las dos propiedades específicas ya descritas con anterioridad, los valles y los picos de las ondas de luz emitidas coinciden a la perfección en tiempo (coherencia temporal) y en espacio (coherencia espacial). ⁽³¹⁾

La luz láser monocromática ejerce muchos y muy complejos efectos fotobiológicos que son complejos. En su mayor parte, aún no se comprenden con detalle. La ley de Arndt – Schultz proporciona una base teórica de los efectos biológicos y clínicos observados por lo que se ha propuesto como un modelo apropiado. ⁽³¹⁾

Efectos de los láseres y la luz

Los láseres de baja intensidad y otras formas de luz han sido estudiados y recomendados para rehabilitación porque hay indicios firmes de que este tipo de energía electromagnética puede ser biomoduladora y facilita la cicatrización. ⁽³²⁾

Los efectos clínicos de la luz parecen estar relacionados con el efecto directo de la energía luminosa, fotones, sobre los cromóforos intracelulares en muchos tipos de células diferentes. Un cromóforo es la parte de una molécula que absorbe luz y confiere color y puede ser estimulada con energía luminosa para activar reacciones químicas. Para producir un efecto, los fotones de luz deben ser absorbidos por una célula diana para promover una cascada de fenómenos bioquímicos que afecta a la función del tejido. ⁽³²⁾

La luz tiene un amplio abanico de efectos a nivel celular y subcelular, como estimular la producción de ATP y ARN, alterar la síntesis de citocinas implicadas en la inflamación e iniciar reacciones en la membrana celular al modificar los canales de calcio y la comunicación intercelular. ⁽³²⁾

El tratamiento con láser cuenta con diversas aplicaciones en la práctica clínica, se pueden resumir en los siguientes apartados:

- *Tratamiento de las heridas:* estimulación de los procesos de cicatrización en varios tipos de heridas abiertas, en especial úlceras crónicas.
- *Tratamiento de las lesiones de tejidos blandos.*
- *Tratamiento de la artritis.*
- *Alivio del dolor.* ⁽³¹⁾

Además, investigaciones actuales indagan sobre la seguridad de una potencia de láser de menos de 200 mW a la membrana timpánica sin efectos adversos como edema, congestión vascular e inflamación. Dado a que, como se mencionó previamente, se demostró la eficacia

de LLLT para varias afecciones, se considera un tratamiento potencial para el tinnitus en las últimas dos décadas. ⁽³¹⁾

Si bien la longitud de onda está determinada por el medio láser utilizado en el aparato, los otros parámetros de irradiación que deben considerarse en los tratamientos son los siguientes:

- **Potencia de salida:** la potencia de salida de un aparato suele expresarse en milivatios (mW). Esto suele ser fijo e invariable. (30-200 mw por fuente).

- **Densidad de potencia:** la potencia por unidad de área (mW/Cm²) es un parámetro relevante de irradiación. Se suele mantener lo más elevada posible para cada aparato concreto mediante el uso de la técnica “en contacto” y una presión firme en el cabezal de tratamiento durante la duración del mismo.

- **Energía:** la energía se expresa en julios (J) y suele especificarse por punto irradiado, o en ocasiones para el tratamiento “total” que se aplica en varios puntos. Se calcula multiplicando la potencia de salida en vatios por el tiempo de irradiación o de aplicación en segundos.

- **Densidad de energía:** se suele considerar que es el mejor método para especificar la dosis y se expresa en julios por unidad de área (es decir, Jcm²); los valores típicos para los tratamientos oscilan de 1 a 30 Jcm². La densidad de energía se suele calcular dividiendo la energía aplicada (en julios) entre el tamaño del punto del aparato de tratamiento (en cm²).

- **Frecuencia de repetición del pulso:** la mayoría de aparatos de los que se disponen en la actualidad permiten aplicar su salida con un cierto carácter pulsado. En los aparatos pulsados, la frecuencia de repetición se expresa en Hertz (Hz, pulsos por segundo). Los valores típicos de la frecuencia de repetición de los pulsos pueden variar de 2 a decenas de miles de Hz (o kHz). ⁽³¹⁾

Contraindicaciones para el uso de los láseres y la luz

- Irradiación directa de los ojos.
- Cáncer.
- En los 4-6 meses siguientes a radioterapia.
- Sobre regiones con hemorragia.
- Sobre el tiroides u otras glándulas endocrinas. ⁽³²⁾

IV.d.6.d.3 ESTIMULACIÓN MAGNÉTICA TRANSCRANEAL

La estimulación magnética transcraneal (EMT) es una técnica de neuroestimulación y neuromodulación cerebral segura, no invasiva e indolora que se ha postulado como una herramienta terapéutica que podría facilitar la reorganización funcional cerebral y la recuperación clínica de pacientes con trastornos del sistema nervioso. La EMT utiliza el principio de inducción electromagnética descrito por Michael Faraday en 1831, el cual postula que un campo magnético variable en el tiempo puede inducir voltaje en un conductor cercano, de modo que un pulso de corriente fluyendo a través de una bobina de hilo conductor genera un campo magnético. La frecuencia de cambio de este campo magnético determina la inducción de una corriente secundaria en cualquier conductor cercano, como las neuronas corticales. La EMT fue introducida en 1985 por Barker y cols. (Universidad de Sheffield), quienes demostraron que colocar una bobina generadora de corriente eléctrica sobre la cabeza de un ser humano evocaba una respuesta motora de algunos músculos de la mano, y de esa manera se podía evaluar la integridad de las vías motoras centrales. ⁽³³⁾

El foco del campo magnético depende de la forma de la bobina de estimulación. Existen cuatro tipos de bobina: forma de ocho o mariposa, circular, doble cono y bobina H. La bobina más usada en los estudios de investigación es la forma de ocho, que consta de dos alas unidas y permite una estimulación más focal y superficial. La bobina circular produce una estimulación más profunda pero menos focal; mientras que la bobina de doble cono induce un campo eléctrico menos focal pero más fuerte, que logra la estimulación directa de regiones cerebrales profundas; y la bobina H, diseñada para reducir el campo eléctrico en la superficie cortical y aumentarlo hacia la profundidad. La intensidad de la corriente eléctrica producida en la bobina es de 5 –10 kA; la intensidad del campo magnético inducido es de 1 – 2 Tesla (T), el área cortical que se puede estimular es de aproximadamente 3 cm² y 2 cm de profundidad. ⁽³³⁾

La EMT se puede aplicar como un pulso simple, un estímulo cada 3s o más; como pares de estímulos separados por un lapso, conocido como pulso apareado; y en pulsos únicos repetidos, conocida como EMT-repetitiva (EMTr). ⁽³³⁾

Existen dos tipos de protocolos de EMTr usados hasta la fecha. El protocolo *convencional* hace referencia a la aplicación de pulsos únicos repetidos regularmente a una frecuencia alta (> 1Hz) o baja (< 1Hz). La EMT de alta frecuencia aumenta el flujo sanguíneo en el área estimulada incrementando la actividad cerebral (estimulación neuronal), mientras que la de baja frecuencia disminuye la actividad cerebral (inhibición neuronal). ⁽³³⁾

Por otro lado, la EMTr *en patrón* se refiere a la aplicación repetida de descargas cortas de estimulación a una frecuencia alta separadas por pausas cortas sin estimulación. Dentro de este, el protocolo más usado es la estimulación *theta burst*, compuesto de series de impulsos de alta frecuencia (tres pulsos a 50Hz) repetidos a intervalos de 200ms, que pueden ser aplicados en trenes continuos (pulsos *theta burst* ininterrumpidos en corto tiempo) o intermitentes (trenes de 2s de *theta burst* repetidos cada 10s).⁽³³⁾

Mecanismos de acción

Los mecanismos fundamentales aún no están completamente dilucidados. El campo magnético generado puede tener suficiente magnitud y densidad para despolarizar las neuronas del tracto corticoespinal directamente a través del cono axonal o indirectamente por medio de interneuronas.⁽³³⁾

La EMTr puede inducir cambios en los sistemas de neurotransmisión, serotonina, dopamina, receptores de N-metil-D-aspartato (NMDA), taurina, aspartato y serina, y puede regular la expresión de algunos genes importantes para la plasticidad sináptica. Además, al utilizar EMT de 1Hz sobre la corteza prefrontal dorsolateral (DLPFC) izquierda, existe un aumento inmediato en el flujo sanguíneo local y en corteza prefrontal medial bilateral, corteza orbital derecha, hipocampo izquierdo, núcleo mediodorsal del tálamo, putamen, ínsula y giro temporal bilateral. Estos datos indican que la EMT, además de producir cambios en la corteza cerebral estimulada, influye en la actividad de otras regiones corticales y subcorticales a través de diversos circuitos y conexiones cerebrales.⁽³³⁾

Aplicaciones diagnósticas y pronósticas de la EMT

Los hallazgos en estudios con EMT pueden ayudar a localizar el nivel de la lesión a lo largo de los diferentes niveles del sistema motor, ya que distinguen entre una lesión predominantemente desmielinizante o axonal, y predicen el resultado funcional motor tras una lesión.⁽³³⁾

Las anomalías mostradas por EMT no son específicas de una enfermedad y los resultados deben interpretarse en el contexto de otros datos clínicos.⁽³³⁾

Uso terapéutico

El tratamiento de la depresión es el efecto más ampliamente estudiado de la aplicación clínica de la EMTr. Se ha visto que puede producir un beneficio en el 40% de pacientes con medicaciones resistentes a la depresión.⁽³³⁾

Se han hecho estudios en pacientes con enfermedad de Parkinson en los que EMTr a altas frecuencias mejoraba la función de la mano contralateral. ⁽³³⁾

También en distonías, en las que se sugiere que existe una hiperexcitabilidad del córtex motor o un fallo de la inhibición intracortical, se ha utilizado EMTr a 1 Hz. ⁽³³⁾

Varios estudios han utilizado estimulaciones a bajas frecuencias para el tratamiento de epilepsias mal controladas con fármacos y en el mioclonus cortical. En todos estos estudios, sólo en pocos pacientes se han encontrado resultados positivos y los hallazgos son contradictorios. ⁽³³⁾

La recuperación tras un accidente cerebrovascular puede verse influido favorablemente por la EMTr, suprimiendo la plasticidad cortical mal adaptada y promoviendo una actividad cortical adecuada para promover la neurorehabilitación. ⁽³³⁾

Si bien la EMTr tiene fama de ser segura y se ha utilizado durante varias décadas con fines diagnósticos y terapéuticos en diversas alteraciones en las conexiones del sistema nervioso central, aún quedan muchas preguntas en suspenso que están intentando ser dilucidadas con nuevos estudios para lograr determinar su efectividad en pacientes con tinnitus, y también los posibles riesgos que podría acarrear en ellos, incluida la hiperacusia agravada por el ruido de la estimulación en sujetos con posible trastorno auditivo subyacente. ⁽³³⁾

Consideraciones de seguridad

Efectos adversos tras EMT de un solo pulso sobre el córtex motor es muy rara. El efecto potencialmente adverso que ha provocado más inquietud hasta ahora ha sido la epilepsia, aunque teóricamente el riesgo es remoto. En contraste, no hay discusión que la EMTr a altas frecuencias puede producir crisis en sujetos normales además de en pacientes con alteraciones neurológicas. ⁽³³⁾

Teóricamente, estructuras metálicas implantadas dentro del cráneo (clips de aneurismas) pueden moverse por la fuerza mecánica de la corriente inducida, aunque es muy improbable. Es razonable tener en cuenta ambos, epilepsia y neurocirugía previa como una relativa más que absoluta contraindicación de la estimulación. ⁽³³⁾

Hay que tener precaución con los implantes cocleares. Se ha sugerido que los artefactos acústicos de la bobina del estimulador magnético pueden producir pérdida auditiva y se recomienda el uso de tapones. Esto es importante en niños de corta edad en los que la distancia bobina-oído es muy pequeña. ⁽³³⁾

V. MÉTODOS

Por medio de una investigación descriptiva, se realizó una búsqueda bibliográfica con el fin de analizar cuál es la efectividad que poseen los agentes físicos, en el tratamiento de sujetos que padecen tinnitus o acúfenos somatosensoriales.

Los datos se han recogido de bases tales como PubMed, Biblioteca Virtual en Salud (BVS) y Cochrane.

Se incluyeron en el estudio aquellas investigaciones publicadas entre el año 2010 y 2021, que aparecieron en "texto completo"; y que han sido realizadas en humanos que padecen tinnitus.

Fueron excluidas las investigaciones que no utilizaron el Tinnitus Handicap Inventory (THI) para evaluar objetivamente el grado de discapacidad del paciente y la gravedad del tinnitus, y también aquellas en las que participaron sujetos con antecedente de cirugías faciales o tratamientos orofaciales, debido a que pueden influenciar en la aparición del tinnitus e interferir en los resultados.

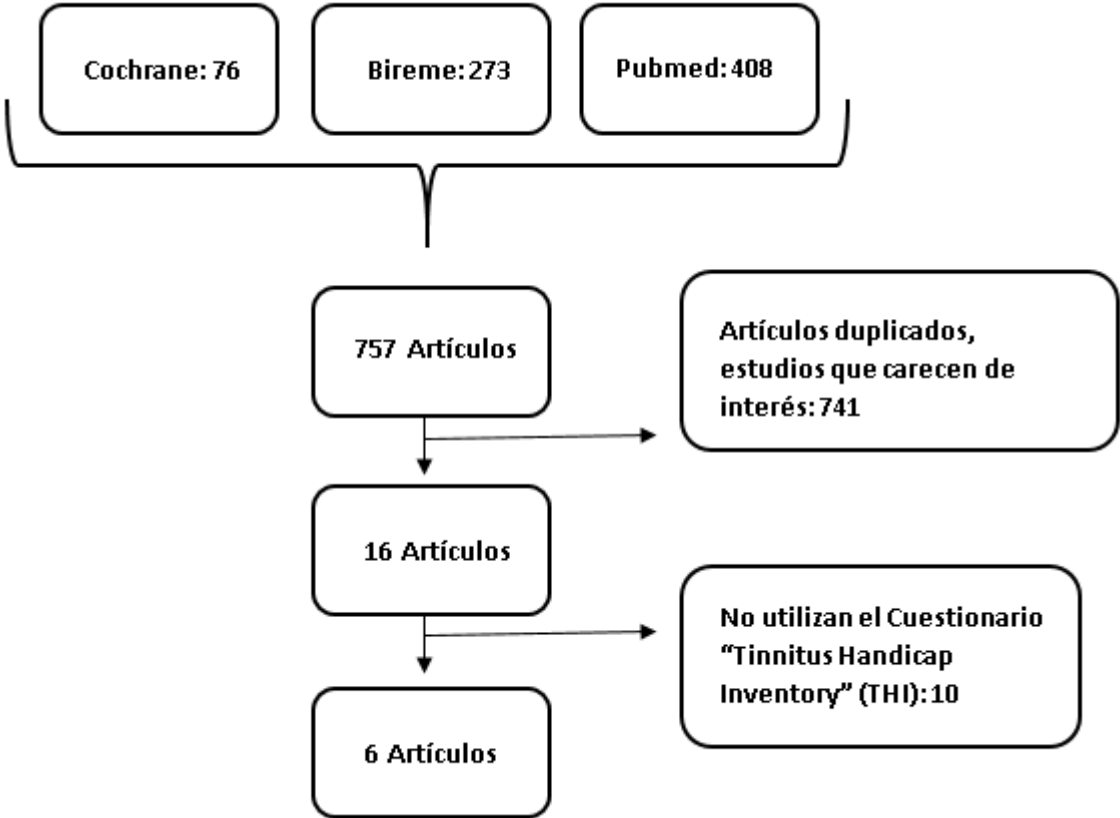
Palabras Claves		
DeCs	MeSh	Término Libre
(mh:("Acúfeno"))	"tinnitus"[MeSH Terms]	
		"Zumbido"
		"somatosensory tinnitus"
		ringing buzzing tinnitus[Text Word]
	"physical therapy modalities"[MeSH Terms]	physiotherapy[Text Word]
		"physical therapy"
		"Agentes físicos"
		"Physical agents"
(mh:("Terapia por Láser"))	"laser therapy"[MeSH Terms]	"Terapia láser"
		"Laser"
(mh:("Estimulación Eléctrica Transcutánea del Nervio"))	"transcutaneous electric nerve stimulation"[MeSH Terms]	"TENS"
(mh:("Estimulación Magnética Transcraneal"))	"transcranial magnetic stimulation"[MeSH Terms]	

(mh:("Terapia por Estimulación Eléctrica"))	"electric stimulation therapy"[MeSH Terms]	
--	--	--

