



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARÍA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN

ESPECIALIDAD EN:
COMUNICACIÓN, AUDIOLOGÍA Y FONIATRÍA

**“ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PRUEBAS S.I.S.I. Y
BEKESY PARA DETERMINAR RECLUTAMIENTO EN
TRABAJADORES DE LA PLANTA DE ASFALTO DEL
DISTRITO FEDERAL, QUE PRESENTAN DAÑO
AUDITIVO INDUCIDO POR RUIDO”**

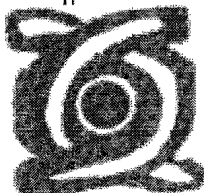
T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE
MÉDICO ESPECIALISTA EN:
COMUNICACIÓN, AUDIOLOGÍA Y FONIATRÍA

P R E S E N T A :
DRA. ROCIO SÁNCHEZ DE. TAGLE LUNA

PROFESOR TITULAR
DRA. XOCHIQÜETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ

ASESOR:
DRA. DIANA JUDITH GUTIÉRREZ TINAJERO



MÉXICO D.F.



2010



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la
UNAM a difundir en formatos electrónicos e impresa el
contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Rocio Sanchez de Taqle.

FECHA: Mexico D.F. 16 de abril 2010.

FIRMA: PA. 

DRA. MATILDE L. ENRIQUEZ SANDOVAL
DIRECTORA DE ENSEÑANZA

DRA. XOCHIQETZAL HERNANDEZ LOPEZ
SUBDIRECTORA DE POSTGRADO
Y EDUCACIÓN CONTINUA

DR. LUIS GOMEZ VELAZQUEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ENSEÑANZA MÉDICA

DRA. DIANA JUDITH GUTIERREZ TINAJERO
PROFESOR TITULAR Y ASESOR CLÍNICO

DR. SAUL RENAN LEÓN HERNANDEZ
ASESOR METODOLOGICO

Agradecimientos

A mis hijos:

Por que valió la pena todo ese tiempo en que
No estuve a su lado y solo compartíamos las
Noches. Ahora podemos cosechar y disfrutar
Los frutos de esos años. Gracias por estar ahí.

A mi Gordo:

Por tu ayuda y paciencia, porque a pesar de
Los tropiezos seguimos aquí. Por darme el
Coraje de no derrotarme, no ser dependiente
En ningún sentido y seguir adelante.
Te quiero y espero que siempre estés ahí cuando
Lo necesite y así lo disponga Dios.

A mis amigas:

Que me han enseñado que pueden ser incluso
Hermanas; apoyándome haciéndome sentir en
Familia.

A Dios:

Sobre todo a él, que siempre ha estado conmigo
Tendiéndome su mano, levantándome cada que
Caigo, por arrancar de mí el rencor hacia los míos
Enseñándome que al partir era solo el comienzo de
Algo grande y hermoso. Gracias señor por darme
Una vida nueva a mí y a mi familia.

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS PRUEBAS S.I.S.I. Y
BEKESY PARA DETERMINAR RECLUTAMIENTO
EN TRABAJADORES DE LA PLANTA DE ASFALTO
DEL DISTRITO FEDERAL, QUE PRESENTAN DAÑO
AUDITIVO INDUCIDO POR RUIDO.**

Índice general.

Agradecimientos	3
Introducción	6
Marco teórico	
a) Antecedentes históricos	7
b) Propagación del sonido	8
c) Clasificación del sonido según su variación	9
d) Trauma acústico	9
e) Formas clínicas del daño auditivo	10
f) Daño auditivo inducido por ruido	10
g) Características de la hipoacusia	12
h) Factores que influyen sobre el daño auditivo	12
i) Clasificación de Larsaen	13
j) Clasificación de Azoy y Maduro	15
k) Reclutamiento	16
l) Prueba de S.I.S.I	17
m) Prueba de Békésy	19
n) Clasificación audiométrica de Jerger	22
Objetivos	24
Planteamiento del problema e Hipótesis	25
Tipo de Estudio, Material y Método	26
Criterios de Inclusión y exclusión	27
Criterios de eliminación	28
Recursos materiales	29
Resultados	30
Conclusiones	41
Discusión	42
Anexos	43
Bibliografía	45

INTRODUCCION

El oído es uno de los órganos más complejos del cuerpo humano, el cual posee un sistema muy sensible para la discriminación del sonido^{1, 2, 3, 4}. Desde el punto de vista mecánico, la cóclea es sorprendente, formada por miles de diminutas partes móviles que actuando en forma ordenada y en interacción con las ondas sonoras, permiten la fina discriminación y la captación en un amplio intervalo dinámico de la audición¹. Todos los órganos sensitivos del oído interno dependen de la misma unidad fisiológica elemental: la célula ciliada^{2, 3, 4}.

En la bibliografía mundial existe un gran número de publicaciones de los efectos cocleares inducidos por sonidos de gran magnitud⁵, aunque sabemos que estos dependen de varios factores como son: la susceptibilidad propia de cada paciente, la intensidad del ruido, el tiempo de exposición, entre otros. En México probablemente este es uno de los principales generadores de patología en relación con la pérdida de audición¹. En Estados Unidos de Norteamérica se estima que aproximadamente un millón de trabajadores que presentan hipoacusia primaria, están expuestos a ruido de gran intensidad dentro de la manufactura industrial.⁶

La hipoacusia inducida por ruido (HIR) ó ahora llamado “deterioro auditivo inducido por ruido” adquiere en la actualidad una importancia relevante dado en primer lugar, por el aumento en su incidencia y costo económico⁷. Además de que es un problema de salud que se incrementa, conjuntamente con el avance de la civilización. La exposición a ruidos de alta intensidad, originan trastornos como la incapacidad para la comunicación personal, reduce la calidad de vida del ser humano y su socialización⁸.

El importante desarrollo tecnológico e industrial, así como las grandes fábricas, han hecho que las personas cada vez estén más expuestas al ruido producido en estos sitios, ya que se desarrollan laboralmente en ellos^{9, 10}; las condiciones sociales y culturales, han incrementado el nivel de presión acústica en forma impresionante en los últimos 50 años, lo cual rebasa por mucho la capacidad biológica de adaptación del oído, por lo que el número de individuos afectados, que abarca todos los grupos sociales, económicos y culturales, cada vez es mayor.^{1, 4, 11, 12}

MARCO TEORICO.

Históricamente el ruido ha acompañado a la humanidad desde tiempos remotos; se cuenta con reportes de daño auditivo por exposición a ruidos intensos en la ciudad de Sibaris Italia, alrededor del año 600 antes de nuestra era, motivo por el cual se prohibió el trabajo con metales. Plinio en el siglo I, escribió en su libro de historia natural, que las personas que vivían cerca de las cataratas del Nilo eran completamente sordas⁸. Durante el siglo 13 los árabes introducen el uso de la pólvora en Europa; en 1627 Francis Lord Bácon redacta su obra clásica de los efectos del ruido intenso y prolongado sobre la audición; en 1831 aparecen los estudios “sordera de los herreros”¹³ “sordera de los calderos” y sorderas producidas en obreros de las primeras maquinas de vapor, etc.,^{1,4,11}.

A finales del siglo XIX, con el advenimiento de la máquina de vapor y la iniciación de la industria, aparece el ruido como un importante problema de salud pública⁸. Esto llevo a la conclusión de que no solo era el ruido el factor dañino; si no la vibración que la onda sonora genera.⁴¹

A partir de la revolución industrial y hasta nuestros días se ha prestado gran atención al ruido como un importante riesgo ocupacional asociado a pérdida permanente de la capacidad auditiva.