Nº	Estrategia de Búsqueda
1	(((mh:("Acúfeno") OR ("zumbido")) OR ("tinnitus"))) AND ("agentes físicos")
2	(((mh:("Acúfeno") OR ("zumbido")) OR ("tinnitus"))) AND (((mh:("Terapia por Láser") OR ("terapia láser")) OR ("láser")))
3	("Acúfeno" OR "Zumbido" OR "tinnitus") AND ("Estimulación Eléctrica Transcutánea del Nervio" OR "TENS")
4	(((mh:("Acúfeno") OR ("Zumbido")) OR ("tinnitus"))) AND (mh:("Estimulación Magnética Transcranial"))
5	(((mh:("Acúfeno") OR ("Zumbido")) OR ("tinnitus"))) AND (mh:("Terapia por Estimulación Eléctrica"))
6	((("tinnitus"[MeSH Terms]) OR (ringing buzzing tinnitus[Text Word])) OR ("somatosensory tinnitus")) AND (physical agents)
7	((("tinnitus"[MeSH Terms]) OR (ringing buzzing tinnitus[Text Word])) OR ("somatosensory tinnitus")) AND (((("physical therapy modalities"[MeSH Terms]) OR ("physical therapy")) OR (physiotherapy[Text Word]))
8	((("tinnitus"[MeSH Terms]) OR (ringing buzzing tinnitus[Text Word])) OR ("somatosensory tinnitus")) AND (("laser therapy"[MeSH Terms]) OR ("Laser"))
9	((("tinnitus"[MeSH Terms]) OR (ringing buzzing tinnitus[Text Word])) OR ("somatosensory tinnitus")) AND (("transcutaneous electric nerve stimulation"[MeSH Terms]) OR ("TENS"))
10	((("tinnitus"[MeSH Terms]) OR (ringing buzzing tinnitus[Text Word])) OR ("somatosensory tinnitus")) AND ("transcranial magnetic stimulation"[MeSH Terms])
11	((("tinnitus"[MeSH Terms]) OR (ringing buzzing tinnitus[Text Word])) OR ("somatosensory tinnitus")) AND ("electric stimulation therapy"[MeSH Terms])

Recolección de datos - Diagrama de flujo de las Estrategias de Búsqueda

Luego de realizar filtros por año, idioma, texto completo, obtuvimos los siguientes resultados, a los que se les aplicó los criterios de exclusión anteriormente mencionados:



VI. RESULTADOS

<p>AUTOR: Chung H., Tsai C., Lin Y., Chen J. Tsou Y., Wang C., Lin C., Jeng F., Chung J., Tsai M.</p>		<p>TÍTULO Y AÑO: "Effectiveness of Theta-Burst Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation for Treating Chronic Tinnitus." 2011 ⁽³⁴⁾</p>			
DISEÑO	POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	DOSIFICACIÓN	RESULTADOS
<p>Ensayo paralelo simple ciego, aleatorizado y controlado.</p>	<p>22 pacientes con tinnitus, cuyos síntomas no se habían resuelto con medicamentos u otros tratamientos adyuvantes.</p> <p>La edad media de los participantes del estudio fue de 52,96 años (rango 20-76 años).</p> <p>El grupo de estudio incluyó pacientes con tinnitus en 1 oído (17 individuos) y en ambos oídos (5 individuos); todos los pacientes habían experimentado síntomas durante al menos 6 meses (rango de 6 meses a 20 años).</p> <p>Los pacientes con lesiones ocupantes de espacio intracraneales o anomalías</p>	<p>Se focalizó la proyección ortogonal de la corteza auditiva sobre el cuero cabelludo. Una bobina en forma de ocho fue colocada en la superficie del cráneo sobre la región objetivo.</p> <p>Se dividieron en 2 grupos de tratamiento:</p> <p>Grupo de estimulación activa: se colocó la bobina en la región objetivo.</p> <p>Grupo de estimulación simulada: reciben un protocolo idéntico al grupo activo, pero con la bobina simulada.</p>	<p>Gravedad y percepción del Tinnitus (THI).</p> <p>Gravedad del tinnitus (TQ).</p>	<p>La Estimulación Magnética Repetitiva (rTMS) se aplicó utilizando una bobina en forma de ocho (Magstim SuperRapid; The Magstim Company Ltd., Whitland, Reino Unido).</p> <p>El <u>umbral motor en reposo</u> (RMT) fue la intensidad básica de la dosificación adecuada de rTMS.</p> <p>En el grupo de estimulación activa, la bobina se colocó sobre la región objetivo con el ajuste de intensidad al 80% del umbral motor en reposo.</p> <p>Se administró a una <u>frecuencia</u> de ráfaga de 5 Hz (el ritmo theta en el EEG);</p>	<p>Nueve de doce pacientes (75 %) en el grupo de estimulación activa, informaron supresión del tinnitus después del tratamiento con rTMS. El tratamiento condujo a <i>reducciones significativas</i> ($p=0,01$) de 8,58 y 8,33 en las puntuaciones medias de TQ global y THI respectivamente, en comparación con el grupo de estimulación simulada.</p> <p><u>Después de 1 mes</u>, las puntuaciones de TQ y THI habían aumentado en algunos pacientes y ya <i>no eran significativamente diferentes</i> de los valores iniciales ($p<0.05$), lo que indica que los efectos positivos de la rTMS theta-burst podrían no ser permanentes.</p> <p>El análisis descriptivo del TQ reveló que los pacientes</p>

<p>anatómicas, implante metálico, traumatismo craneoencefálico, accidente cerebrovascular o epilepsia fueron excluidos de este estudio, al igual que aquellos sujetos con tinnitus de banda estrecha, blanco o rosado.</p>			<p>cada ráfaga constaba de 3 pulsos repetidos a 50 Hz. Se administraron 900 pulsos (300 ráfagas) de estimulación 1 vez al día, <u>durante</u> 10 días hábiles consecutivos.</p>	<p>experimentaron <i>mejoras significativas</i> en los niveles de angustia emocional y los síntomas somáticos. ($p < 0.05$)</p>
---	--	--	---	---

<p>AUTOR: Ngao C.F, Tan T., Narayanan P., Raman R.</p>		<p>TÍTULO Y AÑO: “The effectiveness of transmeatal low-power laser stimulation in treating tinnitus.” 2012 ⁽²²⁾</p>			
DISEÑO	POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	DOSIFICACIÓN	RESULTADOS
<p>Ensayo prospectivo, doble ciego, aleatorizado y controlado con placebo.</p>	<p>43 pacientes presentados en la clínica ambulatoria de Otorrinolaringología del Centro Médico de la Universidad de Malaya desde el 1 de enero de 2010 hasta el 31 de diciembre de 2010 con tinnitus subjetivo.</p> <p>Se excluyeron los siguientes: sujetos con patología psiquiátrica preexistente, sujetos con patología retrococlear, sujetos</p>	<p>Los pacientes incluidos fueron aleatorizados en dos grupos iguales.</p> <p>Grupo activo o “TLLS?”: utilizaron el dispositivo láser y betahistina oral.</p> <p>Grupo control o “TLLS?”: recibieron un dispositivo placebo que parecía idéntico a los activos, y betahistina oral.</p>	<p>Gravedad y percepción del Tinnitus. (THI)</p> <p>Molestia, la interrupción del sueño, la depresión, la alteración de la concentración, el volumen percibido y el tono (frecuencia) del tinnitus del paciente. (VAS)</p>	<p>Dispositivo láser: Emisor de láser frío de baja potencia (MedicLaser Tinnitool - DisMark GmbH, Maur, Suiza).</p> <p><u>Potencia de emisión:</u> 5 mW</p> <p><u>Longitud de onda:</u> 650 nM.</p> <p><u>Tiempo:</u> 20 minutos al día durante un total de 10 semanas.</p> <p>Betahistina oral: 24 mg, dos veces al día, durante 10 semanas.</p>	<p>En <u>ambos grupos</u>, se evidenció una <i>disminución significativa</i> de la puntuación del THI a un nivel significativo de 0,05. Sin embargo, cuando se comparó la diferencia <u>entre las puntuaciones del THI iniciales y finales</u> entre los dos grupos, <i>no hubo diferencias significativas</i>.</p> <p>En el “TLLS?”, 8 pacientes (36%) mostraron una mejora en la clasificación de THI, 12 pacientes (55%) no tuvieron cambios en la clasificación y 2 pacientes</p>

	<p>actualmente con disputas médico-legales relacionadas con tinnitus, sujetos con recurrente infecciones del oído.</p>				<p>(9%) empeoraron en la clasificación.</p> <p>En el grupo TLLS, 12 pacientes (57 %) mostraron una clasificación del THI mejorada, 8 pacientes (38 %) no tuvieron cambios y 1 paciente (5 %) había empeorado.</p> <p>La mayoría de los pacientes en ambos grupos informaron una mejoría o ningún cambio en todos los síntomas evaluados mediante la escala VAS. Sin embargo, la disminución en la gravedad <i>no fue estadísticamente significativa</i>.</p> <p>Los pacientes en el grupo TLLS informaron que su concentración mejoró y se vio menos afectada por su tinnitus al final del tratamiento.</p>
--	--	--	--	--	--

<p>AUTOR: Lee S., Chung H., Chung J., Yeo S., Park M. y Byun J.</p>		<p>TÍTULO Y AÑO: "Effectiveness of transcutaneous electrical stimulation for chronic tinnitus." 2014 ⁽³⁵⁾</p>			
DISEÑO	POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	DOSIFICACIÓN	RESULTADOS
<p>Ensayo prospectivo, simple ciego, aleatorizado y</p>	<p>Pacientes diagnosticados con tinnitus unilateral subjetivo</p>	<p>Para evaluar los efectos de la estimulación eléctrica</p>	<p>Gravedad y percepción del tinnitus. (THI)</p>	<p>La estimulación se realizó con el Physiotsense (Physiomed Inc.,</p>	<p>Con base a los cambios en las puntuaciones del THI, 28 pacientes (62,2 %) del grupo de</p>

<p>controlado con placebo.</p>	<p>y seguidos durante más de 6 meses en el Hospital Universitario KyungHee, Gangdong, desde febrero de 2007 hasta marzo de 2008. Cada paciente proporcionó una historia otológica y se sometió a un examen físico. Se excluyeron los sujetos con otitis media crónica, trastornos neurológicos y hormonales, enfermedad cerebrovascular, formas tratables de tinnitus o que recibían medicamentos u otros tratamientos para el tinnitus. También excluyeron a los pacientes con cualquier dispositivo eléctrico interno (por ejemplo, marcapasos cardíacos y placas de metal).</p>	<p>percutánea <i>según los niveles de audición</i> y <i>según las características del tinnitus</i>: Los pacientes se dividieron en cinco grupos (normal, leve, moderado, moderado-grave y grave) en función del umbral de tonos puros promedio (promedio de respuestas a 500, 1000 y 2000 Hz) y según clasificación ANSI (1969). También se dividieron en un grupo de tinnitus de baja frecuencia (0,25–2 kHz) y un grupo de tinnitus de alta frecuencia (4–8 kHz) según el tinnitograma. Los pacientes fueron aleatorizados en 2 grupos: El grupo de estimulación eléctrica estuvo formado por 45 pacientes sometidos a TENS. El grupo de</p>	<p>Duración, volumen, molestia y dificultad en las actividades de la vida diaria. (VAS)</p>	<p>Schnaittach/Laipers dorf, Alemania). La <u>intensidad</u> de la corriente fue de 15 mA. Se utilizó una <u>corriente</u> pulsada alterna a baja <u>frecuencia</u> (50 Hz) para la supresión del tinnitus. Se colocaron electrodos manuales en la aurícula de la oreja con tinnitus y la <u>duración</u> de la estimulación fue de 30s para cada punto. En total, las <u>sesiones</u> de terapia para cada paciente se instituyeron dos veces por semana para un total de ocho sesiones de terapia durante 4 semanas. Para el grupo de estimulación simulada, el paradigma de tratamiento fue idéntico al del grupo de estimulación eléctrica excepto que la fuente de</p>	<p>estimulación eléctrica y solo dos pacientes (10 %) del grupo de estimulación simulada recibieron beneficios útiles. En el grupo de estimulación eléctrica, las puntuaciones VAS demostraron <i>mejoras estadísticamente significativas</i> en todas las subescalas (duración, volumen, molestia y actividades de la vida diaria). En el grupo de estimulación simulada <i>no hubo diferencias significativas</i> entre las puntuaciones de la VAS pre y postratamiento. La TENS real, el tinnitus de baja frecuencia y la audición normal/ trastorno auditivo leve se asociaron con <i>cambios significativos</i> en la puntuación THI. 14 pacientes (31%) recibieron alivio sintomático durante menos de 1 semana; 16 pacientes (36%) tuvieron beneficios que duraron menos de 1 mes. Solo dos pacientes (4%)</p>
--------------------------------	---	--	--	--	--

	<p>Todos los sujetos habían sufrido tinnitus percibido durante un mínimo de 6 meses.</p>	<p>estimulación simulada consistió en 20 pacientes que no recibieron ningún estímulo durante el mismo período de tiempo.</p>		<p>alimentación se apagó y la sonda no suministró corriente.</p>	<p>tuvieron efectos que duraron más de 3 meses.</p>
--	--	---	--	--	---

AUTOR: Yilmaz M., Yener M., Turgut N., Aydin F., Altug T. **TÍTULO Y AÑO:** “Effectiveness of transcranial magnetic stimulation application in treatment of tinnitus.” 2014 ⁽³⁶⁾

DISEÑO	POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	DOSIFICACIÓN	RESULTADOS
<p>Ensayo prospectivo, simple ciego, aleatorizado y controlado.</p>	<p>60 pacientes con edades entre 15 y 70 años que solicitaron ingreso en una policlínica del Departamento de Oído, Nariz y Garganta, en la Facultad de Medicina de Cerrahpasa y en la Universidad de Estambul, debido a la queja de tinnitus entre enero de 2009 y julio de 2009.</p> <p>El 55% (33) eran mujeres y el 45% (27) hombres. La edad media (DE) fue de 49,8 (8,03) años (intervalo de edad, 36-66 años).</p>	<p>La aplicación se realizó mediante una sonda denominada en mariposa.</p> <p>Se dividieron 2 grupos de tratamiento:</p> <p>1- Grupo de tratamiento: 30 pacientes que recibieron la TMS.</p> <p>2- Grupo placebo: 30 pacientes que <u>no</u> recibieron la TMS.</p>	<p>Gravedad y percepción del Tinnitus (THI).</p> <p>Volumen y frecuencia (tono) del tinnitus. (Audiograma).</p>	<p>Para la aplicación de la TMS, se utilizó el dispositivo Neuro-MS TMS.</p> <p><u>Tiempo:</u> 30 minutos.</p> <p><u>Frecuencia:</u> baja frecuencia (1 Hz).</p> <p><u>N° de sesiones:</u> 10 (1sesión/día) durante 10 días.</p>	<p>Cuando se determinó el volumen del tinnitus al principio y al final de la aplicación de TMS <u>dentro de cada grupo</u>, se encontró que la diferencia de puntuación de THI en el grupo de tratamiento fue <i>estadísticamente significativo</i> (<0,0001) y la diferencia de la puntuación THI en el grupo placebo <i>no fue estadísticamente significativa</i> (p = 0,848).</p> <p>Cuando ambos grupos se compararon <u>entre sí</u>, <i>no se detectaron diferencias estadísticamente significativas</i> entre las puntuaciones del THI antes y después del tratamiento.</p>

	<p>Se tuvo en cuenta que el examen de garganta sea normal, la queja de tinnitus dure al menos 6 meses y que el umbral de audición esté por debajo de 30 dB en audiograma de voz pura.</p> <p>Criterios de exclusión: tinnitus objetivo, o enfermedad relacionada con el oído externo o medio, antecedentes de operación de oído, marcapasos, hipertensión no controlada, diabetes, embarazadas o lactantes y con problemas neuropsiquiátricos.</p>				<p>Cuando se evaluaron las frecuencias de tinnitus determinadas antes y después del tratamiento <u>dentro de cada grupo</u>, se encontró que la diferencia de frecuencia tanto en el grupo de tratamiento como en el grupo de placebo fue <i>estadísticamente insignificante</i>, y cuando se compararon <u>entre sí</u>, no se encontraron <i>tampoco diferencias estadísticamente significativas</i>.</p>
--	---	--	--	--	--

<p>AUTOR: Tutar B., Atar S., Berkiten G., Üstün O., Kumral T., Uyar Y.</p>		<p>TÍTULO Y AÑO: "The effect of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on chronic subjective tinnitus." 2019 ⁽²¹⁾</p>			
DISEÑO	POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	DOSIFICACIÓN	RESULTADOS
<p>Ensayo prospectivo, simple ciego,</p>	<p>La muestra fue de 60 pacientes; 22 hombres (36,7%) y 38 mujeres (63,3 %),</p>	<p>Los grupos de estudio formados fueron el Grupo Unilateral (A) que</p>	<p>Gravedad y percepción del tinnitus (THI)</p>	<p>El TENS (Perfil TENS, Body Clock Health Care Ltd., Reino Unido)</p>	<p><i>No hubo diferencia</i> entre los grupos en términos de edad y sexo (p <0,05).</p>

<p>aleatorizado y controlado.</p>	<p>con quejas subjetivas de acúfenos no pulsátiles durante más de 3 meses.</p> <p>El promedio de edad fue $41,17 \pm 10,75$ (mín-máx: 19-63 años).</p> <p>Criterios de inclusión:</p> <p>Voluntarios entre 18 y 65 años que se quejan de tinnitus durante más de 3 meses fueron admitidos en la consulta externa y diagnosticados de padecer tinnitus subjetivo según los resultados de una anamnesis, examen, prueba de audición y resonancia magnética craneal y temporal.</p> <p>Criterio de exclusión:</p> <p>Embarazadas, marcapasos cardíacos, placas metálicas, infecciones activas o crónicas del oído, otosclerosis, tinnitus objetivo, enfermedad de Menière, tumores del ángulo</p>	<p>tenía un oído estimulado, el Grupo Bilateral (B) con ambos oídos estimulados y el Grupo Control (C) que representó al grupo placebo.</p> <p>Todos los grupos fueron sometidos a un examen otorrinolaringológico o completo, así como una evaluación audiológica y de laboratorio.</p>	<p>Depresión, ansiedad, estrés (DASS)</p>	<p>utilizado puede generar una <u>corriente</u> constante con una frecuencia de 1 a 200 Hz y una intensidad de 0 a 100 mA.</p> <p>Dos electrodos fueron colocados respectivamente en los dermatomas del nervio C2 izquierdo y derecho a la altura de la concha de cymba.</p> <p>El paciente sostuvo un electrodo de puesta a tierra en la mano ipsilateral al oído que recibe la estimulación.</p> <p><u>Tiempo:</u> 10 sesiones en 1 mes, un máximo de 4 días entre cada sesión y 30 minutos para cada sesión.</p> <p><u>Frecuencia:</u> 200Hz.</p> <p><u>Duración de pulso:</u> 1000 microsegundos (μs).</p> <p><u>Intensidad:</u> 10-30 mA a crear un ligero hormigueo sin provocar contracciones ni</p>	<p>En los resultados de la DASS para la depresión, la ansiedad y el estrés según los periodos de pre y post tratamiento, se observó que <i>disminuyeron significativamente</i> en los grupos A, B y C después del tratamiento ($p < 0.001$).</p> <p><i>No hubo diferencias significativas</i> en las puntuaciones del THI entre los grupos antes del tratamiento ($p = 0,998$) pero se observó una <i>diferencia significativa entre los grupos</i> después del tratamiento ($p = 0,001$). Si bien <i>no hubo diferencia</i> entre grupos A y B, se determinó que la diferencia del grupo C fue <i>significativamente mayor</i> que ambos grupos ($p < 0,05$).</p> <p>Cuando se observó la diferencia de cambio <u>entre los grupos</u>, hubo una <i>diferencia significativa</i> ($p = 0,001$); la diferencia en los grupos A y B fue significativamente mayor que en el grupo C ($p < 0,05$).</p>
-----------------------------------	---	--	--	--	---

	pontocerebeloso, lesiones retrococleares, diabetes severa, hipertensión, enfermedad cardiovascular o enfermedad mental.			molestias.	
--	---	--	--	------------	--

AUTOR: Hong S. M., Kim S. K., Seo M., Kang S.		TÍTULO Y AÑO: “Multiple Daily Rounds of Theta-Burst Stimulation for Tinnitus: Preliminary Results” 2021 ⁽³⁷⁾			
DISEÑO	POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	DOSIFICACIÓN	RESULTADOS
Ensayo prospectivo, doble ciego, aleatorizado y controlado.	Los pacientes con tinnitus unilateral o bilateral reclutados de una clínica ambulatoria de otorrinolaringología de 2014 a 2018. Criterios de inclusión: pacientes mayores de 18 años con tinnitus subjetivo durante más de 2 meses y que no tuvieron mejoría con la medicación. Criterios de exclusión: enfermedad de Meniere, pérdida auditiva conductiva,	Un total de 15 pacientes con tinnitus fueron asignados aleatoriamente a los grupos de tratamiento y tratamiento simulado.	Duración del tinnitus (horas/día) Molestia (VAS) Percepción y gravedad del tinnitus (Tinnitus Handicap Inventory - THI) Tono (Hz), volumen (dB nivel de sensación (dBSL)), mínimo nivel de enmascaramiento (MML, en	Se utilizó Magstim Super-Rap D2 Estimulador (Magstim, Gales, Reino Unido) En el grupo rTMS real , la bobina se colocó sobre la corteza temporoparietal izquierda. En el grupo simulado , la bobina se colocó perpendicular a la cabeza. Se utilizaron 3 pulsos TMS de 50 Hz (es decir, 20 ms entre cada estímulo) repetidos en un intervalo de	Dos pacientes fueron excluidos por problemas técnicos durante el experimento. <i>No hubo diferencias significativas</i> entre los grupos. En una visita de 1 a 3 meses después de la rTMS, participaron 7 pacientes (6 en el grupo real, 1 en el grupo simulado). El patrón de cambios a lo largo del tiempo en los valores medios de VAS y MML pareció más notable en el grupo simulado. <i>Aún así, no hubo una</i>

	<p>tinnitus objetivo, antecedentes de trastorno convulsivo, accidente cerebrovascular sintomático previo, cuerpos extraños implantados.</p>		<p>dBSL) e inhibición residual (RI) (Audiograma)</p>	<p>200 ms (es decir, a una <u>frecuencia</u> de 5 Hz) durante 20 s con una <u>intensidad</u> de <u>estímulo</u> del 70 % RMT .</p> <p>4 <u>sesiones</u> con un intervalo de 1 s, después de 15 min, otras 4 sesiones con intervalo de 1s, por día (2400 pulsos/día).</p> <p>Se aplicó diariamente <u>durante</u> 5 días consecutivos.</p>	<p><i>diferencia significativa</i> en VAS o MML <u>entre</u> los dos grupos en cada punto de tiempo.</p> <p>En el análisis apareado (antes y después de la rTMS, antes y 1 a 3 meses después de la rTMS, después de la rTMS y 1 a 3 meses después de la rTMS), <i>no mostró diferencias</i> en VAS o MML en ninguno de los grupos.</p>
--	---	--	---	---	--

Para una mejor comprensión, en la sección Anexos “Gráficas - Resultados de los estudios analizados**”, se exponen los resultados anteriormente mencionados de cada artículo en forma de gráficos.*

VI. a ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se analizaron 6 artículos científicos que consistieron en ensayos clínicos controlados y aleatorizados. Todos los autores han excluido de su estudio a los pacientes que podían derivar en tinnitus objetivo: los casos con problemas anatómicos o enfermedad relacionada con el oído externo o medio, aquellos con antecedentes de operación de oído, con marcapasos, con hipertensión no controlada y diabetes. Tampoco han sido aceptadas las personas embarazadas o lactantes y los casos con problemas neuropsiquiátricos, entre otros ejemplos.

En cuanto a la “intensidad” y “duración” del tinnitus, dos de las variables mencionadas en el objetivo general de la presente revisión, han sido medidas por medio de las subescalas del THI. **Lee S. y Cols.** ⁽³⁵⁾ además, han utilizado la escala VAS para evaluar la “duración” y el “volumen” del síntoma; y **Hong M. S. y Cols.** ⁽³⁷⁾ también han medido la “duración” del zumbido, teniendo en cuenta la cantidad de horas al día que el mismo ha estado presente en los sujetos de la muestra

En el artículo de **Ngao C. y Cols.** ⁽²²⁾ se ha llegado a la conclusión de que la estimulación transmeatal con láser de baja potencia no es significativamente superior al efecto placebo en la mejora de dichas variables. Por su parte, en los dos estudios donde ha sido aplicada la TENS (**Lee S. y Cols.** ⁽³⁵⁾; **Tutar B. y Cols.** ⁽²¹⁾), los autores han coincidido en que si bien existe cierto grado de efecto placebo impuesto por la aplicación de los electrodos en el paciente, la estimulación eléctrica ha logrado disminuir los valores del THI de manera significativa y más pronunciada en los grupos de estudio.

La estimulación en el estudio de **Lee S. y Cols.** ⁽³⁵⁾, se ha realizado con el Physiotense - Physiomed Inc., Schnaittach/Laipersdorf, Alemania. La intensidad de la corriente ha sido de 15 mA, utilizándose una corriente pulsada alterna a una frecuencia de 50Hz a través de electrodos colocados en la aurícula de la oreja con tinnitus, y una duración de la estimulación de 30s para cada punto. En total, las sesiones de terapia para cada paciente se han instituido dos veces por semana para un total de ocho sesiones de terapia durante cuatro semanas. Por otro lado, **Tutar B. y Cols.** ⁽²¹⁾, han elegido la TENS - Perfil TENS, Body Clock Health Care Ltd., Reino Unido, colocándose dos electrodos en los dermatomas del nervio C2 izquierdo y derecho respectivamente, a la altura de la concha de cymba. Han usado una frecuencia de 200Hz, con una duración de pulso de 1000 μ s, y una intensidad de 10-30 mA a crear un ligero hormigueo sin provocar contracciones ni molestias. En total, realizaron 10 sesiones en 1 mes, y 30 minutos para cada sesión.

Con respecto a los estudios que hablan acerca de la Estimulación Magnética Transcraneal, el ensayo de **Yilmaz M. y Cols.** ⁽³⁶⁾ y el realizado por **Chung. H y Cols.** ⁽³⁴⁾ han tenido un éxito estadísticamente significativo en el tratamiento en comparación con el grupo

placebo, a diferencia del estudio llevado a cabo por **Hong S. M. y Cols.** ⁽³⁷⁾, en el cual no se ha logrado obtener diferencias significativas entre grupos.

Yilmaz M. y Cols. ⁽³⁶⁾ han utilizado el dispositivo Neuro-MS TMS, aplicándose durante 30 minutos a baja frecuencia (1 Hz), en 10 sesiones (1 sesión/día), durante 10 días. Por otro lado, **Chung. H y Cols.** ⁽³⁴⁾ han administrado una frecuencia de ráfaga de 5 Hz, cada ráfaga constaba de 3 pulsos repetidos a 50 Hz, enviándose 900 pulsos (300 ráfagas) de estimulación a una intensidad del 80% del umbral motor en reposo, 1 vez al día, durante 10 días hábiles consecutivos. Similar a este autor, **Hong S. M. y Cols.** ⁽³⁷⁾, han utilizado el MagstimSuper-Rap D2 Estimulador (Magstim, Gales, Reino Unido), para realizar la estimulación magnética por medio de una frecuencia de ráfaga de 5 Hz, en la que cada ráfaga constaba también de 3 pulsos repetidos a 50 Hz. Sin embargo, la aplicación se ha realizado durante 20s con una intensidad de estímulo del 70% del umbral motor en reposo, en un total de 4 sesiones con un intervalo de 1s, y después de 15 minutos, otras 4 sesiones con intervalo de 1s (2400 pulsos/día). La misma rutina ha sido repetida diariamente durante 5 días consecutivos.

Por otro lado, sólo tres de los seis artículos encontrados han tenido en cuenta la medición de la frecuencia del tinnitus, tercer y última variable dependiente del objetivo general, evaluándose mediante la escala VAS por **Ngao C. y Cols.** ⁽²²⁾ y a través del audiograma en el estudio de **Yilmaz M. y Cols.** ⁽³⁶⁾ y en el de **Hong S.M. y Cols.** ⁽³⁷⁾

En el estudio de **Ngao C. y Cols.** ⁽²²⁾, la mayoría de los pacientes tanto del grupo en donde se ha realizado la intervención, como así también los pertenecientes al grupo control, han informado una mejoría o ningún cambio en todos los síntomas evaluados mediante la VAS.

Por su parte, **Hong S.M. y Cols.** ⁽³⁷⁾ y **Yilmaz M. y Cols.** ⁽³⁶⁾ han evaluado las frecuencias de tinnitus antes y después del tratamiento dentro de cada uno de los grupos. A partir de ello, en ambos se ha logrado detectar que la diferencia de frecuencia tanto en el grupo de estimulación activa como en el grupo placebo, ha sido estadísticamente insignificante, y cuando se compararon entre sí los resultados de ambos grupos, tampoco se han encontrado diferencias significativas. Además, en el estudio de **Yilmaz M. y Cols.** ⁽³⁶⁾, la frecuencia de los acúfenos no ha sido considerada como criterio de recuperación, ya que el tono variaba de paciente a paciente, y aunque el resto de hallazgos permanecían iguales en 1 de cada 2 pacientes, la frecuencia variaba de un día a otro, o dentro del mismo día.

En el artículo escrito por **Chung H. y Cols.** ⁽³⁴⁾, sus autores han encontrado que el mayor efecto de la rTMS se ha logrado en el paciente que tenía tinnitus de larga duración (20 años), contrastándose enormemente con los resultados de otros estudios que ellos analizaron, en los que las respuestas más fuertes han sido observadas principalmente en pacientes que habían experimentado tinnitus durante no más de 3 a 4 años. Sin embargo, han considerado que en el resto de los estudios se ha utilizado una estimulación continua,

dejándose abierta la posibilidad de que la estimulación en ráfaga pudiera tener mejores resultados para los pacientes que padecen tinnitus crónico durante más de 4 años.

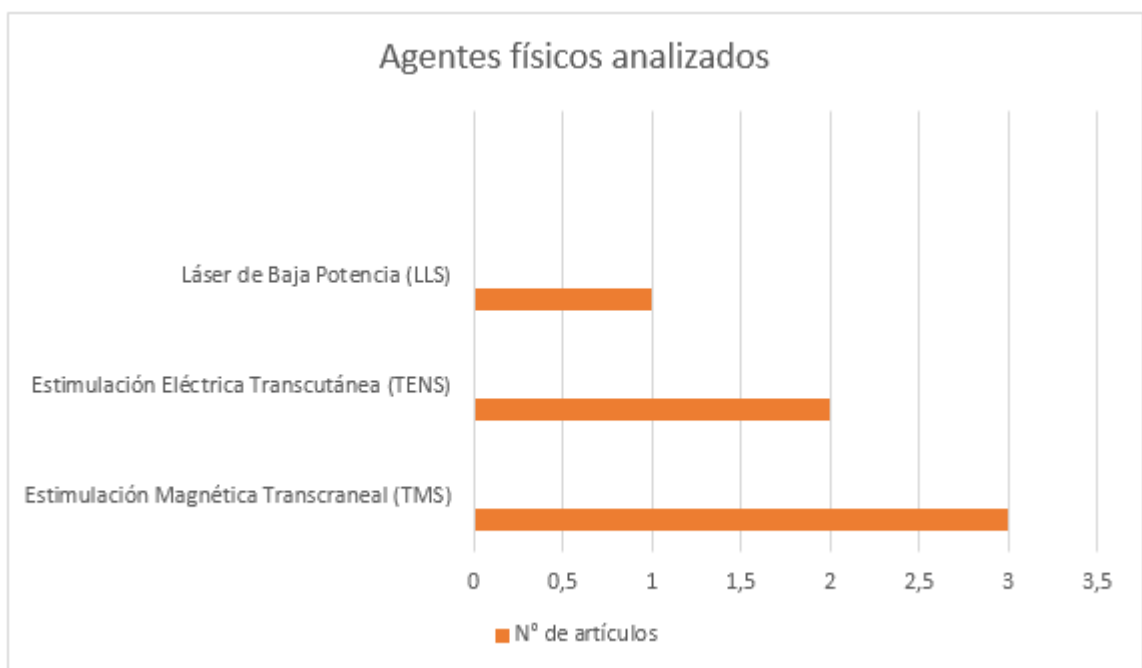
La presente investigación, cuenta con el estudio de **Hong S. M. y Cols.** ⁽³⁷⁾, en el que se ha aplicado también una estimulación magnética en ráfagas, y con el ensayo clínico de **Yilmaz M. y Cols.** ⁽³⁶⁾, en el cual ha sido aplicada la TMS de manera continua a baja frecuencia, por lo que fueron examinados sus resultados para corroborar la hipótesis propuesta por el autor mencionado en el párrafo anterior. A pesar de ello, en el desarrollo de dichos artículos no se ha tenido en cuenta el análisis de la cronicidad del síntoma en los sujetos que lograron una disminución del mismo luego de la estimulación.

Con respecto al tiempo que se mantiene la mejora sintomática luego de la aplicación de los agentes físicos, el ensayo propuesto por **Chung H. y Cols.** ⁽³⁴⁾ y el realizado por **Hong S.M. y Cols.** ⁽³⁷⁾, han tenido en cuenta los resultados de la puntuación del THI al mes y al cabo de uno a tres meses respectivamente luego de aplicar la terapia física, indicándose que los efectos positivos de la rTMS theta-burst podrían no ser permanentes; mientras que el estudio de **Lee S. y Cols.** ⁽³⁵⁾, ha determinado que dieciséis pacientes que se sometieron a la TENS, han obtenido beneficios que duraron menos de un mes, y sólo dos participantes una mejoría a largo plazo (los efectos continuaron durante tres meses), principalmente sujetos con tinnitus de baja frecuencia y pérdida auditiva leve.

A continuación se exhiben representaciones gráficas de lo analizado:

- **Agentes físicos actualmente más estudiados:**

Dos de las investigaciones analizaron la efectividad que posee la Estimulación Nerviosa Eléctrica Transcutánea (TENS) como método de intervención en estos pacientes (**Lee S. y Cols.** ⁽³⁵⁾ y **Tutar B. y Cols.** ⁽²¹⁾). Por otra parte, también se encontraron tres ensayos clínicos que indagan sobre la eficacia de la Estimulación Magnética Transcraneal (TMS) (**Chung H. y Cols.** ⁽³⁴⁾, **Yilmaz M. y Cols.** ⁽³⁶⁾ y **Hong S. M. y Cols.** ⁽³⁷⁾) mientras que sólo uno realizó una intervención con Láser de Baja Potencia en su muestra para corroborar el efecto que posee en lograr modificar la percepción del tinnitus (**Ngao C. y Cols.** ⁽²²⁾).