Como consecuencia de ruido a nivel laboral y social, un tercio de la población mundial ve afectada su calidad de vida; desde el punto de vista clínico se produce hipoacusia, acúfeno, vértigo, inestabilidad y trastornos sociales (vinculados a la conducta humana) y diversos síntomas ocasionales frecuentemente difíciles de evaluar y determinar.^{1,21}

Se estima que un tercio de la población mundial y el 75% de los habitantes de las ciudades industrializadas padecen algún grado de sordera o pérdida auditiva causada por exposición a sonidos de alta intensidad. La OPS refiere una prevalencia promedio de hipoacusia del 17% para América Latina, en trabajadores con jornadas de 8 hrs diarias, durante 5 días a la semana con una exposición que varía entre 10 a 15 años.⁸ En 1985 se calculaba una media de 12.5 millones de trabajadores expuestos a niveles de ruido superiores a 85 dB en países Europeos.

Las consecuencias de la hipoacusia ocupacional pueden ser causa de accidentes, incremento de estrés y bajo rendimiento laboral. En la actualidad es una de las enfermedades profesionales más frecuentes, debido al número de trabajadores expuestos.

De esta manera el ruido, es el riesgo laboral de mayor prevalencia, por lo que se señala como un verdadero problema de Salud pública, el cual puede ser irreversible²², tanto por sus efectos auditivos como los extra-auditivos.

En nuestro país se difundieron desde 1960 trabajos de Deutsch, Hernández Orozco, Savin, Guerrero, Mojica Roa y otros, en el departamento de fisiología de la Universidad Autónoma de México y el Instituto Nacional de Comunicación Humana de la Secretaria de

Salud, acerca del efecto acumulativo del ambiente ruidoso, los efectos teratogénicos, la influencia del ambiente laboral, social y urbano.¹²

El ruido es lo que más a menudo da origen a la sordera profesional, es causa común de hipoacusia sensorial.⁴² Esta corresponde en la mayor parte de los casos al traumatismo sonoro. El traumatismo sonoro entra en un vasto cuadro de la adaptación y fatiga.

La fatiga es la consecuencia de un trastorno celular momentáneo, y el traumatismo sonoro es el estado de irreversibilidad del mismo fenómeno; su aparición esta ligada a cualidades físicas del ruido traumatizante y a factores individuales. Al igual que la fatiga auditiva, el traumatismo sonoro está en función de la frecuencia, duración e intensidad del ruido. Es decir, que mayor será el daño, cuanto mayor sea el tiempo de exposición, que sea constante, que se mantenga por varias horas, durante semanas o meses y que supere el límite fisiológico (límite fisiológico 85 dB).⁴²

Las frecuencias agudas son más nocivas que las graves. No obstante en la industria los ruidos son siempre complejos y comprenden frecuencias graves y agudas.¹⁴

A los sonidos de gran magnitud desde el punto de vista ocupacional, se les puede definir como ruido, por sus características especiales son indeseables al oído humano, ó pueden desencadenar daños a la salud.^{15, 16, 17} Los ruidos son también sonidos simples o complejos pero disarmónicos y de muy alta intensidad, generando intolerancia y dolor al oído y una sensación de displacer al individuo.¹⁸

Desde el punto de vista psico-acústico el ruido es un sonido complejo, aperiódico, cuya forma de onda no se repite, varía sin cesar y en la mayoría de los casos el contenido en frecuencia varía al igual con el tiempo.

La Organización Mundial de la Salud y la Organización Internacional del Trabajo, definen al ruido como “todo sonido indeseable”. En México en la norma oficial Mexicana NOM-1-101/4 define al ruido como: “sonido desagradable o indeseable de carácter aleatorio que no presenta componentes de frecuencia bien definidos”. En la ley federal del trabajo también está estipulado el daño posible causado por el ruido a nivel laboral.¹⁹

La norma ISO 1999 define “déficit auditivo” (hipoacusia) como el aumento permanente del umbral auditivo, siendo el umbral auditivo el mínimo nivel audible suficientemente importante como para afectar la inteligibilidad de la palabra.^{20, 41}

En la propagación del sonido intervienen:

- a) La inercia: propiedad que tiene todo cuerpo que entra en vibración para mantenerla indefinidamente.
- b) Elasticidad: tendencia del cuerpo vibrante para regresar a la posición inicial.

- c) **Disipación:** es la fricción de las moléculas del cuerpo vibrante entre sí y con el medio al cual se trasmite la vibración, mecanismo por el cual se transforma la energía de vibración en calor.

CLASIFICACIÓN DEL SONIDO SEGÚN SU VARIACIÓN: ²³

1. **Ruido constante:** es aquel cuyo nivel y presión sonora no varía de más de 5 dB durante las 8 horas laborables.
2. **Ruido fluctuante:** ruido cuya presión sonora varía continuamente y en apreciable extensión, durante el periodo de observación.
3. **Ruido intermitente:** es aquel cuyo nivel de presión sonora disminuye repentinamente hasta el nivel de ruido de fondo, varias veces durante el periodo de observación, el tiempo durante el cual se mantiene a un nivel superior al ruido de fondo es de un segundo o más.
4. **Ruido impulsivo:** es aquel que fluctúa en una razón extremadamente grande (más de 30 dB) en tiempos menores de un segundo, o bien aquel ruido que presenta un aumento de presión sonora de rápido comienzo y muy corta duración; puede estar constituido por un solo impacto (explosión) o bien una serie de impulsos repetidos, separados por lapsos de igual o diferente duración.

TRAUMA ACÚSTICO

El trauma acústico, es la pérdida brusca de la audición causada por una exposición a ruido de alta intensidad, en forma aguda (única exposición a más de 140 dB) o crónica (hipoacusia profesional por exposición mantenida a intensidades superiores 80 dB).^{18, 24, 25} También se considera trauma acústico a toda lesión producida por impactos sonoros persistentes, como los de la industria, estampidos, ruidos muy fuertes, explosiones y ciertos traumatismos.

Por tanto podemos decir, que el trauma acústico está en relación directa con la duración e intensidad del ruido, generalmente se necesita más de 90 dB para producir daño.²⁶ Este se puede dividir en **agudo** y **crónico**.

El trauma acústico agudo, corresponde a una alteración de la audición que ocurre como resultado de la exposición a ruidos de tipo impulsivo, único y de alta intensidad, la pérdida puede ser uni o bilateral, de tipo sensorineural o mixta, pero es posible su recuperación.^{1, 18}

FORMAS CLÍNICAS DEL TRAUMA ACÚSTICO:¹⁸

1. Tipo I. Corresponde a la forma de evolución continúa, en general la evolución es progresiva, lenta, con caídas que comienzan con las frecuencias agudas, pero conforme pasa el tiempo abarca otras frecuencias.
2. Tipo II. En esta forma clínica, la evolución no es continúa, sino diferida en el tiempo, corresponde a los casos en que, establecido el déficit, la evolución se detiene durante bastante tiempo, presentando una hipoacusia moderada, como si el proceso de adaptación restituyera la función pérdida.
3. Tipo III. Presentan una evolución brusca, más frecuentemente en un oído, la pérdida auditiva es rápida y profunda para tonos agudos. Generalmente es consecuencia de la exposición a ruidos impulsivos.
4. Tipo IV. La lesión se presenta en un solo oído o ambos, no llevan forma simétrica, un oído es el más perjudicado, mientras que el otro permanece indemne o apenas se modifica la audiometría.
5. Tipo V. Son aquellas en que el déficit se localiza en las frecuencias no típicas, tales como las frecuencias graves. Suelen ser vistas en exposiciones a ruidos explosivos.
6. Tipo VI. Aparece cuando un individuo está expuesto a ruidos de muy baja intensidad; el paciente se queja de no escuchar o tener la sensación de oído tapado, pero audio métricamente son normales.

DAÑO AUDITIVO INDUCIDO POR RUIDO

La hipoacusia inducida por ruido (HIR), trauma acústico **crónico** o daño auditivo inducido por ruido (DAIR), se define como la disminución de la capacidad auditiva de uno o ambos oídos, parcial o total, permanente o acumulativa, de tipo sensorio neural que se origina gradualmente, durante y como resultado de la exposición a niveles perjudiciales de ruido en ambiente laboral, de tipo continuo o intermitente de intensidad relativamente alta (más de 85 dB SPL) durante un periodo grande de tiempo, debiendo diferenciarse del trauma acústico, el cual es considerado mas como un accidente, más que una verdadera enfermedad profesional. Se caracteriza por ser de comienzo insidioso, curso progresivo y de presentación bilateral y simétrica.⁸

También de dice que corresponde a la pérdida auditiva continua y permanente que se desarrolla en forma gradual a lo largo de los años; como consecuencia a exposición a ruido ambiental o laboral, sobre todo por exposición prolongada a un ruido intenso. En general la pérdida es sensorineural, bilateral, simétrica y recuperable solo en su inicio.^{18,27}

El principal signo diagnóstico de la hipoacusia por exposición a ruido, es el cambio del umbral auditivo. Sin embargo, cualquier otro oído sometido a un sonido de intensidad suficiente se fatiga y sufre un aumento de dicho umbral que se recupera en un plazo de tiempo entre 12 y 16 hrs (pérdida transitoria del umbral).

Una vez iniciada la pérdida, se presenta un patrón audiométrico típico. Los cambios iniciales suelen verse en la frecuencia de 4000 Hz, pero no es inusual que el pico máximo se encuentre entre 3000 y 6000 Hz. En los primeros 10 años, el escotoma se hace más profundo y luego se detiene mientras el defecto se extiende a las frecuencias más próximas.

El daño auditivo inducido por ruido como ya se ha dicho, representa un déficit auditivo sensorineural que comienza en las frecuencias agudas (3 000 y 6 000 Hz) y se desarrolla como resultado de una exposición crónica a sonidos de muy alta intensidad.²⁸ También se asocia a la exposición de ruido industrial.²⁹ Es lentamente progresiva, en el transcurso de varios años, como resultado de una exposición continua o intermitente. Fig 1

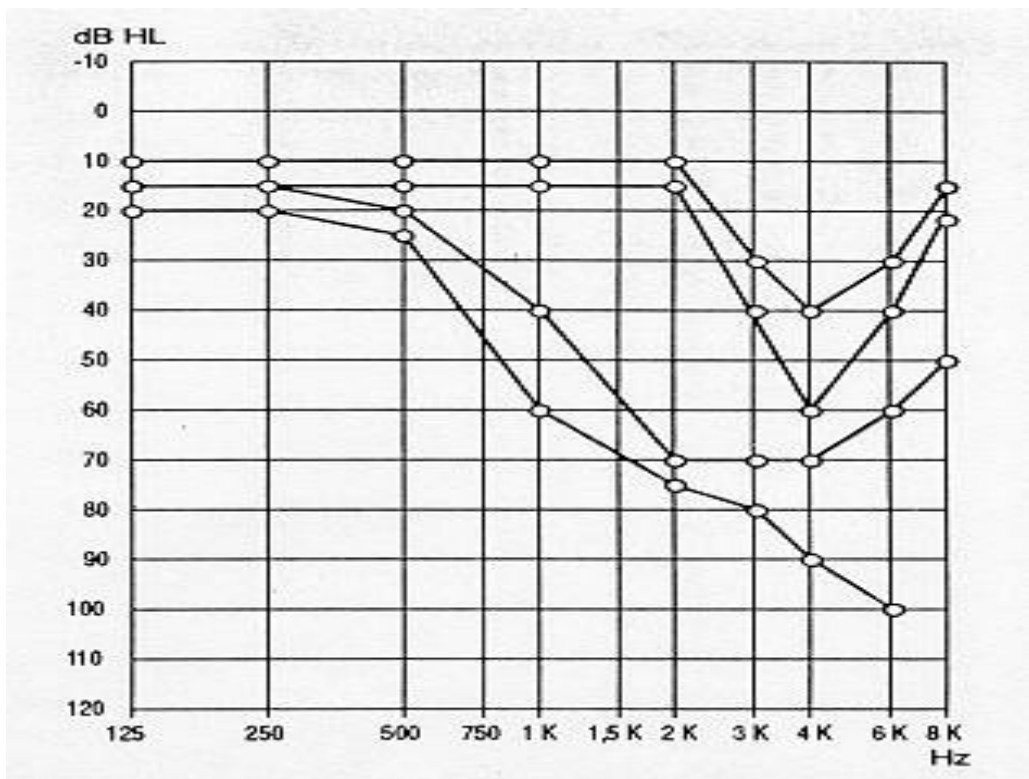


Fig 1 Diferentes patrones audiometricos de hipoacusia inducida por ruido.

CARACTERÍSTICAS DE LA HIPOACUSIA INDUCIDA POR RUIDO OCUPACIONAL:³⁸

1. La hipoacusia siempre es sensorineural y afecta a las células ciliadas del oído interno.
2. Casi siempre es bilateral. El patrón audiométrico es usualmente simétrico.
3. Casi nunca produce hipoacusia profunda; usualmente las frecuencias graves se limitan a 40 dB y las frecuencias agudas cerca de 75 dB.
4. Una vez expuesto a ruido discontinuo este no significa una nueva progresión en la hipoacusia, como resultado de la exposición a ruido.
5. La hipoacusia inducida por ruido previa, no hace al oído más sensible a una exposición a ruido futuro. El umbral de audición incrementa en proporción a la disminución de la pérdida.
6. El daño primario en el oído interno se refleja en las frecuencias de 3, 4 y 6 kHz. Siendo mayor la pérdida en estas frecuencias, que en 500 Hz , 1 y 2 kHz. Usualmente la mayor pérdida ocurre en la frecuencia de 4 kHz.
7. Dada una condición establecida de exposición, las pérdidas en 3, 4 y 6 kHz, usualmente alcanzan su máximo nivel alrededor de los 10 y 15 años de exposición.
8. La exposición a un ruido continuo durante años es más perjudicial, que la exposición a ruido interrumpido, el cual permite al oído tener un periodo de descanso.

FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE EL DAÑO AUDITIVO INDUCIDO POR RUIDO:^{1, 18, 30, 31, 43}

1. Intensidad del ruido y tiempo de exposición (por debajo de 80 dB durante 8 hrs).
2. Distribución de los componentes frecuenciales del ruido (frecuencias entre 2-3 Hz acarrear mayor deterioro).
3. Duración de la exposición.
4. Tipo de ruido: continuo, intermitente o impulsivo.
5. Susceptibilidad personal.

Con relación a su fisiopatología, podemos destacar los siguientes puntos:

- a. La exposición a intensidades sonoras elevadas, puede provocar lesiones de causa mecánica. Con frecuencia por desprendimiento de una porción del órgano de Corti (membrana basilar). Desde el punto de vista vascular las células ciliadas externas son las primeras en ser dañadas por la isquemia.
- b. El daño inicial de la célula sensorial, probablemente es producido por un cambio en la permeabilidad de la membrana.
- c. Los espacios vacíos de la lámina reticular por daño celular previo, ponen en contacto la endolinfa con los espacios líquidos del órgano de Corti.
- d. La elevada concentración de potasio, puede provocar en las células ciliadas y fibras amielínicas no dañadas, un edema osmótico y su eventual ruptura.