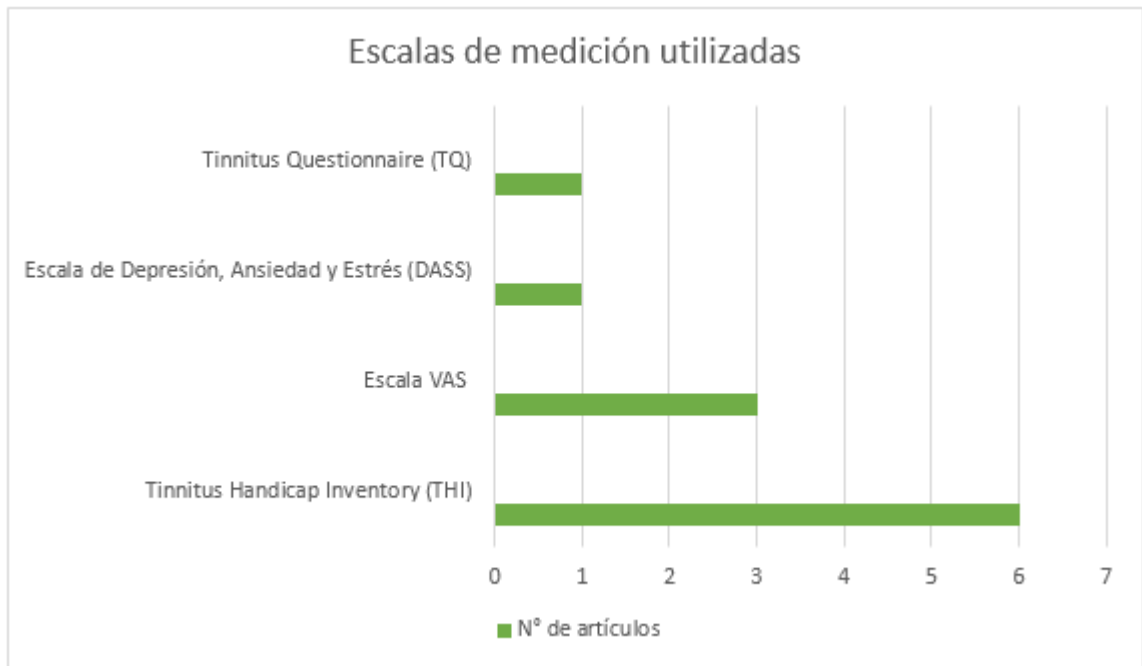


Fuente: Elaboración propia

- **Escalas utilizadas para medir las variables:**

Los seis artículos utilizaron el Tinnitus Handicap Inventory para medir la gravedad y percepción del acúfeno. Sin embargo, para valorar el resto de las variables y la influencia del síntoma en la vida diaria de los sujetos que lo padecen, emplearon diferentes escalas. **Ngao C. y Cols.** ⁽²²⁾, **Lee S. y Cols.** ⁽³⁵⁾ y **Hong S. M. y Cols.** ⁽³⁷⁾ utilizaron la escala VAS; **Tutar B. y Cols.** ⁽²¹⁾ la escala de Depresión, Ansiedad y Estrés; **Chung H. y Cols.** ⁽³⁴⁾, el Tinnitus Questionnaire; mientras que **Yilmaz M. y Cols.** ⁽³⁶⁾, no utilizaron una escala de medición, pero por medio del audiograma

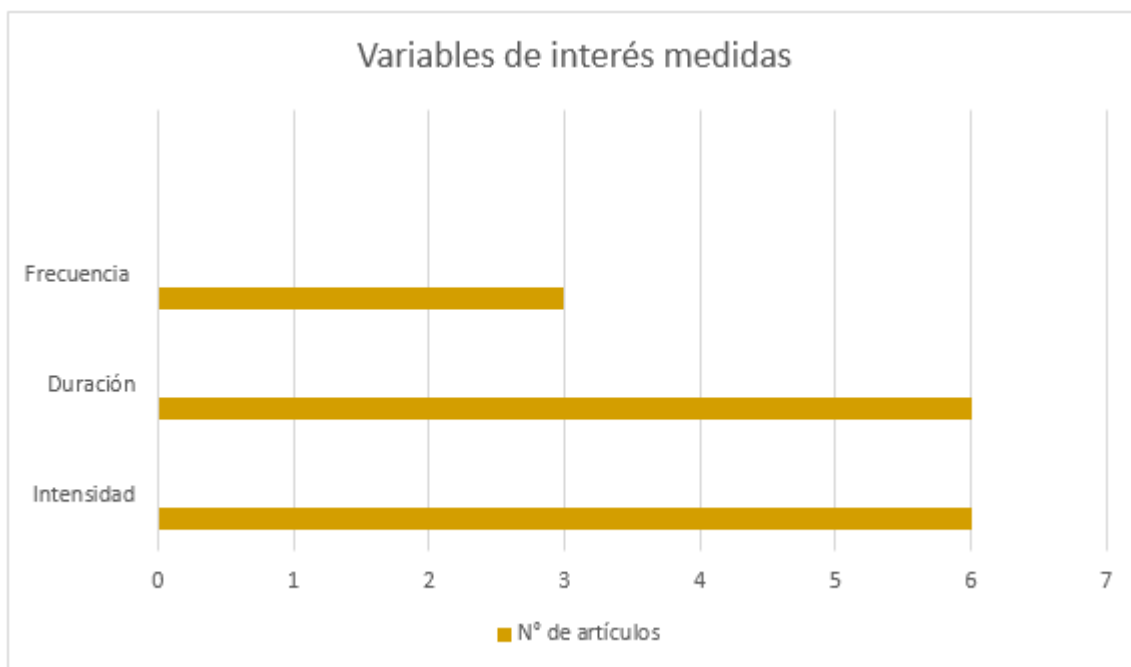
valoraron el volumen y la frecuencia del tinnitus, al igual que el estudio de **Hong S. M. y Cols.** ⁽³⁷⁾



Fuente: Elaboración propia

- **Variables medidas:**

El objetivo general de la presente revisión bibliográfica fue analizar cuál es la efectividad que poseen los agentes físicos en la disminución de la intensidad, duración y frecuencia del tinnitus o acúfenos somatosensoriales. Las variables intensidad y duración del tinnitus, fueron evaluadas en los seis artículos analizados por medio del THI. Además, el estudio de **Hong S. M. y Cols.** ⁽³⁷⁾ valora la duración del síntoma en horas/días. Sin embargo, la frecuencia del síntoma fue medida únicamente en sólo tres de los estudios. **Ngao C. y Cols.** ⁽²²⁾ lo hicieron por medio de la VAS, mientras que **Yilmaz M. y Cols.** ⁽³⁶⁾ y **Hong S. M. y Cols.** ⁽³⁷⁾ a través del audiograma.

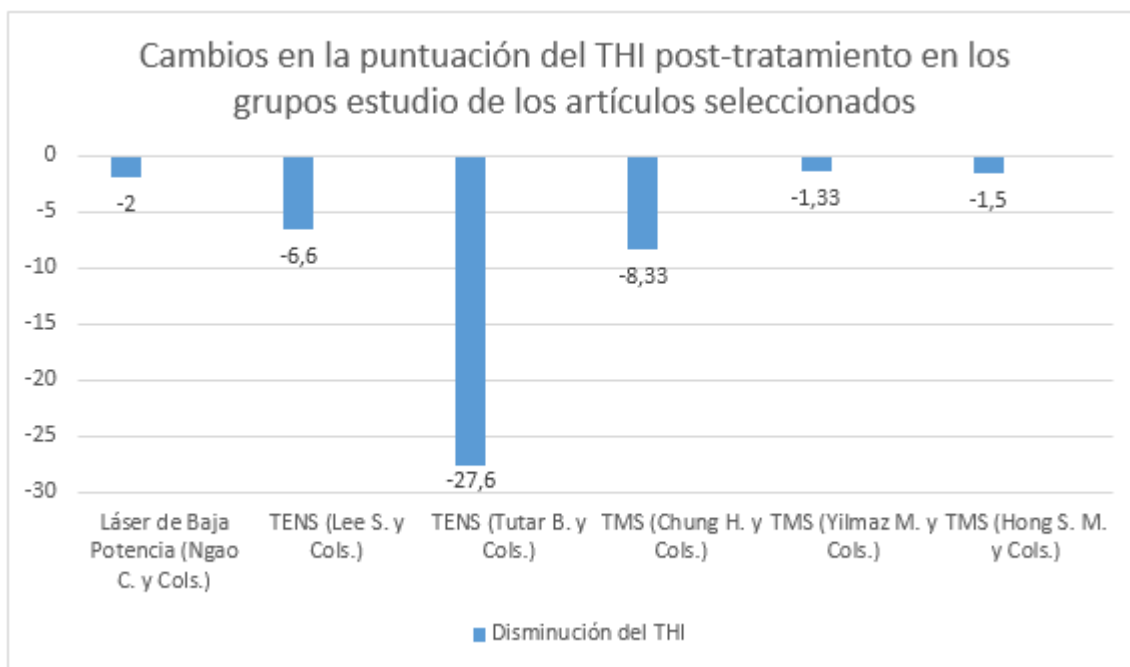


Fuente: Elaboración propia

- **Puntuaciones del THI:**

El "Tinnitus Handicap Inventory" es una herramienta fiable y con gran validez internacional para evaluar los cambios en la gravedad del síntoma antes y después de la aplicación del agente físico.

Ngao C. y Cols. ⁽²²⁾, obtuvieron una mejora de 2 puntos en dicho cuestionario luego de la aplicación combinada de Láser de Baja Potencia y Betahistina. **Lee S. y Cols.** ⁽³⁵⁾, lograron una disminución de 6,6 puntos luego de la aplicación de Estimulación Eléctrica Transcutánea (TENS), mientras que en el grupo de estudio de **Tutar B. y Cols** ⁽²¹⁾, disminuyó 27,6 puntos la discapacidad luego de la intervención con el mismo agente físico pero con el uso de una dosificación distinta. Con respecto a la aplicación de Estimulación Magnética Transcraneal, en el estudio de **Chung H. y Cols.** ⁽³⁴⁾ los sujetos del grupo estimulación activa mostraron una baja de 8,33 en el puntaje final del cuestionario luego de la intervención; mientras que **Hong S. M. y Cols.** ⁽³⁷⁾ y **Yilmaz M. y Cols.** ⁽³⁶⁾ sólo obtuvieron una mejoría de 1,5 y 1,33 puntos respectivamente, después de la misma.



* Estos valores corresponden a la diferencia existente entre la media de la puntuación inicial (pre-intervención) del Tinnitus Handicap Inventory, y la media de la puntuación final (post-intervención) del mismo cuestionario.

Fuente: Elaboración propia

VII. DISCUSIÓN

Luego de llevarse a cabo diversas búsquedas en las bases de datos ya citadas, se han obtenido seis artículos que cumplieron con todos los criterios de inclusión. A partir de ellos, se ha logrado responder al primer objetivo específico planteado, identificándose cuáles son los agentes físicos más estudiados en la actualidad, para verificar su capacidad de remitir o disminuir el zumbido en pacientes que lo padecen.

Las investigaciones de **Lee S. y Cols. (2014)** ⁽³⁵⁾, y **Tutar B. y Cols. (2019)** ⁽²¹⁾, han analizado la efectividad que tiene la Estimulación Nerviosa Transcutánea (TENS) como método de intervención en estos pacientes. **Chung H. y Cols. (2011)** ⁽³⁴⁾, **Yilmaz M. y Cols. (2014)** ⁽³⁶⁾ y **Hong S. M. y Cols. (2012)** ⁽³⁷⁾, a través de sus ensayos clínicos, han indagado sobre la eficacia de la Estimulación Magnética Transcraneal (TMS). Mientras que **Ngao C. y Cols. (2012)** ⁽²²⁾, han realizado una intervención con Láser de Baja Potencia en su muestra para corroborar el efecto que posee en lograr modificar la percepción del tinnitus. Sin embargo ninguno de ellos ha tenido en cuenta como criterio de inclusión a la modulación somática del síntoma, si bien han obtenido una muestra conformada por sujetos que presentaban tinnitus subjetivo, en ningún apartado han mencionado los criterios recomendados por el Método Delphi, que sugieren fuertemente una influencia del sistema somatosensorial en el tinnitus del paciente y que actualmente son considerados fundamentales a la hora de establecer el diagnóstico. Este dato es una de las principales limitantes a mencionar en este documento.

Es interesante resaltar también que no se ha podido argumentar si los cambios plasmados en las puntuaciones del THI han representado una mejora clínicamente significativa en los sujetos, ya que no se ha encontrado en ninguna bibliografía un valor de cohorte que permita garantizar la misma. Además, en los artículos mencionados no se ha tenido en cuenta la subclasificación del THI para agrupar los pacientes; por lo que no se ha diferenciado a aquellos que tenían un acúfeno muy leve, leve, moderado, severo o catastrófico cuando los resultados obtenidos en el estudio se evaluaron y analizaron. Ésto ha determinado que los resultados sean limitados, debido a que tanto el tiempo, como así también la intensidad del tinnitus influyen en la respuesta que logra generar el paciente a la intervención.

Los resultados de las investigaciones en las que se ha aplicado TENS se han considerado prometedores, ya que el número de pacientes con tinnitus que se han beneficiado de la terapia ha sido alto en relación a la muestra total de cada uno de ellos. Sin embargo, cabe destacar que el número de sujetos que han participado de estos estudios fue bajo. Sesenta y cinco pacientes en el estudio de **Lee S. y Cols.** ⁽³⁵⁾ y sólo sesenta pacientes en la intervención propuesta por **Tutar B. y Cols.** ⁽²¹⁾. Además, el rango etario en los estudios ha sido muy amplio, interviniendo posiblemente el factor edad en el resultado final de estas investigaciones.

Los autores han diferido en cuanto a la elección de la dosificación y los modelos de TENS utilizados. Se ha observado que tanto la intensidad, como así también el sitio de ubicación de los electrodos y el número total de sesiones, ha sido similar en sus estudios. Sin embargo, la frecuencia elegida ha sido demasiado dispareja.

Con respecto a los estudios que hablan acerca de la Estimulación Magnética Transcraneal, los autores **Yilmaz M. y Cols.** ⁽³⁶⁾ y **Chung. H y Cols.** ⁽³⁴⁾ han coincidido en utilizar una bobina en forma de ocho para llevar a cabo la intervención en sus investigaciones, mientras que **Hong S. M. y Cols.** ⁽³⁷⁾ no describen el tipo de bobina que han utilizado.

En el ensayo de **Yilmaz M. y Cols.** ⁽³⁶⁾ no ha sido aclarado el sitio donde se aplica la estimulación; mientras que en el ensayo realizado por **Hong S. M. y Cols.** ⁽³⁷⁾ y **Chung. H y Cols.** ⁽³⁴⁾ la misma se ha realizado en la corteza auditiva. Es importante aclarar que éste último no ha especificado qué dispositivo ha sido utilizado, ni tampoco las características con las que contaba el mismo.

Se ha logrado identificar que los días y el número de sesiones finales es el mismo en los estudios de **Yilmaz M. y Cols.** ⁽³⁶⁾ y **Chung. H y Cols.** ⁽³⁴⁾, siendo de diez sesiones (1 sesión/día), durante 10 días; mientras que en el de **Hong S. M. y Cols.** ⁽³⁷⁾ el tratamiento ha sido llevado a cabo por sólo cinco días. Han existido grandes diferencias entre los autores en cuanto a la dosificación aplicada en la intervención al grupo de estudio, e incluso el número de muestras también ha sido escaso.

Por lo tanto, habiendo una gran variedad de programas a utilizar, lugares para colocar los electrodos en la TENS o bobinas en la TMS, tipos de corriente eléctrica para elegir, duración de la estimulación, frecuencia, intensidades, etc., aún no ha sido posible llevar a cabo una estandarización de todos los parámetros a fijar en el equipo. Ésto ha provocado que no pueda ser concretado con certeza el tercer objetivo específico de la actual investigación, que se basaba en determinar parámetros de dosificación del agente físico distinguido por su mayor nivel de eficiencia en la terapia de los pacientes con tinnitus.

En el estudio de **Ngao C. y Cols.** ⁽²²⁾, se ha considerado que hay un amplio efecto aportado por el placebo. En el mismo, el grupo activo ("TLLS?") y el grupo control ("TLLS") han recibido betahistina oral como medicamento en combinación con la aplicación de láser o con la terapia láser simulada respectivamente, siendo posiblemente la causa principal de estos resultados favorables en gran parte de los sujetos.

Por otra parte, cabe destacar que tanto **Yilmaz M. y Cols.** ⁽³⁶⁾, como así también, **Lee S. y Cols.** ⁽³⁵⁾, **Chung H. y Cols.** ⁽³⁴⁾, y **Tutar B. y Cols.** ⁽²¹⁾, y **Hong S.M. y Cols.** ⁽³⁷⁾, si bien no han administrado en sus ensayos otros métodos adicionales al agente físico para lograr disminuir el tinnitus, como podrían haber sido fármacos o psicoterapia, tampoco han excluido a aquellos sujetos que sí contaron con un tratamiento previo o actual para reducir el síntoma. Por ello, se ha considerado que es necesario realizar nuevas investigaciones que tengan en

cuenta dicha cuestión, para lograr resultados con un mayor valor metodológico, capaces de extrapolarse al resto de la población.

Adicionalmente, sólo tres de los autores encontrados han tenido en cuenta el tiempo que se mantiene la mejora sintomática luego de la aplicación de los agentes físicos (**Chung H. y Cols.** ⁽³⁴⁾, **Hong S.M. y Cols.** ⁽³⁷⁾ **Lee S. y Cols.** ⁽³⁵⁾). Los demás estudios, sólo han expuesto la respuesta de los sujetos a la semana o a los diez días, por lo que se ha considerado necesaria la realización de nuevos ensayos clínicos en los que se pueda detectar si el beneficio de los agentes físicos es únicamente momentáneo o bien se puede prolongar en el tiempo remitiendo el síntoma por completo.

Para finalizar, se han destacado como grandes limitantes en esta revisión, a la escasez de artículos que han sido encontrados, la baja calidad metodológica con la que han contado los mismos y la poca concordancia que se ha manifestado entre los autores. Todo ello ha sido un obstáculo para lograr responder a los interrogantes, ya que además, al haber analizado globalmente los estudios incluidos, se notó que en todos ellos, excepto en el de **Ngao C. y Cols.** ⁽²²⁾, los grupos de tratamiento han sido comparados con un grupo placebo, a los cuales no se les ha aplicado otra terapia o intervención posible. Se ha considerado entonces, que los resultados de dichas investigaciones podrían ser cuestionados debido a este punto.

Se debe enfatizar sobre lo imprescindible que es el desarrollo de nuevos estudios que resuelvan el gran número de limitantes presentes en este documento para extrapolar las conclusiones obtenidas a los/as Licenciados/as en Kinesiología y Fisiatría y, de esta manera, brindar otra modalidad de tratamiento a la población que padece de este síntoma incapacitante.

VIII. CONCLUSIÓN

En base a los datos recolectados en esta investigación, se ha concluido que la estimulación magnética transcraneal (TMS) y la estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS) podrían ser útiles en la disminución de la intensidad y duración del acúfeno. Sin embargo, parecerían no ser eficaces en lograr una mejora de la frecuencia del síntoma. Mientras que la eficacia que ejerce el Láser de Baja Potencia en las variables mencionadas, no se ha podido demostrar en el estudio analizado.

Estos agentes físicos parecen ser seguros y sus efectos adversos insignificantes. No obstante, aún no se ha logrado determinar qué efecto generan particularmente en el tinnitus somatosensorial, y por lo tanto, no se han podido resolver las interrogantes de los objetivos planteados en el presente estudio.

Se ha identificado que la TENS podría llegar a ser el agente físico más efectivo en el tratamiento de sujetos que experimentan acúfenos, ya que ha sido el que obtuvo la mayor reducción en la puntuación del Tinnitus Handicap Inventory (THI). La mejor respuesta probablemente se logre en los sujetos con tinnitus de baja frecuencia y pérdida auditiva leve. A pesar de ello, aún es necesario que se continúe con investigaciones que sean capaces de comparar la efectividad de los agentes físicos entre sí.

Por último, la mayor efectividad de la TENS, parece estar dada mediante la colocación de 2 electrodos en los dermatomas del nervio C2 izquierdo y derecho respectivamente, a la altura de la concha de cymba, con una frecuencia de 200Hz, una duración de pulso de 1000 μ s, y una intensidad de 10-30mA a crear un ligero hormigueo sin provocar contracciones ni molestias. El tiempo de tratamiento sería de 30 minutos por sesión, en un total de 10 sesiones en 1 mes.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Sanchez T, Rocha C. Diagnosis and management of somatosensory tinnitus review article. 2011 [citado el 12 de agosto de 2021]; 66 (6): p.1089-1094. Disponible en: <https://scihub.se/10.1590/S1807-59322011000600028>
- (2) Tunkel D, Bauer C, Sun G, Rosenfeld R, Chandrasekhar S, Cunningham E. Guía de práctica clínica: acúfenos. 2014 [citado el 12 de agosto de 2021]; 151 (25) S1- S40. Disponible en: [Otolaryngology–Head and Neck Surgery: SAGE Journals \(sagepub.com\)](https://www.sagepub.com/journals/otology-head-and-neck-surgery)
- (3) Curet P, Roitman D. Tinnitus - Evaluación y manejo. 2016 [citado el 12 de agosto de 2021]; 27 (6) p.848 - 862. Disponible en: [TINNITUS – EVALUACIÓN Y MANEJO | Revista Médica Clínica Las Condes \(elsevier.es\)](https://www.elsevier.es/revista-clinica-las-condes)
- (4) Sociedad Española de Otorrinolaringología y Patología Cervico-Facial. SEORL-PCF.Libro Virtual de formación en Otorrino-laringología. Bookmedics; 2015 [acceso 19 de Junio 2021] Disponible en: <https://bookmedicos.org/libro-virtual-de-formacion-en-otorrinolaringologia-seorl/>
- (5) Wimmer del S J, Donoso S R, Leiva C A, Breinbauer K H, Délano R P. Tinnitus: Una patología cerebral. Rev otorrinolaringol cir cabeza cuello. 2019 [citado el 12 de agosto de 2021]; 79(1):125–136. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-48162019000100125&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- (6) Michiels S, Naessens A, Van de Heyning P, Braem M, Visscher C, Gilles A. The Effect of Physical Therapy Treatment in Patients with Subjective Tinnitus A Systematic Review. 2016 [citado el 12 de agosto de 2021]; 10 (8) p.1 - 8. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnins.2017.00207/full>
- (7) Cameron Michelle H.C. Fisiología de los agentes físicos. Agentes físicos en rehabilitación- De la investigación a la práctica.4a Ed. Travessera de Gràcia, Barcelona- España. Elsevier Health Sciences Spain, 2013 p.1-14
- (8) García-Porrero, J. A., Hurlé, J. M Anatomía Humana, 1ª ed. Ed. McGraw-Hill Interamericana. Panamericana. Madrid, España; (2005).

(9) Abel MD, Levine RA. Muscle contractions and auditory perception in tinnitus patients and nonclinical subjects. *The Journal of Craniomandibular & Sleep Practice*. 2004 [citado el 12 de febrero de 2022]; 22(3): p.181–191. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1179/crn.2004.024>

(10) Levine RA. Somatic (craniocervical) tinnitus and the dorsal cochlear nucleus hypothesis. *American Journal of Otolaryngology*. 1999 [citado el 17 de febrero de 2022]; 20(6): p.351-362. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196070999900741?via%3Dihub>

(11) Ward J, Vella C, Hoare DJ, Hall DA. Subtipando el tinnitus somático: un estudio transversal de cohorte del Reino Unido de características demográficas, clínicas y audiológicas. *PLoS One*. 2015 [citado el 17 de febrero de 2022]; 10 (5): e0126254. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4440784/>

(12) Ralli M, Greco A, Turchetta R, Altissimi G, de Vincentiis M, Cianfrone G. Tinnitus somatosensorial: evidencia actual y perspectivas futuras. *La revista de investigación médica internacional*. 2017 [citado el 19 de febrero de 2022]; 45 (3): p.933-947. Disponible en: https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0300060517707673?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed

(13) Haider H., Hoare D., Costa R., Potgieter I., Kikidis D., Lapira A.. Pathophysiology, Diagnosis and Treatment of Somatosensory Tinnitus: A Scoping Review. 2017 [citado el 17 de febrero de 2022]; 11 (11) p.1 - 11. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnins.2017.00207/full>

(14) Michiels S, De Hertogh W, Truijen S, November D, Wuyts F, Van de Heyning P. The assessment of cervical sensory motor control: a systematic review focusing on measuring methods and their clinimetric characteristics. *Gait Posture*. 2013 [citado el 17 de febrero de 2022]; 38(1):1–7. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966636212003803?via%3Dihub>

(15) Hear it [sede Web]. Bruselas, Bélgica. Organización “Hear-it AISBL”. 1999 [citado el 14 de mayo del 2022]. El audiograma [6 pantallas]. Disponible en: <https://www.hear-it.org/es/Audiograma-3>

- (16)** Martínez A..Evaluación de la incapacidad provocada por el tinnitus: homologación lingüística nacional del Tinnitus Handicap Inventory (THI).Rev. Otorrinolaringol. Cir. Cabeza Cuello 2006 [citado el 20 de febrero de 2022]; 66: p.232-235. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-48162006000300009&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- (17)** Baguley DM, Anderson G. Factor analysis of the Tinnitus Handicap Inventory. Am J Audiol 2003; 12(1): 31-34.
- (18)** Cuda D. Acufeni soggettivi: Aspetti Clinici. En: Cuda D,ed, Acufeni: Diagnosi e Terapia. Piacenza: TorGraf, 2004; 51 -60.
- (19)** Ent and Audiology News [sede Web]. Edimburgo EH1 3NT, Reino Unido.Pinpoint Scotland Ltd.2014 [citado el 14 de mayo del 2022]. Questionnaires to Measure Tinnitus Severity. Disponible: <https://www.entandaudiologynews.com/media/3076/entjf14-fackrell-new.pdf>
- (20)** López-González M., Esteban-Ortega F. Cuestionarios en acúfenos. Acúfeno como señal de malestar. Ponencia Oficial; Sevilla, Andalucía, España: Publipsa. 2010 [citado el 22 de marzo de 2022].p.193-210. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/259532467_Cuestionarios_en_acufenos
- (21)** Tutar B, Atar S, Berkiten G, Üstün O, Kumral TL, Uyar Y. The effect of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on chronic subjective tinnitus.American Journal of Otolaryngology. 2020 [citado el 22 de marzo de 2022]; 41(1): p.1-21. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196070919308737?via%3Dihub>
- (22)** Ngao CF, Tan TS, Narayanan P, Raman R. The effectiveness of transmeatal low-power laser stimulation in treating tinnitus. Eur Arch Otorhinolaryngol [Internet]. 2014 [citado el 22 de marzo de 2022]; 271(5):975–980. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00405-013-2491-3>
- (23)** Londero A, Bonfils P, Lefaucheur JP. Transcranial magnetic stimulation and subjective tinnitus. A review of the literature, 2014–2016. Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis [Internet]. 2018 [citado el 22 de marzo de 2022]; 135(1):51–58. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1879729617301850?via%3Dihub>

(24) Amanda B, Manuela M, Antonia M, Claudio M, Gregorio B. Posturography measures and efficacy of different physical treatments in somatic tinnitus. *Int Tinnitus J.* 2010 [citado el 1 de abril de 2022];16(1):44–50. Disponible en: <https://www.tinnitusjournal.com/articles/posturography-measures-and-efficacy-of-different-physical-treatments-in-somatic-tinnitus.pdf>

(25) Rocha CB, Sánchez TG. Eficácia da desativação do ponto-gatilho miofascial no controle do zumbido. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia.* 2012 [citado el 1 de abril de 2022]; 78 (6): 21-26. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/bjorl/a/JHdCp8cDPDcwxMssywv98Ss/?format=html>

(26) Erlandsson SI, Rubinstein B, Carlsson SG. Tinnitus: evaluación de biofeedback y tratamiento estomatognático. *British Journal of Audiology.* 1991 [citado el 1 de abril de 2022]; 25 (3): 151-161. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/03005369109079849>

(27) Tullberg M, Ernberg M. Long-term effect on tinnitus by treatment of temporomandibular disorders: a two-year follow-up by questionnaire. *Acta Odontologica Scandinavica.* 2006 [citado el 1 de abril de 2022]; 64 (2): 89-96. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00016350500377842?journalCode=iode20>

(28) Marks KL, Martel DT, Wu C, Basura GJ, Roberts LE, Schwartz-Leyzac KC, et al. La estimulación bimodal auditiva-somatosensorial desincroniza los circuitos cerebrales para reducir el tinnitus en cobayas y humanos. *Medicina Traslacional.* 2018 [citado el 1 de abril de 2022]; 10 (422) p.1-9. Disponible en: <https://www.science.org/doi/10.1126/scitranslmed.aal3175>

(29) Lexico [sede Web] Oxfor,Inglaterra. Oxford University Press 2022 [Citado el 25 de junio del 2022] Fisioterapia [1 pantalla].Disponible en: <https://www.lexico.com/es/definicion/fisioterapia>

(30) Maya Martín J., Albornoz Cabello Manuel. Estimulación eléctrica transcutánea. *Elsevier España, S.L.* Estimulación eléctrica transcutánea y neuromuscular. Travessera de Gràcia, Barcelona (España). 2010.1-33

(31) Baxter D. Tratamiento con láser de baja intensidad. En: Watson T, editor. Electroterapia, práctica basada en la evidencia. 12° ed. Barcelona: Elsevier; 2009. p. 161-175.

(32) Cameron Michelle H. Láseres y luz. Elsevier.es. Agentes físicos en rehabilitación- De la investigación a la práctica. 4a Ed. Travessera de Gràcia, Barcelona- España. Elsevier Health Sciences Spain, 2013 p.798-861

(33) Malavera M., Silva F., García R., Rueda L., Carrillo S. Fundamentos y aplicaciones clínicas de la estimulación magnética transcraneal en neuropsiquiatría. Revista colombiana de psiquiatría. 2014 [citado el 24 de abril de 2022]; 43(1): p.32-39. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-colombiana-psiquiatria-379-articulo-fundamentos-aplicaciones-clinicas-estimulacion-magnetica-S003474501470040X>

(34) Chung H-K, Tsai C-H, Lin Y-C, Chen J-M, Tsou Y-A, Wang C-Y, et al. Effectiveness of theta-burst repetitive transcranial magnetic stimulation for treating chronic tinnitus. Audiology and Neurootology. 2012 [citado el 22 de marzo de 2022]; 17(2): p.112–120. Disponible en: <https://www.karger.com/Article/Abstract/330882>

(35) Lee SK, Chung H, Chung JH, Yeo SG, Park MS, Byun JY. Effectiveness of transcutaneous electrical stimulation for chronic tinnitus. Acta Oto-laryngologica. 2014 [citado el 22 de marzo de 2022]; 134(2): p.159-167. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/00016489.2013.844854>

(36) Yilmaz M, Yener MH, Turgut NF, Aydin F, Altug T. Effectiveness of transcranial magnetic stimulation application in treatment of tinnitus. Journal of Craniofacial Surgery. 2014 [citado el 22 de marzo de 2022]; 25(4):1315–1318. Disponible en: https://journals.lww.com/jcraniofacialsurgery/Abstract/2014/07000/Effectiveness_of_Transcranial_Magnetic_Stimulation.42.aspx

(37) Hong S-M, Kim S-K, Seo M-Y, Kang S-Y. Multiple daily rounds of theta-burst stimulation for tinnitus: Preliminary results. Medicina (Kaunas). 2021 [citado el 23 de junio de 2022];57(8): 1-13. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1648-9144/57/8/743>

(38) KlinikLab [sede Web]. Colombia: Laboratorio de Psicología Clínica de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz. 2017 [citado el 14 de mayo del 2022] Depression Anxiety and

Stress Scale (DASS-21) [2 pantallas]. Disponible en:
<https://blogs.konradlorenz.edu.co/files/dass-21.pdf>

(39) El Blog de Fisioterapia [sede Web]. Salamanca, España: Aritz Monasterio Arana [citado el 14 de mayo del 2022]. Escala Analógica Visual. [1 pantalla]. Disponible en:
<https://www.blogdefisioterapia.com/escala-analo>

X. ANEXOS

X.a. Carta de aval del Director de la Tesina para su presentación final.

Rosario, 27 de Mayo del 2022

Sr. Director de la
Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría
Prof. Cagnone, Carlos.

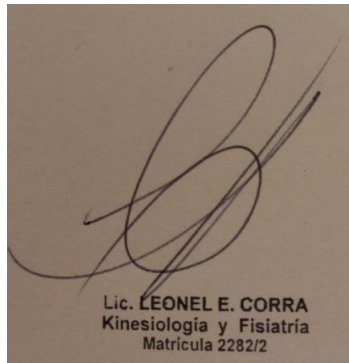
S _____ / _____ D

De nuestra mayor consideración:

Nos dirigimos a Ud. con motivo de informarle en nuestra calidad de Directores de la Tesina de graduación titulada "Efectividad de los agentes físicos en cuanto a la disminución de la intensidad, duración y frecuencia del Tinnitus o Acúfenos Somatosensoriales", cuya autoría corresponde a Riso, Nadia Belén y Zanotti, Delfina, que la misma cumple con los requisitos necesarios para su presentación final.

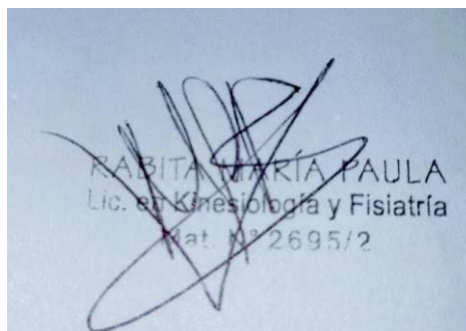
Sin otro particular, lo saludan atte. Corra, Leonel y Rabita, María Paula.