CLASIFICACIÓN AUDIOMÉTRICA DE LARSEN (DAIR): ¹⁸

1. Daño auditivo inducido por ruido o trauma acústico de primer grado. Al comienzo no presentan ningún trastorno auditivo y se oye bien la palabra hablada, el audiograma muestra un desplazamiento entre 20 y 30 dB solo en la frecuencia de 4 kHz, sin que necesariamente rebase los límites de la audición normal. Fig 2

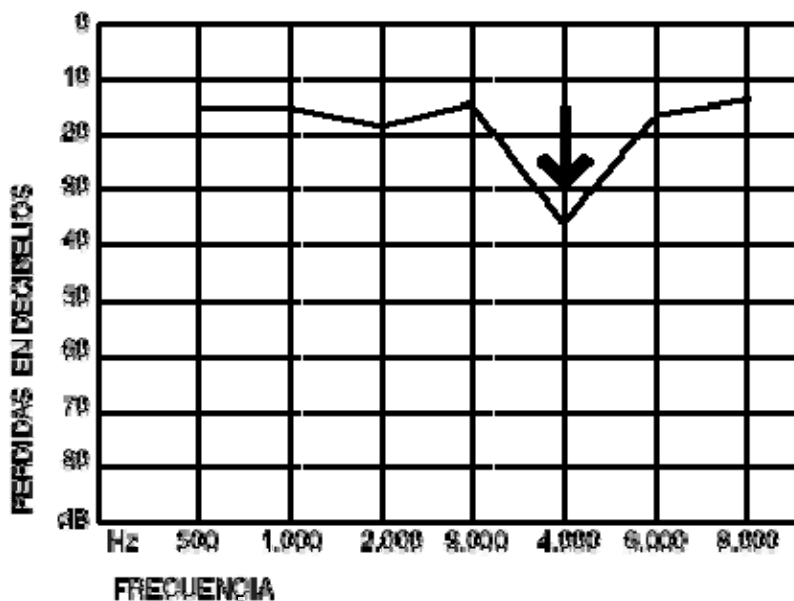


Fig 2 Trauma acústico grado I.

2. Daño auditivo inducido por ruido o trauma acústico de segundo grado. Cuando además del desplazamiento en esta frecuencia, se encuentra afectada la respuesta en otra frecuencia, generalmente en 8 kHz, la hipoacusia es manifiesta, la pérdida es de unos 40 dB. Fig 3

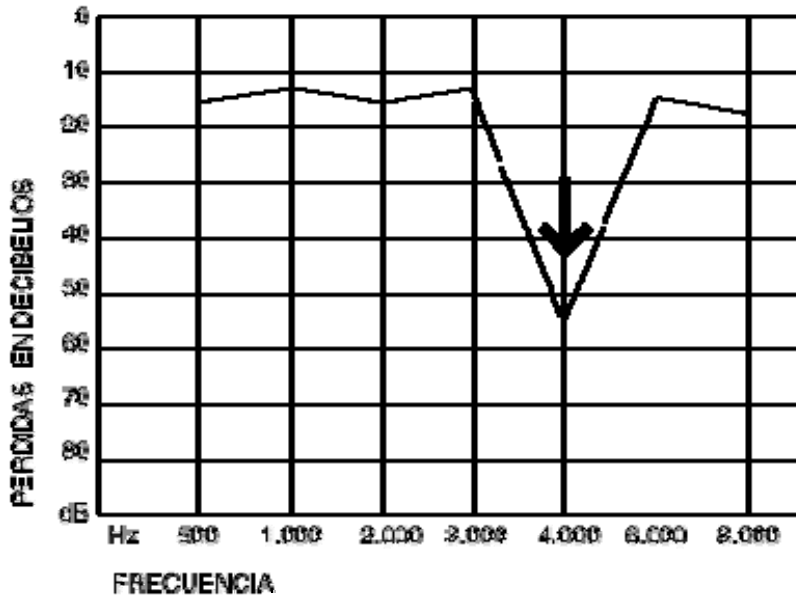


Fig 3 Trauma acústico grado II.

3. Daño auditivo inducido por ruido o trauma acústico de tercer grado. Cuando ya se ha afectado una tercera frecuencia, la de 2 kHz, aunque en ocasiones se llegan a afectar más de tres frecuencias. La caída de la curva es acentuada, hay acúfenos y reclutamiento intenso, el umbral decrece hasta 60 dB. Fig 4

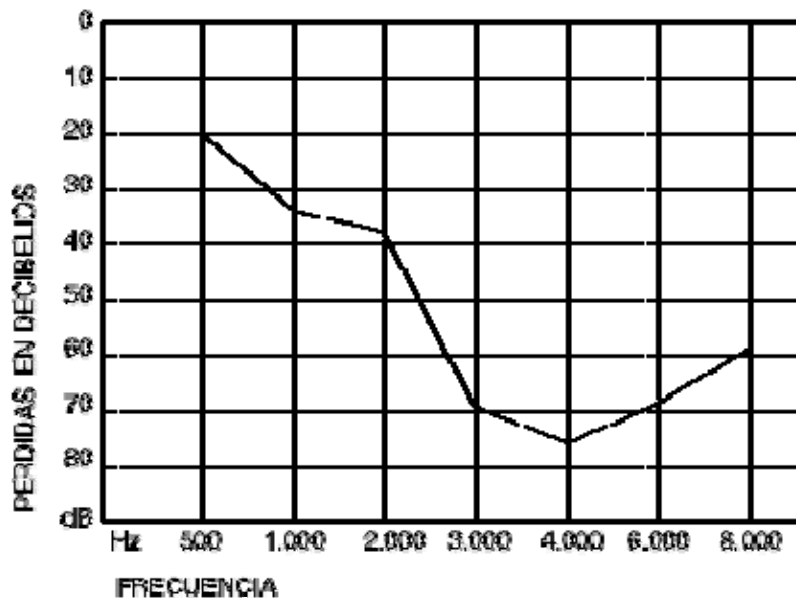


Fig 4 Trauma acústico grado III.

CLASIFICACIÓN DE LAS FASES O ETAPAS DEL DAÑO AUDITIVO INDUCIDO POR RUIDO DE AZOY Y MADURO.^{8,18}

Fase I. (de instalación de un déficit permanente) Antes de la instauración de una hipoacusia irreversible se produce un incremento del umbral de aproximadamente 30-40 dB en la frecuencia de 4 KHz. El cese de la exposición al ruido puede revertir el daño acabo de pocos días.

Fase II (de latencia total o manifestación clínica nula) Se produce después de un periodo de latencia donde el déficit en los 4kHz se mantiene estable, ampliándose a las frecuencias vecinas en menor intensidad e incrementándose el umbral se encuentra entre 50 dB como máximo y 30 como mínimo, sin comprometer la comprensión de la palabra, pero ya no hay reversibilidad del daño auditivo.

Fase III (de latencia subtotal). La vía ósea esta descendida en la frecuencia de 4 KHz, acompañándola las frecuencias vecinas. La pérdida comienza desde la frecuencia 2 KHz con gran descenso para la de 4 KHz (70-80 dB) en general pierde la recuperación que presentaba en la frecuencia de 8 KHz. Comienza la incapacidad en la comprensión de la palabra.

Fase IV (terminal o hipoacusia manifiesta). Déficit auditivo vasto, que afecta desde las frecuencias graves, a partir de 1 KHz e inclusive de la 500 Hz, y un incremento del umbral a 80 dB o más. El paciente comienza a tener dificultad para seguir una conversación corriente.

Cuando la lesión interesa a las células ciliadas externas, la presencia de **reclutamiento** pareciera ser de rigor (una fibra inerva varias células). Cuando el daño afecta a las células ciliadas internas (varias fibras para cada célula) por degeneración secundaria se produciría una corti-neuropatía, pudiendo ocultar el reclutamiento y dando lugar a la aparición de fatiga.

En los traumas acústicos de 1ro y 2do grado, en general encontramos reclutamiento y en traumas de 3er grado la ausencia de este y la presencia de fatiga no descarta patología.⁴³

Como hemos visto, en general el daño auditivo inducido por ruido se acompaña en todos los casos del fenómeno de reclutamiento; siendo intenso, sobre todo a partir de la frecuencia de 4 kHz.^{1, 3, 4, 18, 26}

RECLUTAMIENTO

La pérdida de la proporcionalidad entre un sonido de determinada intensidad física y su sensación (sonoridad) se conoce como **reclutamiento**. Consiste en la percepción desproporcionadamente aumentada de un sonido de determinada intensidad física.⁴⁵

Es bien conocido que algunas personas con sordera no toleran los ruidos intensos, ni permiten que se les hable con voz muy fuerte. Pohlman y Kranz son los primeros autores que en 1924 publican algo sobre este fenómeno. El fenómeno del reclutamiento es descrito por primera vez por Fowler en 1937, en pacientes con hipoacusias de percepción.³³

La mayoría de los autores han combatido el término **reclutamiento**, ya que este no indica exactamente el mecanismo que tiene lugar en el órgano de Corti. Fowler lo llamó así por creer que se trataba de un reagrupamiento de las fibras no lesionadas del oído enfermo con objeto de que se transmita el suficiente número de impulsos al cerebro, para hacer percibir al oído sordo igual que el normal en ciertas condiciones. Cualquiera que sea la designación del fenómeno es buena, siempre y cuando sea universal e indique en ausencia la naturaleza del mecanismo a que se refiere el término “reclutamiento”; el nervio recluta las fibras disponibles del oído lesionado, pero además existe otra razón importante, la sanción que le da a esta palabra la universalidad por el uso que durante tantos años se ha hecho de ella.

Así podemos encontrar dentro del campo auditivo, algunos pacientes con reacciones anormales que indican disfunción del oído y que, además de sordera, pueden presentar distorsión del sonido y de la sensación del volumen, no estando en relación la sensación con la correspondiente intensidad.

La distorsión de volumen, también llamada **reclutamiento**, consiste en un fenómeno paradójico basado en la capacidad que poseen algunos oídos hipoacusicos de no percibir el sonido a intensidades normales, mientras que por encima del umbral tienen la capacidad de oír igual que el oído normal o aún mejor, pero además hay una facultad de distinguir el aumento de mínimas cantidades de energía sonora.^{26, 27, 32} También se le define como una alteración en la progresión de la sonoridad, que determina un “pinzamiento” del campo auditivo y que esta presente en las hipoacusias sensoriales.

El fundamento de la presencia de reclutamiento positivo en este tipo de lesiones (trauma acústico y daño auditivo inducido por ruido), es que en las cortipatías se lesionan las células ciliadas externas (células del epitelio neurosensorial del órgano de Corti vinculables a la captación de intensidad de sonido). Mientras que las células ciliadas internas, que están más protegidas, quedan en su mayoría indemnes.⁷

Existen modelos para explicar el reclutamiento. Uno es que la insensibilidad de las células ciliadas o células ganglionares de una determinada región sólo es relativa, a medida que la intensidad aumenta, por último todos los elementos emiten impulsos de manera normal. Sin embargo esta explicación difícilmente sería válida para el reclutamiento en una brecha tonal, si falta un bloque grande de células ciliadas y células ganglionares. En

este caso, es necesario aumentar la intensidad de la nota hasta que las células ciliadas adyacentes al área lesionada se estimulan tanto como para iniciar la excitación neural.^{4, 26, 34} Este fenómeno, aparece como una expresión psicoacústica de la gran pérdida de células ciliadas externas y simultáneamente la conservación de un gran número de células ciliadas internas y neuronas cocleares tipo I. Ya que es bien conocido que las células ciliadas externas son más susceptibles que las internas a casi todo tipo de lesión (inflamación, traumatismo y por uso de ototóxicos) y que las fibras nerviosas experimentan degeneración solo en forma retrograda como consecuencia de la lesión de las células de sostén, particularmente los pilares internos.³⁹

Desde los estudios de Dix, Hallpike y Hood en 1948, se admite como seguro que el reclutamiento aparece cuando están alteradas las células del órgano de Corti, no encontrándose en las demás lesiones a lo largo de la vía auditiva.

Si consideramos que por una parte la lesión coclear o del órgano de Corti ha producido una hipoacusia y que por otro lado los sonidos le provocan discomfort a intensidades menores de lo normal es fácil comprender que el campo auditivo se ha estrechado.⁴⁵

Cualquiera que sea el mecanismo por el cual tiene lugar el reclutamiento, no es importante como se produjo, sino la investigación de su presencia, ya que es el elemento que se tiene para averiguar el lugar donde se asienta la lesión auditiva, pues se sabe que a partir de las publicaciones de Dix y colaboradores, se produce únicamente en la cóclea.

Las diferentes pruebas que se realizan para detectar el reclutamiento, buscan la desproporción entre la intensidad objetiva (dB) y la intensidad subjetiva (sonoridad); dentro de estas se pueden mencionar el test de Fowler, la prueba de S.I.S.I., la prueba de Békésy, entre otras.⁴⁵

Solo se describirán dos de estas pruebas; ya que son las que se realizaron en el estudio para la detección de reclutamiento.

1. Prueba de S.I.S.I. (método de limen diferencial mínimo).
2. Prueba de Békésy (método del umbral diferencial automático)

PRUEBA DE S.I.S.I. (The Short Increment Sensitivity Index).

La prueba de S.I.S.I. se apoya en la experiencia que señala que las personas con daño en oído interno también perciben pequeñas variaciones de volumen con tanta claridad como la persona con audición normal.²⁷

Esta prueba audiológica es útil para detectar reclutamiento, ya que los pacientes tienen la capacidad de percibir cambios mínimos de intensidad. Al utilizarlo, no se busca el umbral de percepción de las oscilaciones de volumen, sino el índice de reconocimiento porcentual de una oscilación de volumen de 1 dB.²⁷

Los investigadores Jerger, Lassman y Hardford (1959) fueron los pioneros de esta prueba y le dieron el nombre de S.I.S.I. (detección de pequeños cambios de intensidad); la prueba consiste en presentar un tono puro continuo a 20 dB SL por encima del umbral auditivo, con 20 incrementos de intensidad de 1 dB cada 5 segundos, con una duración de 2 minutos. Es decir, la intensidad aumenta 1 dB (incremento) 20 veces a intervalos aproximados de 5 segundos, donde cada incremento alcanza su máximo de amplitud en 50 milisegundos, y se mantiene durante 200 milisegundos para decaer nuevamente a 50 milisegundos, de tal manera que cada 5 segundos aparece un salto de un decibel que dura 300 milisegundo.^{40, 44}

Esta prueba está encaminada a detectar alteraciones cocleares, más específicamente en región basal de la cóclea.

Las frecuencias específicas para realizar esta prueba son: 2, 3 y 4 KHz, ya que en estudios previos (Jerger 1962) se encontró porcentajes del 80 al 100% en estas frecuencias, compatibles con lesión coclear; porcentajes del 40 al 60% en frecuencias de 1 kHz y porcentajes bajos del 0 al 20% en frecuencias de 250 y 500 Hz. Yantis y Decker (1964) encontraron respuesta del 80 al 100% en frecuencias de 2 000 Hz.^{14, 27, 34, 35, 36, 40}

La prueba inicia con varios incrementos de 5dB para que el paciente se familiarice con el estudio, posteriormente se disminuyen a incrementos de 1 dB. Cada incremento percibido corresponde al 5% del resultado. Esta prueba es rápida, sencilla, pero requiere de una plena concentración del paciente para detectar los pequeños cambios de intensidad. Se realiza dentro de una cámara sono amortiguada, colocándole al paciente los audífonos; este debe de indicar el momento en el que percibe el incremento de intensidad, apretando un botón (indicador), por medio del cual se irán registrando las respuestas.