Firma:



Lic. LEONEL E. CORRA
Kinesiología y Fisiatría
Matricula 2282/2

Firma:



RABITA MARÍA PAULA
Lic. en Kinesiología y Fisiatría
Mat. N° 2695/2

X.b Tabla 1 - Test de Incapacidad del Tinnitus (THI) ⁽¹⁶⁾

1F.	¿Le cuesta concentrarse por culpa del ruido o zumbido de oído?	Sí	A veces	No
2F.	¿Le cuesta escuchar a los demás debido a que el zumbido es muy fuerte?	Sí	A veces	No
3F.	¿Lo pone mal genio el zumbido del oído?	Sí	A veces	No
4F.	¿Se siente confundido por culpa del zumbido del oído?	Sí	A veces	No
5C.	¿Se desespera con el ruido o zumbido del oído?	Sí	A veces	No
6E.	¿Se queja mucho por tener el zumbido en el oído?	Sí	A veces	No
7F.	¿Le cuesta quedarse dormido en la noche por culpa del zumbido del oído?	Sí	A veces	No
8C.	¿Cree que el problema de su zumbido es algo sin solución?	Sí	A veces	No
9F.	¿El zumbido del oído es un problema que le impide disfrutar de la vida como por ejemplo salir a comer con amigos o ir al cine?	Sí	A veces	No
10E.	¿Se siente desilusionado por culpa del zumbido del oído?	Sí	A veces	No
11C.	¿Cree que tiene un enfermedad incurable?	Sí	A veces	No
12F.	¿El zumbido de oído le impide pasarlo bien?	Sí	A veces	No
13F.	¿Le estorba el zumbido de oído en su trabajo o en las labores de la casa?	Sí	A veces	No
14F.	¿Se siente a menudo de mal genio por culpa del zumbido del oído?	Sí	A veces	No
15F.	¿Le cuesta comprender lo que lee por culpa del zumbido del oído?	Sí	A veces	No
16E.	¿Se siente alterado por el zumbido de oído?	Sí	A veces	No
17E.	¿Siente que el zumbido de oído ha echado a perder las relaciones con sus familiares y amigos?	Sí	A veces	No
18F.	¿Le cuesta sacarse de la cabeza el zumbido y concentrarse en otra cosa?	Sí	A veces	No
19C.	¿Siente que no puede controlar el zumbido de oído?	Sí	A veces	No
20F.	¿Se siente a menudo cansado por culpa del zumbido de oído?	Sí	A veces	No
21E.	¿Se siente deprimido por causa del zumbido de oído?	Sí	A veces	No
22E.	¿Lo pone nervioso el zumbido de oído?	Sí	A veces	No
23C.	¿Siente que no puede ya hacerle frente al zumbido de oído?	Sí	A veces	No
24F.	¿Empeora el zumbido de oído cuando está estresado?	Sí	A veces	No
25E.	¿Se siente inseguro por culpa el zumbido de oído?	Sí	A veces	No

X.c Tabla 2 - Tinnitus Questionnaire (TQ) ⁽²⁰⁾

A Siempre / Si estoy de acuerdo

B A veces

C Nunca / No estoy de acuerdo

1	Soy capaz de ignorar el ruido aunque esté presente	A B C
2	Por culpa del ruido soy incapaz de oír música tranquilamente	A B C
3	Creo que es injusto tener que sufrir por culpa de este ruido	A B C
4	El ruido me despierta por las noches	A B C
5	Estoy pendiente del ruido todo el día	A B C
6	Lo que yo piense acerca del ruido influye en la forma en la que el ruido me molesta	A B C
7	La mayor parte del tiempo el ruido es flojo de volumen	A B C
8	Hay veces en las que el ruido me hace perder los nervios	A B C
9	Por culpa del ruido tengo dificultades en saber de donde viene un sonido	A B C
10	El ruido es desagradable	A B C
11	Siento que no puedo escapar de este ruido	A B C
12	Por culpa del ruido me despierto más temprano	A B C
13	Creo que no voy a poder aguantar con este ruido	A B C
14	Por culpa del ruido se hace difícil oír a más de una persona a la vez	A B C
15	La mayor parte del tiempo el ruido está muy fuerte	A B C
16	Al tener este ruido creo que debo tener algo grave	A B C
17	Mi vida no valdrá la pena si este ruido continúa	A B C
18	Por culpa del ruido he perdido la confianza en mi mismo	A B C
19	Me gustaría que alguien comprendiese este problema	A B C
20	El ruido me distrae de lo que hago	A B C
21	Yo no puedo hacer nada por soportar este ruido	A B C
22	Algunas veces, y por culpa del ruido, me dan dolores en los oídos o en la cabeza	A B C
23	Noto que el ruido se pone peor cuando me siento algo deprimido o pesimista	A B C
24	Por culpa del ruido me enfado más fácilmente con mis familiares y amigos	A B C
25	Por culpa del ruido tengo tensos los músculos de la nuca y el cuello	A B C
26	Por culpa del ruido, las voces de otras personas parecen estar distorsionadas	A B C

27	Si este ruido no desapareciese me sentiría muy mal	A B C
28	Estoy preocupado porque el ruido acabe dañando a mi salud	A B C
29	El ruido parece ir directo a mi cabeza	A B C
30	Casi todos mis problemas son por culpa del ruido	A B C
31	Mi mayor problema es no dormir bien	A B C
32	Lo que me hace sentirme mal es lo que pienso del ruido no el ruido en sí mismo	A B C
33	Por culpa del ruido tengo mas dificultades en seguir una conversación	A B C
34	El ruido no me deja relajarme	A B C
35	Algunas veces el ruido es tan molesto que no puedo ignorarlo	A B C
36	Por culpa del ruido me cuesta dormir	A B C
37	Me pongo nervioso cuando pienso en el ruido	A B C
38	Por culpa del ruido me es más difícil escuchar a alguien hablar por el teléfono	A B C
39	Por culpa del ruido me deprimó más fácilmente	A B C
40	Cuando estoy haciendo algo interesante soy capaz de olvidarme del ruido	A B C
41	Por culpa del ruido mi vida se ha vuelto más difícil	A B C
42	Mis oídos son muy sensible	A B C
43	A veces pienso que el ruido es para toda la vida y que no se me va a quitar nunca	A B C
44	Puedo imaginarme a mí mismo viviendo con este ruido de forma normal	A B C
45	El ruido está siempre presente, no desaparece nunca	A B C
46	Una persona de carácter fuerte aceptaría mejor este problema	A B C
47	Me considero una víctima de este ruido	A B C
48	Por culpa del ruido me cuesta concentrarme	A B C
49	El ruido es una de esas cosas con las que uno tiene que acostumbrarse a vivir	A B C
50	Por culpa del ruido soy incapaz de disfrutar normalmente de la radio o la televisión	A B C
51	Algunas veces el ruido me produce dolor de cabeza	A B C
52	Siempre he tenido un sueño profundo	A B C

X. d Tabla 3 - Escala de Depresión Ansiedad y Estrés (DASS) ⁽³⁸⁾

Por favor lea las siguientes afirmaciones y coloque un círculo alrededor de un número (0, 1, 2, 3) que indica en qué grado le ha ocurrido a usted esta afirmación *durante la semana pasada*. La escala de calificación es la siguiente:

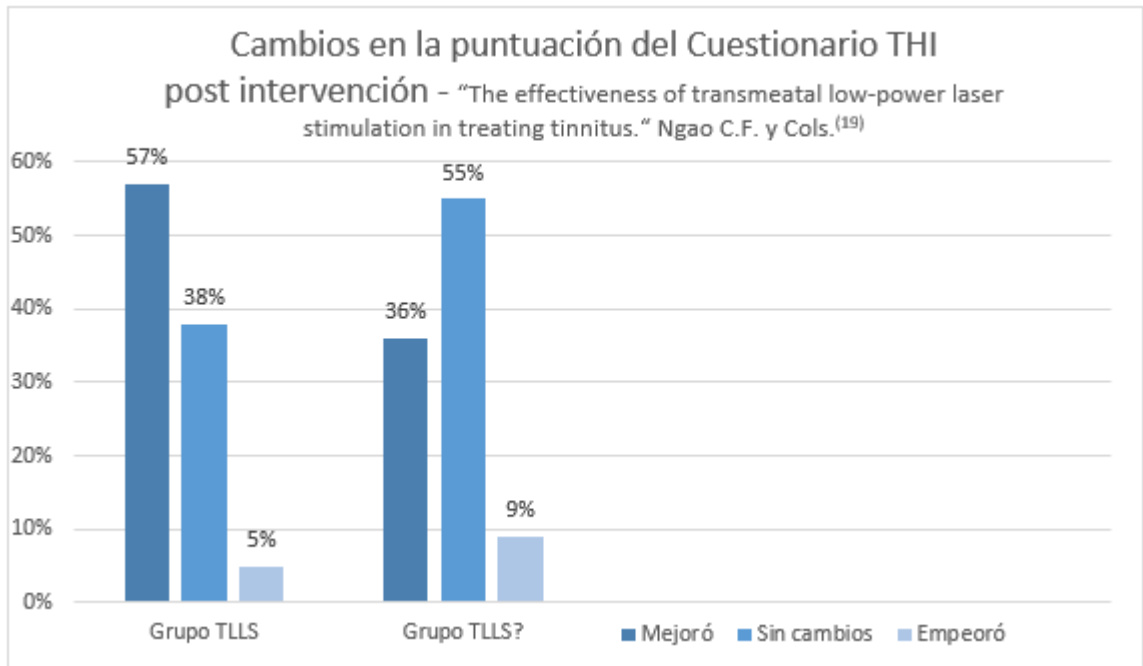
0: No me ha ocurrido; 1: Me ha ocurrido un poco, o durante parte del tiempo; 2: Me ha ocurrido bastante, o durante una buena parte del tiempo; 3: Me ha ocurrido mucho, o la mayor parte del tiempo.

1.	Me ha costado mucho descargar la tensión	0	1	2	3
2.	Me di cuenta que tenía la boca seca	0	1	2	3
3.	No podía sentir ningún sentimiento positivo	0	1	2	3
4.	Se me hizo difícil respirar	0	1	2	3
5.	Se me hizo difícil tomar la iniciativa para hacer cosas	0	1	2	3
6.	Reaccioné exageradamente en ciertas situaciones	0	1	2	3
7.	Sentí que mis manos temblaban	0	1	2	3
8.	He sentido que estaba gastando una gran cantidad de energía	0	1	2	3
9.	Estaba preocupado por situaciones en las cuales podía tener pánico o en las que podría hacer el ridículo	0	1	2	3
10.	He sentido que no había nada que me ilusionara	0	1	2	3
11.	Me he sentido inquieto	0	1	2	3
12.	Se me hizo difícil relajarme	0	1	2	3
13.	Me sentí triste y deprimido	0	1	2	3
14.	No toleré nada que no me permitiera continuar con lo que estaba haciendo....	0	1	2	3
15.	Sentí que estaba al punto de pánico	0	1	2	3
16.	No me pude entusiasmar por nada.....	0	1	2	3
17.	Sentí que valía muy poco como persona	0	1	2	3
18.	He tendido a sentirme enfadado con facilidad	0	1	2	3
19.	Sentí los latidos de mi corazón a pesar de no haber hecho ningún esfuerzo físico	0	1	2	3
20.	Tuve miedo sin razón	0	1	2	3
21.	Sentí que la vida no tenía ningún sentido.....	0	1	2	3

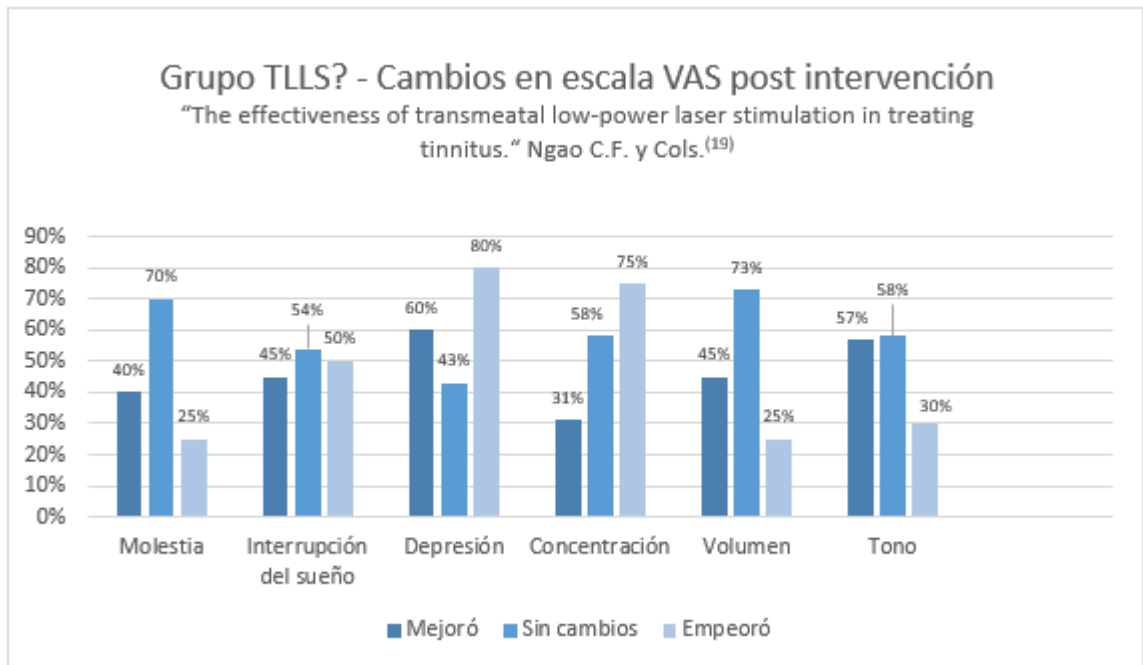
X. e Tabla 4 - Cuestionario de Escalas Analógicas Visuales (VAS) ⁽³⁹⁾



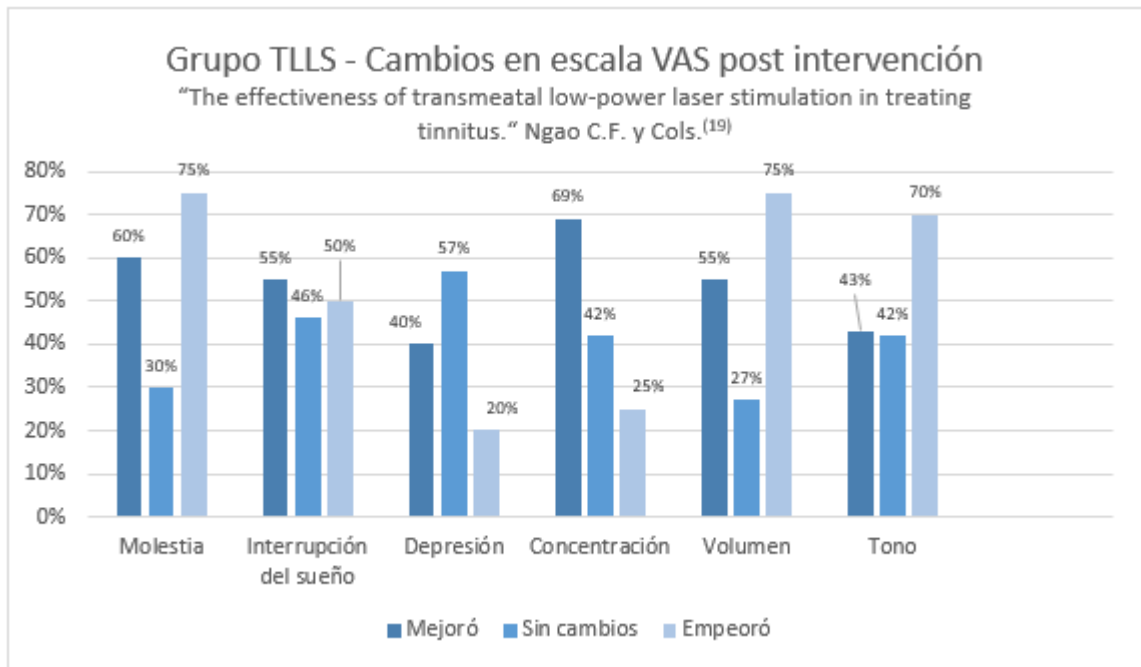
X. f Gráficas - Resultados de los estudios analizados



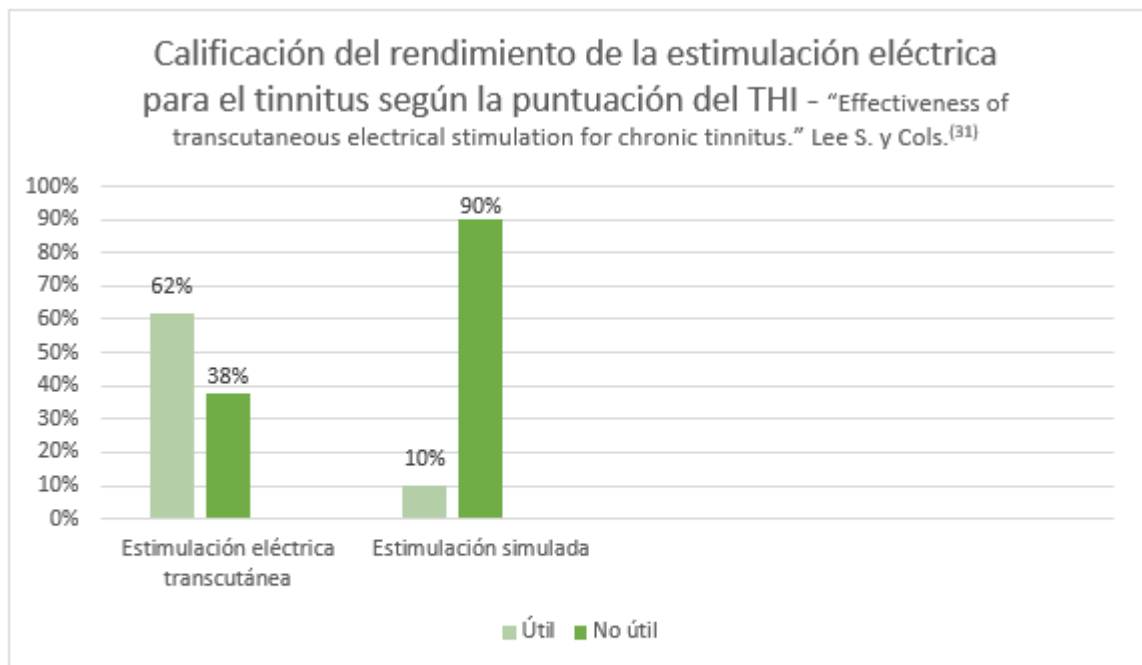
Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



***Útil:** La puntuación del beneficio THI (pretratamiento - postratamiento) es más de 10 puntos.
No útil: la puntuación del beneficio THI (pretratamiento - postratamiento) es inferior a 10 puntos.