Para la evaluación de los resultados se debe tener en cuenta que aún el oído sano percibe diferencias de 1dB sólo a partir de los 60 dB HL, por lo tanto las pruebas que utilizan intensidades menores no pueden dar resultados del 100%. Esto significa que en pérdidas auditivas de menos de 40 dB el resultado de la prueba debe ser del 0%, porque no se ha aplicado la intensidad mínima.²⁷

Los resultados se reportan de acuerdo al porcentaje de estímulos percibidos:

1. Rangos de 0 a 20% se reportan como negativos o bajos (observados en pacientes sanos, con pérdidas conductivas o con problemas neurológicos del VIII par).
2. Rangos de un 25 a 65% se reportan como sugestivos.
3. Rangos del 70 al 100% son positivos, característico de disfunción coclear.

PRUEBA DE BÉKÉSY (audiometría automática).

De las múltiples técnicas de audiometría automática publicadas, la única que ha permanecido, es la ideada en el año 1947 por Georg von Békésy, que permite al propio paciente trazar su propio audiograma de manera automática. Desde entonces, siempre ha existido un gran interés por el automatismo en la audiometría ya que éste le da un cierto carácter menor subjetivo y cada vez se han ido investigando más datos de interés clínico que la prueba puede aportar.⁴⁵ En los últimos años ha sido Jerger quien ha hecho las aportaciones de mayor interés.

El método audiométrico de Békésy se utiliza desde el punto de vista diagnóstico, como parte de la batería de pruebas de la hipoacusia neurosensorial.³⁷

El estudio consiste en hacer barrer el espectro sonoro desde las frecuencias graves hacia los tonos agudos, gracias a la utilización de un motor que asegure la rotación de un tambor inscriptor, simultáneamente a la barrida de frecuencias. Por otra parte, gracias a un segundo motor de sentido reversible, elevando o disminuyendo gradualmente la intensidad del sonido, el sujeto puede hacer variar la gráfica de su audiograma alrededor de su sensación media de umbral mínimo. Apretando el botón de un inversor manual, el sujeto tiene, pues, la posibilidad de los estímulos, mientras que éste varía desde los graves hacia los agudos. El espectro puede ser recorrido en 4 u 8 min. Las variaciones de la intensidad creciente o decreciente se hacen con una velocidad de 2.5 dB por segundo.

Las ventajas del audiómetro de Békésy residen en que se evitan las intensidades supraliminales y en que el paciente dibuja por sí mismo el trazado, la frecuencia varía continuamente y sin variaciones, abarcando dos órdenes de magnitud (100 a 10,000 Hz), en 400 o 200 segundos. La intensidad se regula en intervalos de 0.25 dB en un rango de 120 dB, con una velocidad de 2.5 o 5 dB por segundo.²⁷ El paciente maneja por medio de un conmutador manual, el amortiguador de dB (decibeles), mientras el botón está oprimido, la intensidad del tono disminuye, y cuando se suelta, esta intensidad aumenta nuevamente. Por lo tanto, el volumen se desplaza entre un nivel apenas audible y uno inaudible. En forma sincrónica con los cambios de intensidad, el inscriptor registra los resultados en un formulario que representa el volumen en las ordenadas y la frecuencia en las abscisas.

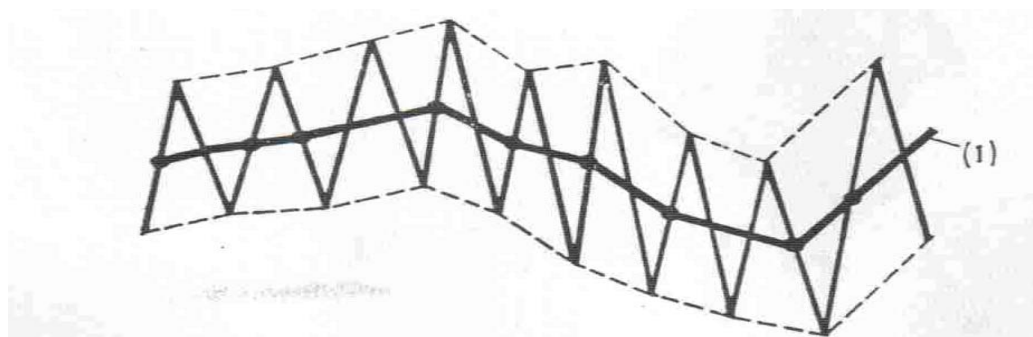


Fig 5 Grafica que representa el trazo de audibilidad, los puntos altos representan los instantes de no percepción y los puntos bajos, los instantes de percepción; la media equidistante constituye el umbral verdadero.

Para realizar esta prueba, se coloca al paciente dentro de una cabina de silencio y es provisto de audífonos, se dan las instrucciones (de manera clara y precisa) para que el paciente ejecute lo que se le pide, sin tener errores. Desde que se percibe el sonido, que aumenta regularmente, en el oído explorado a nivel del umbral, el paciente debe de apretar el botón de manera constante. Esta maniobra invierte el motor del equipo, que acciona el potenciómetro de manera que en ese momento, el motor se reinvierte y el sonido comienza a ser decreciente (disminuye) y ya no es percibido, el paciente debe dejar de apretar el botón; en ese momento el motor se revierte y el sonido vuelve a ser creciente; desde el momento en que vuelve a oír de nuevo el sonido (estímulo) debe apretar nuevamente el botón, y así sucesivamente hasta que concluya el tiempo de la prueba, de tal manera que el umbral de 100 a 10 000 Hz se inscribe directamente en forma de oscilaciones cuyos puntos bajos corresponden a los instantes de percepción, y los altos, a los instantes de no percepción. (ver fig 5) Jerger perfeccionó la prueba añadiendo la posibilidad de presentar el estímulo en sonido continuo y discontinuo (alternativamente interrumpido) en la velocidad de 2.5 /seg. El nivel mental mínimo necesario para la ejecución de la prueba es de 7 años.

Los resultados de la audiometría automática según Békésy pueden juzgarse en relación con varios datos:

- a) Umbral de audibilidad mínimo.
- b) Umbral diferencial y el “reclutamiento” en el umbral.
- c) La fatiga en el umbral.
- d) La vía ósea.

a. Umbral de audibilidad mínimo. La curva obtenida oscila alrededor de un valor medio al cual se puede considerar como el umbral de audibilidad mínimo del sujeto. Ver fig 5.

b. Umbral diferencial. Con el espesor de la oscilación se puede objetivar la característica patológica del paciente.³⁴ Se considera que en las condiciones de la prueba descrita, la diferencia media es del orden de 10 dB; así pues, un espesor del orden de 3 a 5 dB puede ser considerado como netamente patológico y objetivar un “reclutamiento” fig 6.

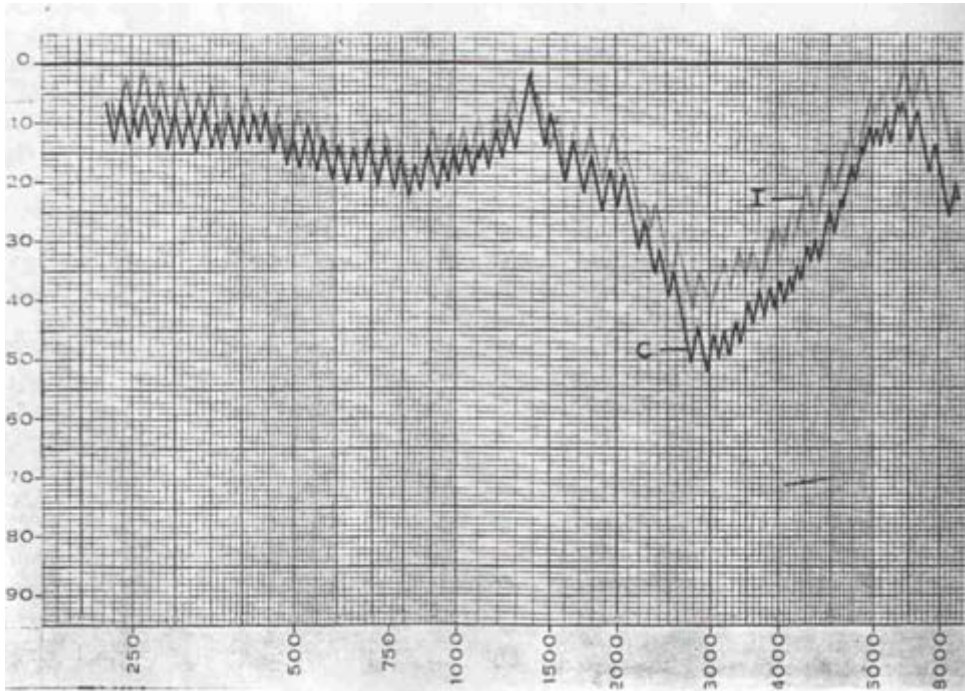


Fig 6 Test de Békésy que muestra reclutamiento en las frecuencias agudas (tipo II de Jerger). I curva en sonido interrumpido, C curva en sonido continuo.

c. Adaptación y fatiga al umbral liminar. La prueba de Békésy, permite investigar la adaptación patológica o fatiga, gracias a la diferencia que se observa en el mismo oído entre la curva del umbral liminar obtenida con sonidos continuos y a la debida a unos sonidos discontinuos.

El sonido discontinuo, no hace aparecer la fatiga auditiva, ya que el nervio tiene el tiempo de recuperarse en los intervalos libres de toda estimulación.

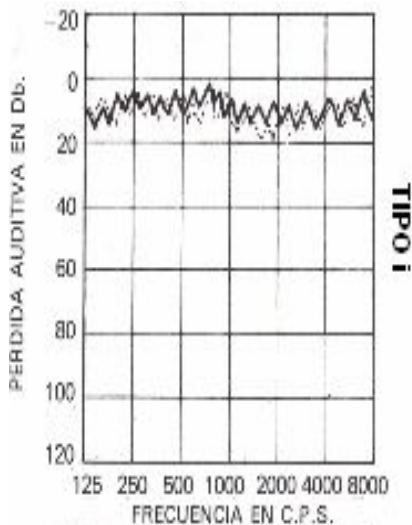
d.- La vía ósea. La audiometría automática según Békésy puede permitir la investigación de la vía ósea al igual que la aérea. La obtención de la curva oscila alrededor de la zona de umbral es relativamente fácil. No obstante es necesario considerar un ensordecimiento contra lateral en la mayor parte de los casos.

Desde el momento en que haya unas variaciones considerables entre las frecuencias, es necesario hacer variar la “mascara” del oído opuesto, lo que introduce una maniobra que hace perder el interés principal de esta técnica: su automatismo.

CLASIFICACIÓN AUDIOMÉTRICA DE JERGER (prueba de Békésy):

Tipo I. Se encuentra en pacientes normales o afectados con sordera de transmisión (conductiva).

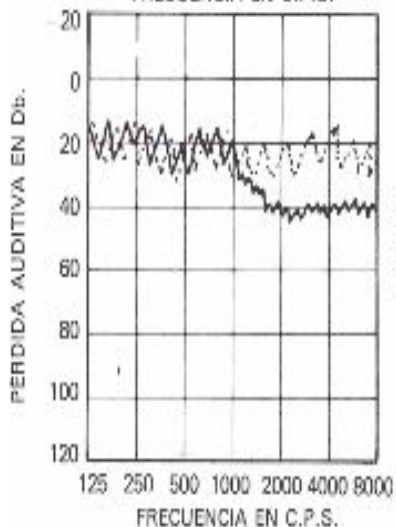
Las dos curvas continua y discontinúa están al mismo nivel, y la diferencia entre los puntos es normal.



Tipo I

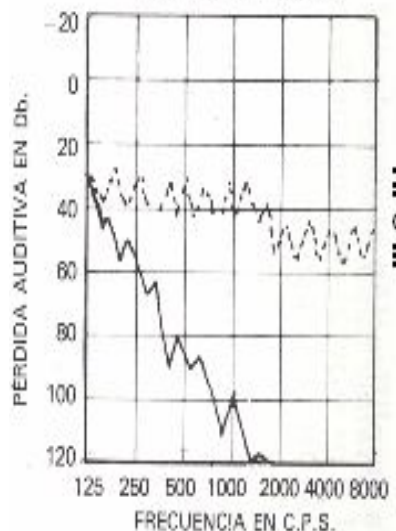
Tipo II. Las dos curvas continua y discontinua, están superpuestas para las frecuencias graves; mientras que la curva de sonido continuo se desvía de la otra a partir de las frecuencias agudas, 1000 Hz sin alejarse nunca más de 20 dB como máximo. Hay por consiguiente cierta adaptación patológica.

Por otra parte la curva de sonido continuo está afectada de un “pinzamiento de la escritura” hay pues, presencia de reclutamiento en el umbral. Este tipo se encuentra en casi todos los casos de Síndrome de Ménière. Se trata de un trastorno característico de lesiones intracocleares.



Tipo II

Tipo III. La curva de sonido continuo se aleja de la de sonido discontinuo de manera catastrófica y a gran rapidez, para desaparecer a los 100 dB. El paciente “corre” detrás de su umbral, que desaparece progresivamente, la diferencia entre las dos curvas, puede por tanto, llegar a más de 40 y 50 dB, quedando la curva de sonido discontinuo a un nivel próximo de su umbral para esta frecuencia. No hay “pinzamiento” ni reclutamiento. Siempre se presenta en lesión retrolaberíntica.



Tipo III

Tipo IV. Las dos curvas están de repente desde los sonidos más graves, muy alejadas una de otra, al menos 30 dB o más, y quedan paralelas a lo largo de todo el espectro, no hay pinzamiento de las oscilaciones, ni reclutamiento en el umbral, esta curva es característica de lesiones retrolaberínticas.

Tipo V. A los cuatro tipos clásicos se agrega un quinto tipo (J. Fournier) correspondiente a un simulador, en el cual las dos curvas no están superpuestas y no presentan reclutamiento, pero la curva más baja es la obtenida a partir del sonido discontinuo y la curva mejor a partir del sonido continuo lo cual es imposible en patología orgánica.^{3, 14, 26, 34}

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Comparar las pruebas auditivas S.I.S.I. y Békésy, para determinar la presencia de reclutamiento, en un grupo de trabajadores de la Planta de Asfalto del Distrito Federal; en los cuales se estableció la presencia de daño auditivo inducido por ruido y reclutamiento por la prueba de Impedanciometría; específicamente Reflejos Estapediales.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Realizar la prueba S.I.S.I. a todo el grupo de trabajadores determinado por los criterios de inclusión.
2. Realizar la prueba Békésy a todo el grupo de trabajadores determinado por los criterios de inclusión.
3. Valorar la sensibilidad de la prueba S.I.S.I para determinar reclutamiento.
4. Valorar la sensibilidad de la prueba Békésy para determinar reclutamiento.
5. Valorar la sensibilidad de la prueba S.I.S.I & Békésy..
6. Determinar si los años de exposición a ruido (antigüedad en su empleo), contribuyen a que se presente un mayor índice de pruebas positivas tanto en S.I.S.I, como en Békésy.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Los trabajadores de la Planta de Asfalto, presentan un alto riesgo de desarrollar trauma acústico y daño auditivo inducido por ruido, por el lugar en el cual laboran; por consecuencia, también son susceptibles de ser diagnosticados mediante pruebas específicas para detectar reclutamiento. Se cuenta con diferentes pruebas auditivas específicas para valorar y detectar dicho problema, entre las diferentes pruebas contamos con las pruebas de S.I.S.I. y prueba de Békésy, que son específicas para el **reclutamiento**.

HIPÓTESIS.