Fuente: Elaboración propia

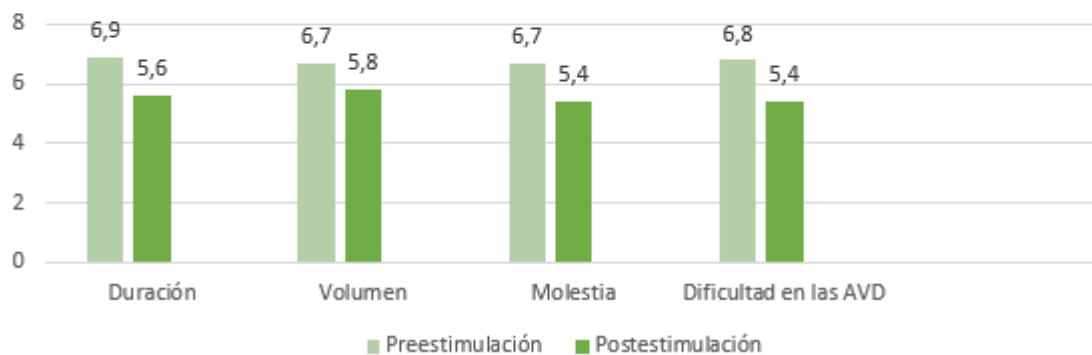
Comparación de los cambios en la puntuación del THI entre el grupo de estimulación eléctrica y el de estimulación simulada - "Effectiveness of transcutaneous electrical stimulation for chronic tinnitus." Lee S. y Cols.⁽³¹⁾



*No se identificaron diferencias significativas en los resultados obtenidos en el grupo de estimulación simulada. Después de la estimulación eléctrica, las subescalas emocionales y catastróficas del THI, mejoraron significativamente.

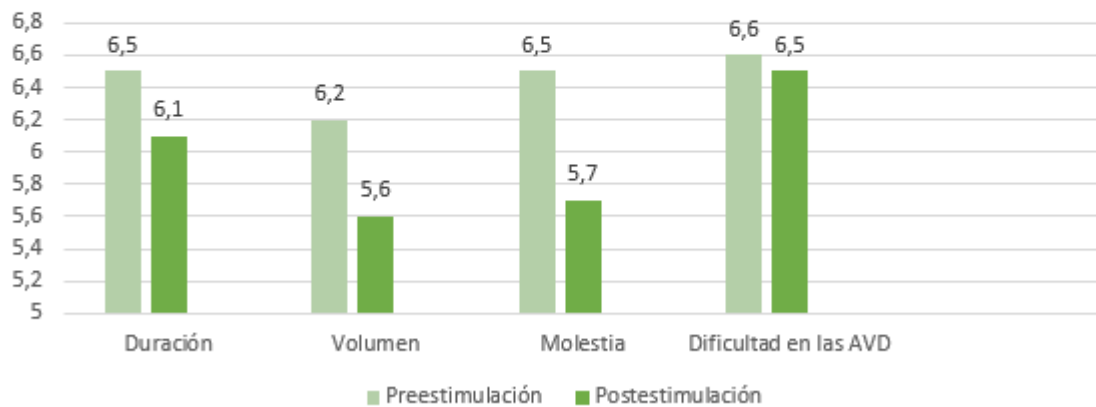
Fuente: Elaboración propia

Comparación de los cambios pre y post intervención en la puntuación de la VAS en el grupo de estimulación eléctrica transcutánea - "Effectiveness of transcutaneous electrical stimulation for chronic tinnitus." Lee S. y Cols.⁽³¹⁾



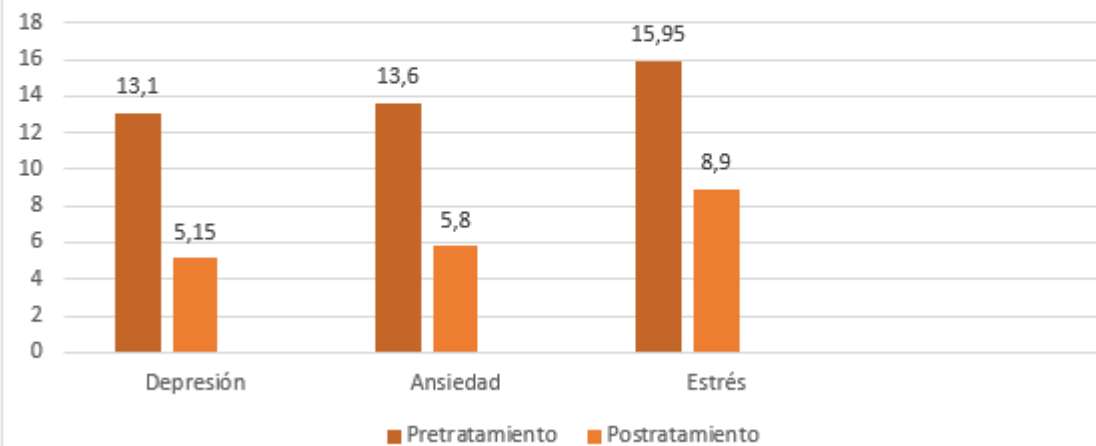
Fuente: Elaboración propia

Comparación de los cambios pre y post intervención en la puntuación de la VAS en el grupo de estimulación simulada - "Effectiveness of transcutaneous electrical stimulation for chronic tinnitus." Lee S. y Cols.⁽³¹⁾



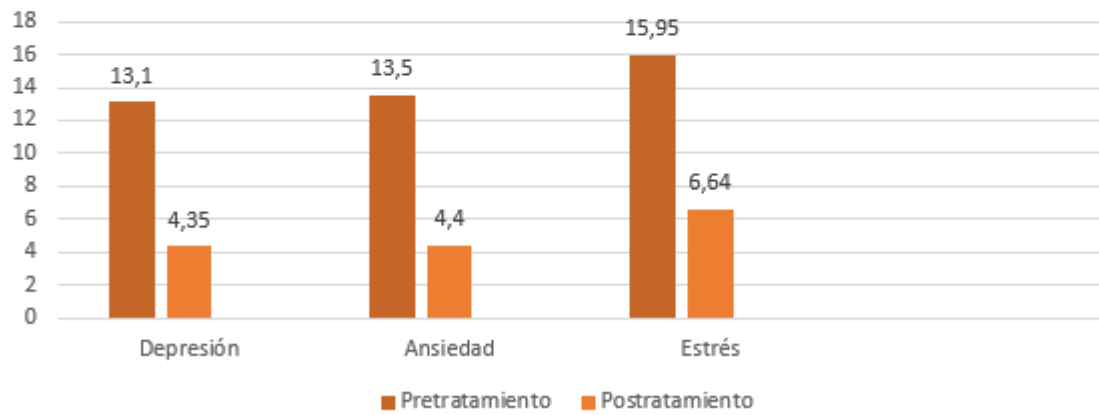
Fuente: Elaboración propia

Comparación de los cambios pre y post intervención en la puntuación de la DASS en el Grupo A - "The effect of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on chronic subjective tinnitus." Tutar B. y Cols.⁽¹⁸⁾



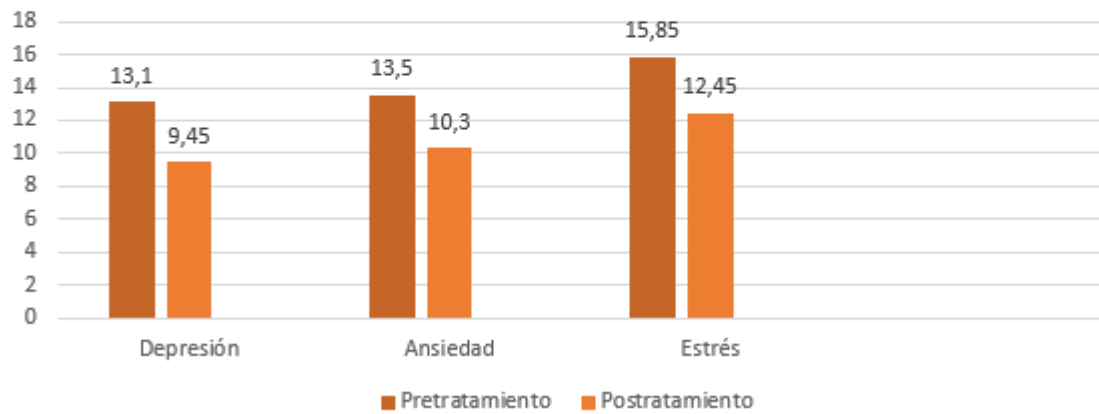
Fuente: Elaboración propia

Comparación de los cambios pre y post intervención en la puntuación de la DASS en el Grupo B - "The effect of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on chronic subjective tinnitus." Tutar B. y Cols.⁽¹⁸⁾

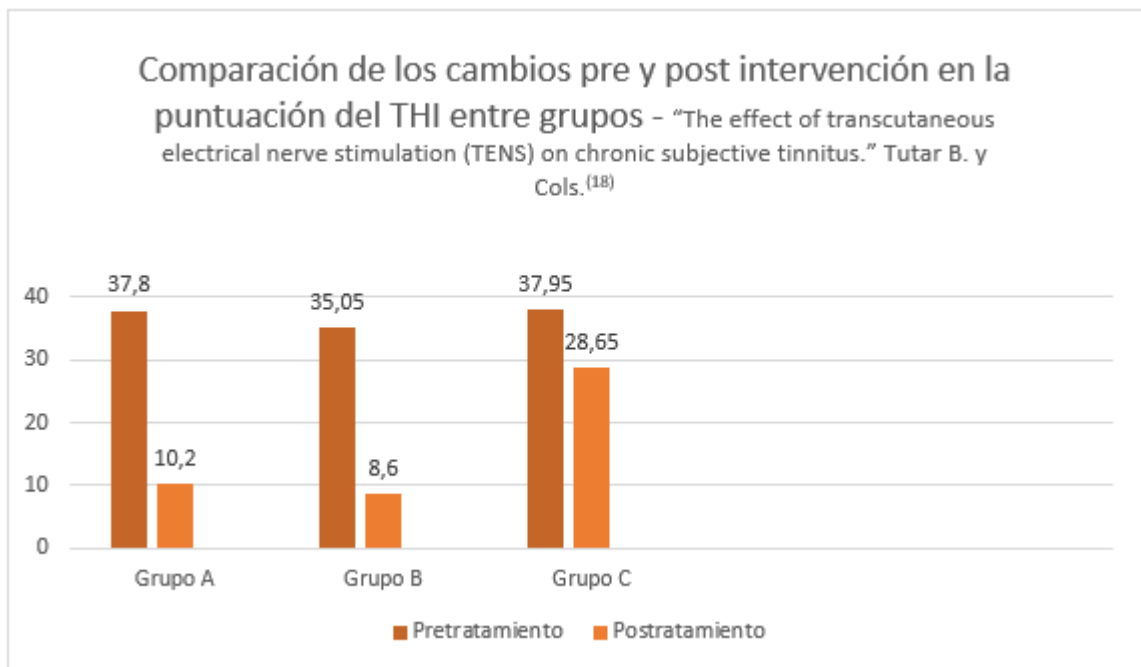


Fuente: Elaboración propia

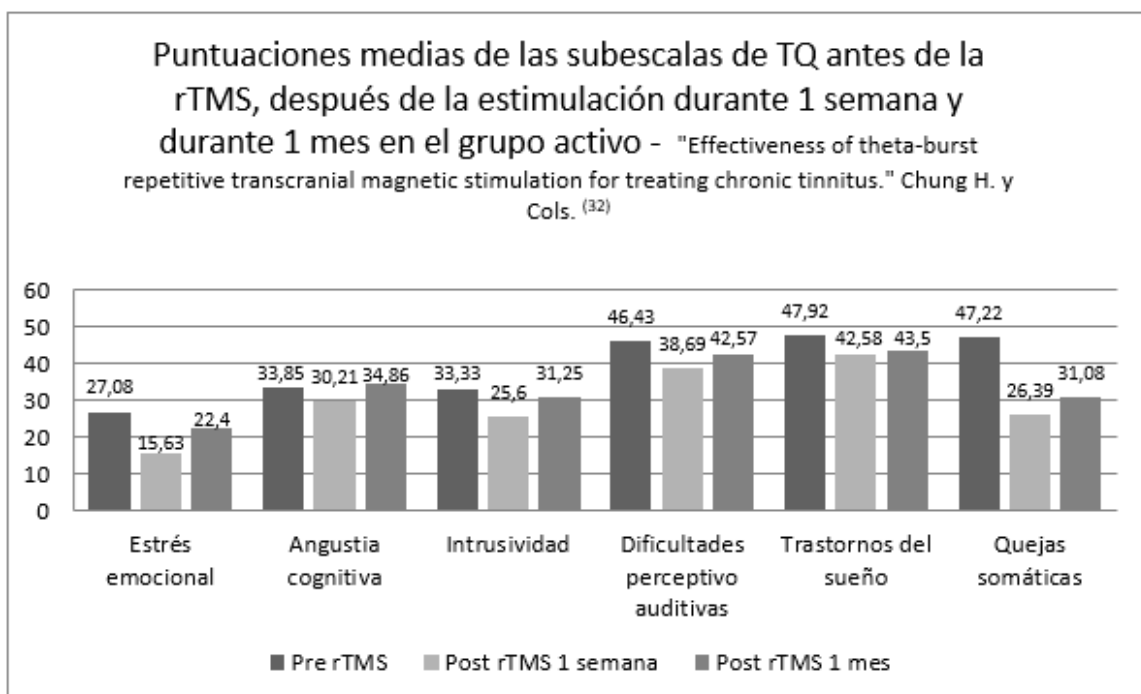
Comparación de los cambios pre y post intervención en la puntuación de la DASS en el Grupo C - "The effect of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on chronic subjective tinnitus." Tutar B. y Cols.⁽¹⁸⁾



Fuente: Elaboración propia

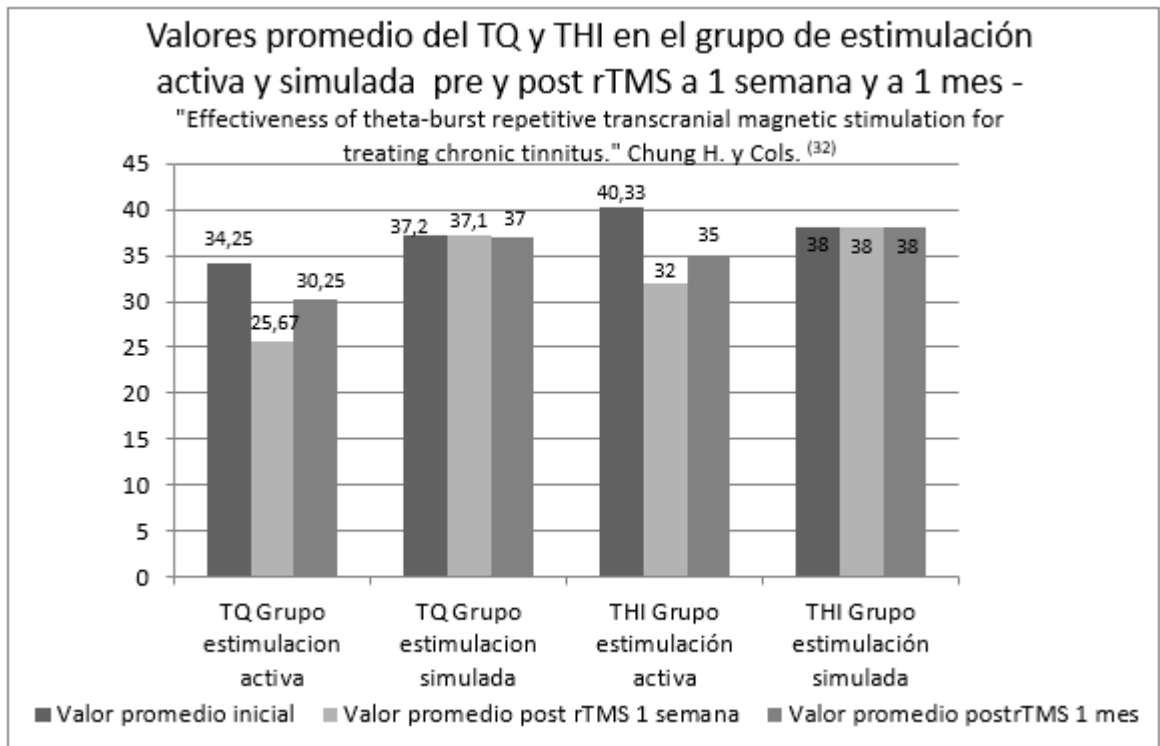


Fuente: Elaboración propia

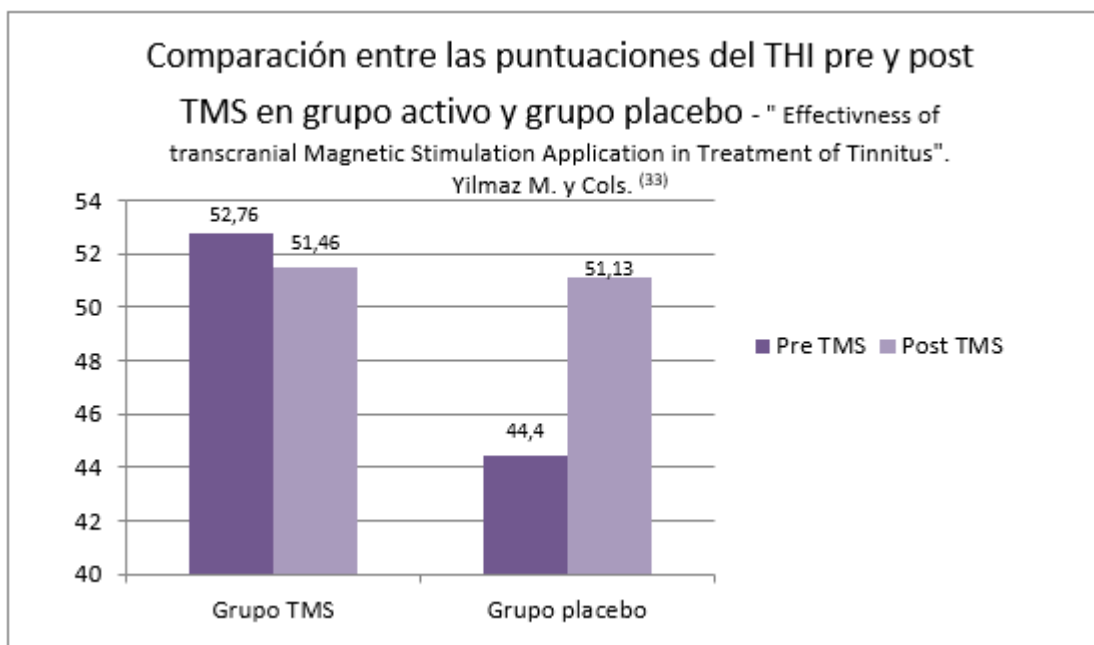


*Se produjeron mejoras significativas en los informes de los pacientes sobre angustia y síntomas somáticos ($p < 0.05$). Sin embargo, no hubo diferencias significativas en la angustia cognitiva, los trastornos del sueño, las dificultades de percepción auditiva y la intrusión.

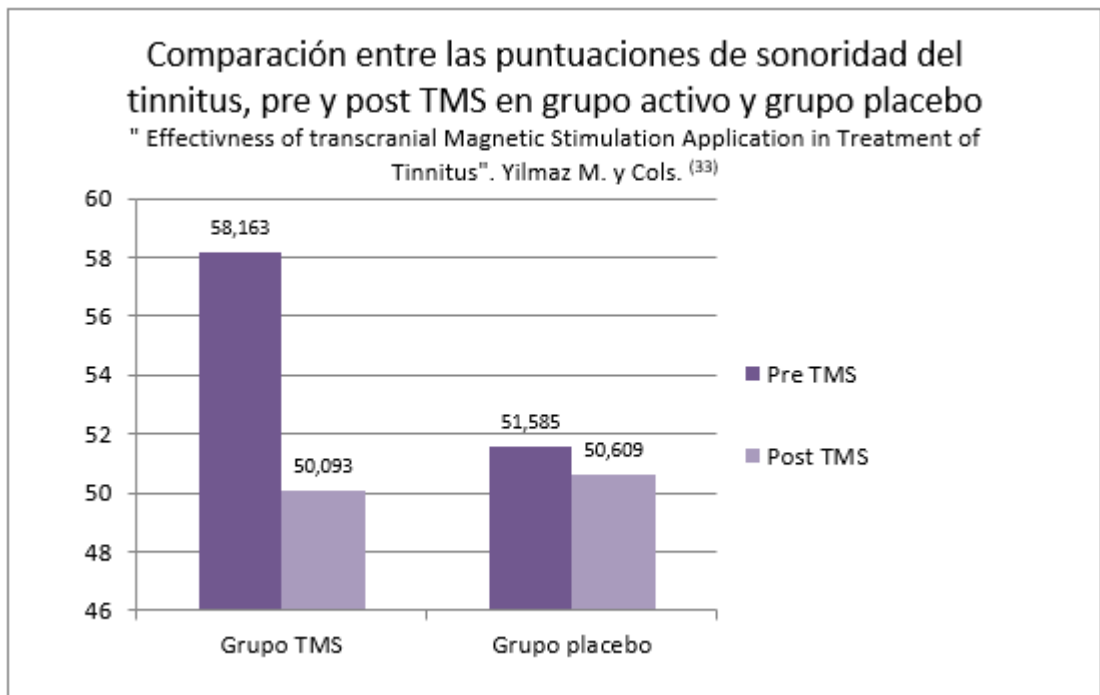
Fuente: Elaboración propia



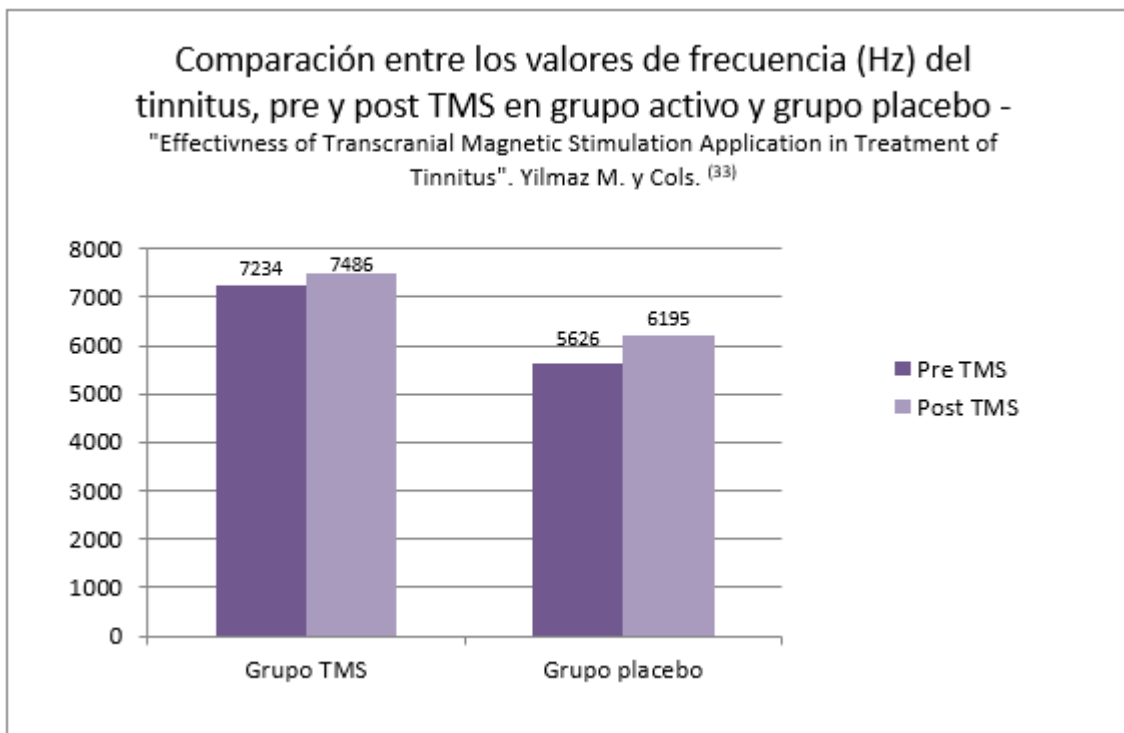
Fuente: Elaboración propia



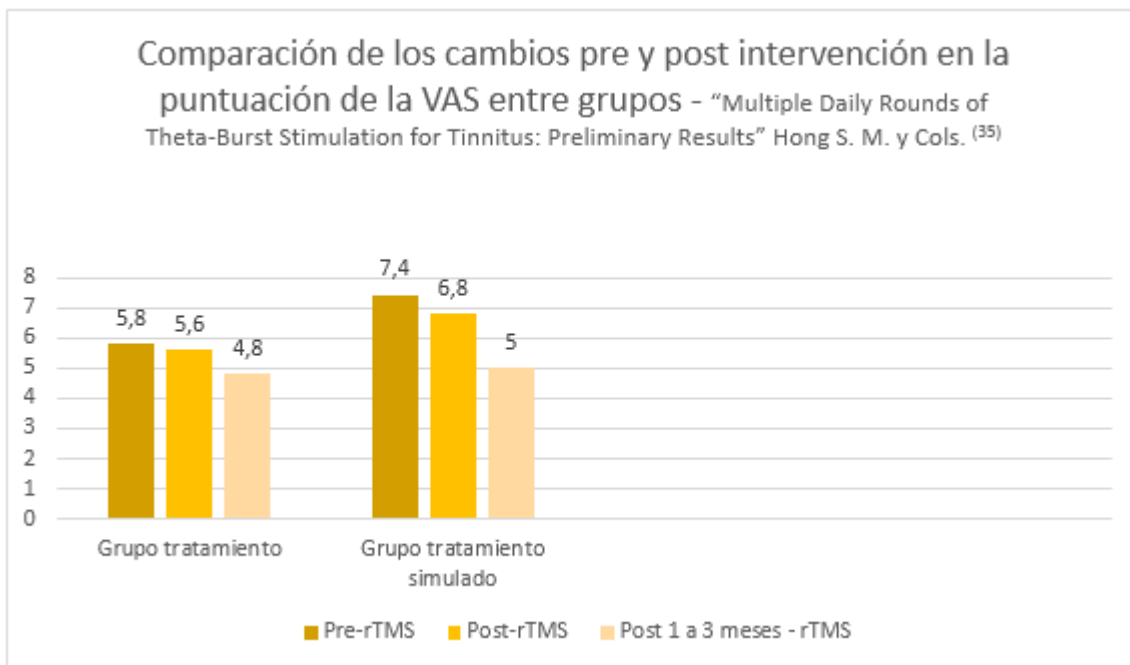
Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

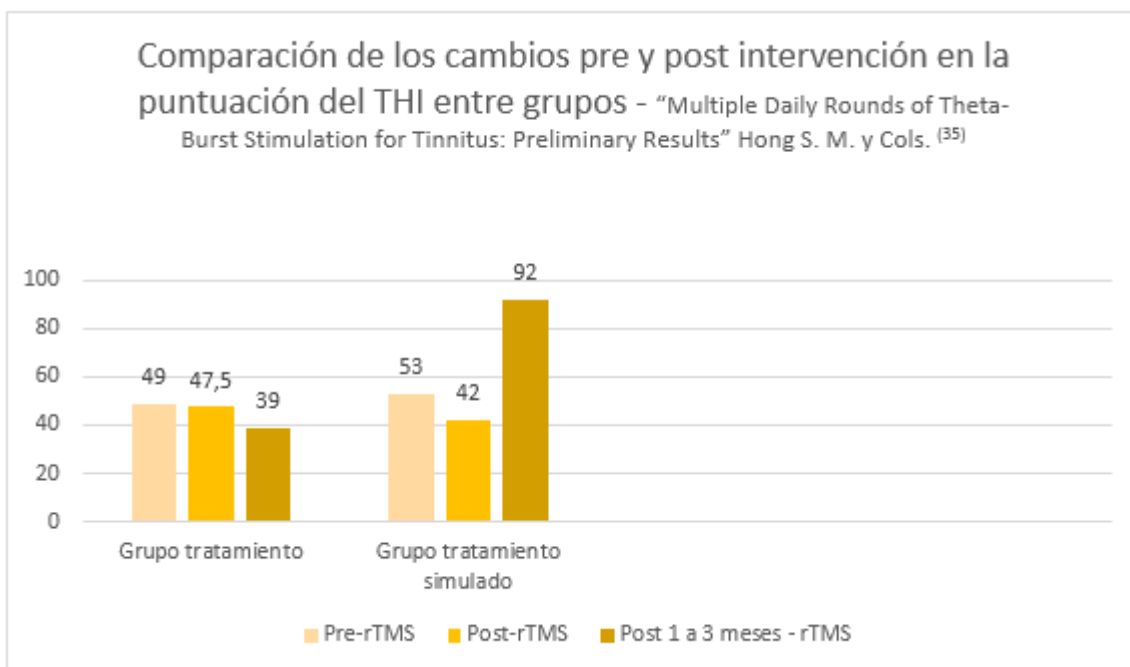


Fuente: Elaboración propia



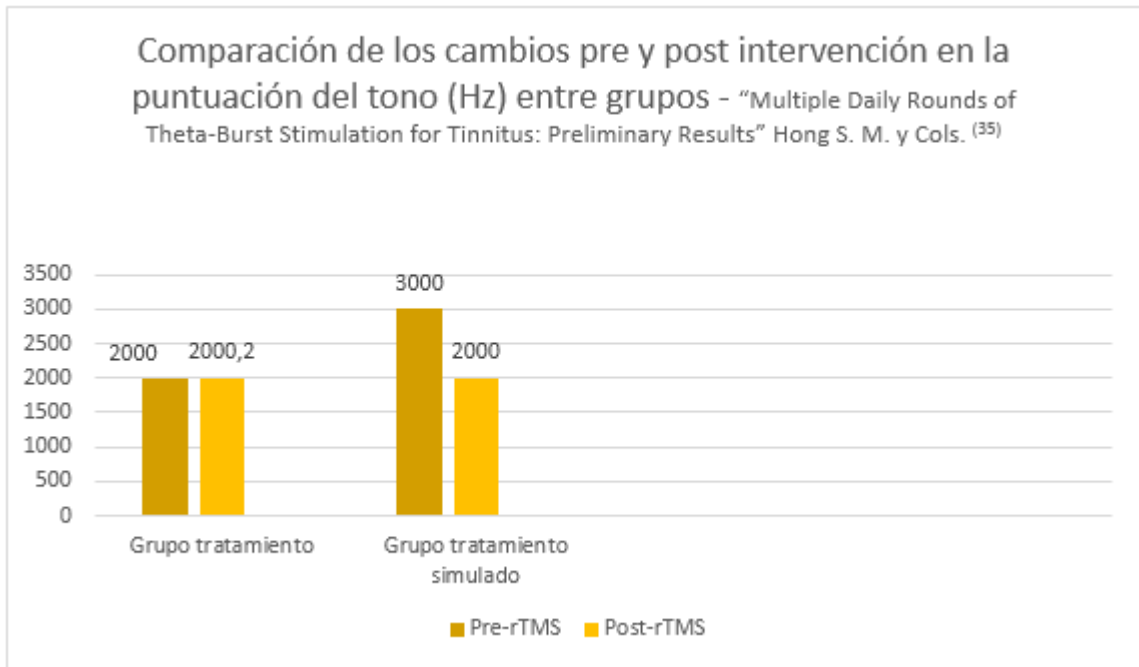
* No existieron diferencias significativas en los valores medidos.

Fuente: Elaboración propia



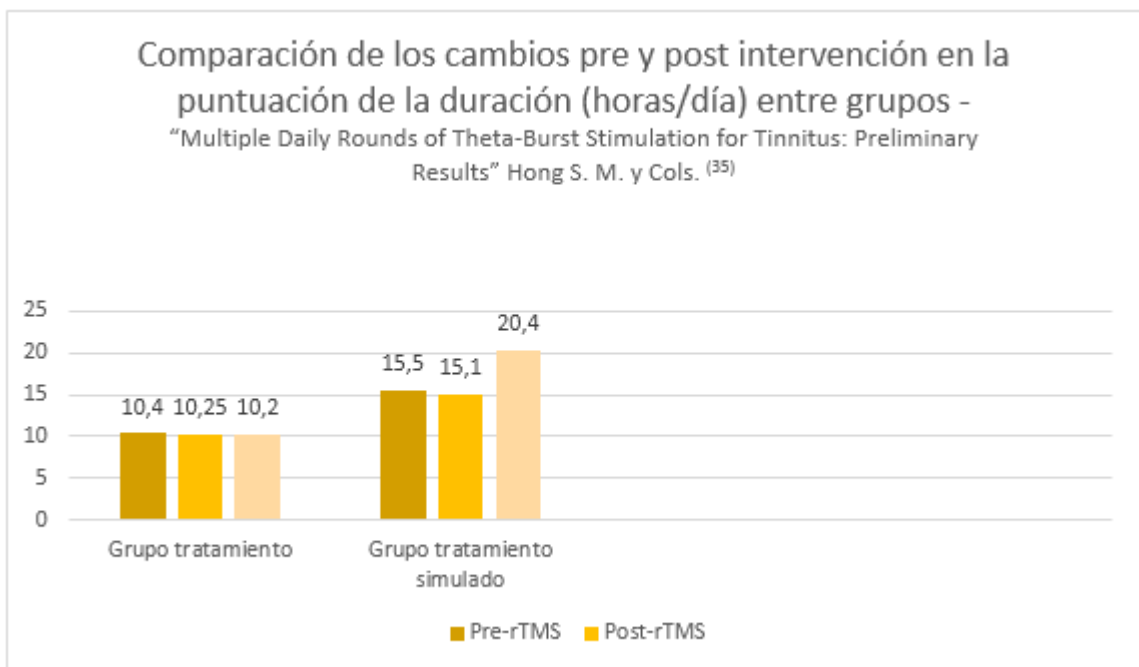
* No existieron diferencias significativas en los valores medidos.

Fuente: Elaboración propia



* No existieron diferencias significativas en los valores medidos.

Fuente: Elaboración propia



* No existieron diferencias significativas en los valores medidos.

Fuente: Elaboración propia