1. La prueba Békésy comparada con la prueba S.I.S.I. presenta mayor facilidad para su realización, ya que en esta última se dificulta su comprensión.
2. La prueba de Békésy para determinar reclutamiento en comparación con la prueba de S.I.S.I., presentará una mayor sensibilidad.
3. La exposición a ruido de alta intensidad y de manera crónica, es un factor determinante para presentar daño auditivo, específicamente reclutamiento.

FECHA DE REALIZACIÓN DE ESTUDIO

Los estudios se realizaron durante los meses Septiembre de 2001 a Marzo de 2002, de acuerdo al calendario en que se programaron las citas en el servicio de Audiología del INR.

TIPO DE ESTUDIO.

Estudio transversal y descriptivo

MATERIAL Y MÉTODO:

La muestra se obtuvo de los trabajadores enviados de las Plantas de Asfalto del Distrito Federal; ubicadas en la calle en Av. del Imán # 263 en la colonia Ajusco, delegación Coyoacan y del poblado de Parres Km 38 +171 de la carretera Federal México-Cuernavaca, en la delegación Tlalpan.

En el servicio de Audiología se les realizó valoración audiológica, la cual consistió en la realización de la audiometría, logaudiometría y reflejos estapediales. Los trabajadores en los que se identificó trauma acústico o daño auditivo inducido por ruido y que presentaron reclutamiento por reflejos estapediales fueron a los que se les capturó para la realización de las pruebas auditivas S.I.S.I. y Békésy.

Previo consentimiento informado (anexo 1), se les realizó ficha de identificación (historia clínica concreta) con preguntas específicas; con el fin de determinar patologías preexistentes (criterios exclusión), así como la exposición a otras fuentes de ruido (anexo 2).

A todos los trabajadores que accedieron a participar en el estudio, se les practicaron las pruebas S.I.S.I y Békésy para detectar reclutamiento, dentro de la cámara sonoamortiguada del consultorio 27, utilizando el audiómetro Amplaid 319.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN.

- a. Todos los trabajadores de la Planta de Asfalto, que al momento de realizar su evaluación audiológica, se les haya detectado hipoacusia inducida por ruido y que hayan presentado reclutamiento por estudio de reflejos estapediales y que además accedieron a participar.
- b. Ambos sexos.
- c. De cualquier edad.
- d. Sin importar antigüedad en el empleo.
- e. Trabajador de cualquier área en la empresa (producción, soldadura, explosiones, etc.).

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- a. Antecedentes heredo-familiares de patología auditiva (hipoacusia de herencia autosómica recesiva, otosclerosis).
- b. Enfermedades crónicas degenerativas de más de 5 años de diagnóstico (hipertensión, diabetes mellitus, artritis reumatoide, etc.), o de menor tiempo, sin control de las mismas.
- c. Patología de oído medio en el momento de la evaluación (otitis media serosa, otitis media crónica, otosclerosis, perforación timpánica).
- d. Proceso obstructivo de conducto auditivo externo (cerumen, cuerpo extraño, etc.).
- e. Que presenten patología auditiva unilateral.

CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

- a. Sujetos que no hayan concluido con ambas pruebas audiológicas de S. I. S. I y Békésy.
- b. Todos aquellos que no entendieron las pruebas realizadas.
- c. Hipoacusia postviral.
- d. Hipoacusia secundaria a traumatismo craneal.
- e. Pacientes con lesión coclear basal incipiente (bilateral).

RECURSOS HUMANOS

Dra. Rocio Sánchez de Tagle Luna. Médico Residente de 3er año de la Especialidad de Comunicación Humana, Audiología, Foniatría y Otoneurología del Instituto Nacional de Rehabilitación. Investigador

Dra. Diana Judith Gutiérrez Tinajero. Médico Especialista en Comunicación Humana, Audiología, Foniatría y Otoneurología, Adscrito al servicio de Audiología del Instituto Nacional de Rehabilitación. Asesor clínico

Dr. Saúl Renan León Hernández. Jefe de la división de investigación de Rehabilitación del Instituto Nacional de Rehabilitación. Asesor metodológico.

RECURSOS FINANCIEROS.

El estudio fue realizado en las instalaciones del Instituto Nacional de Rehabilitación; el cual se encuentra ubicado en Ave. México Xochimilco # 239 col. Arenal de Guadalupe, delegación Tlalpan, México D.F.

Área de Comunicación Humana, servicio de Audiología, consultorio # 27, en el turno matutino.

RECURSOS MATERIALES

Consumibles de papelería

Audiómetro:

Modelo Amplaid 319 Type 1 IEC645 Hearing Level IN dB, ANSI 53.6 ISO 381.

Camara sonoamortiguada # 6 correspondiente al consultorio # 27 de Audiología.

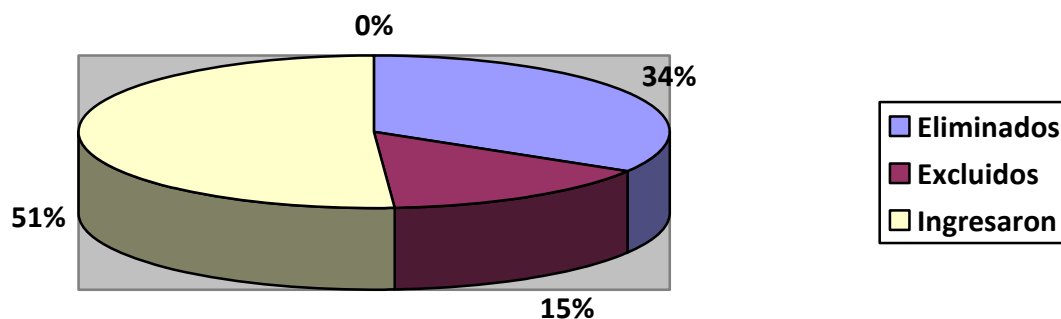
Otoscopio manual marca Welch Allyn Ref 728

RESULTADOS.

La muestra se tomó a partir de los trabajadores canalizados de la consulta externa, los cuales, durante su evaluación auditiva presentaron en el estudio de Impedanciometría, **reclutamiento** en los reflejos estapediales; se tomaron en cuenta los criterios de inclusión para acceder al mismo; sin tomar en cuenta el área de trabajo, (ya que en la empresa, son rolados de las diferentes áreas en forma constante, y no les especifican tiempo determinado para permanecer en las mismas) tiempo de exposición a ruido (años de trabajar en la empresa), la edad de los pacientes, sin importar sexo.

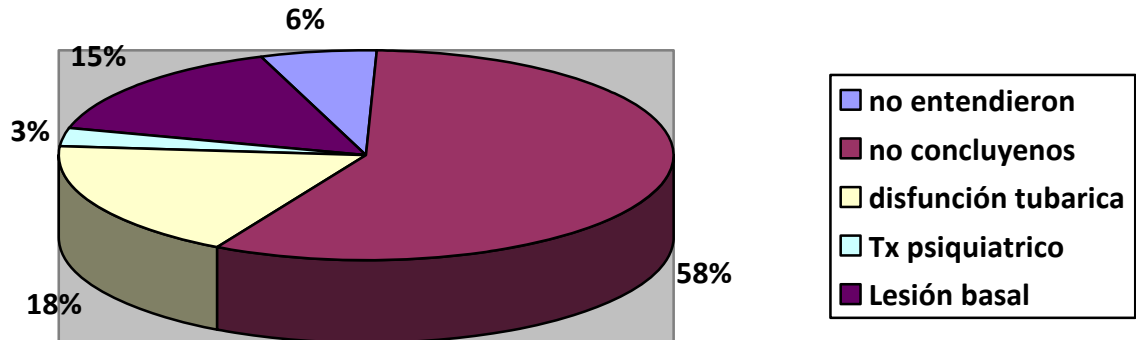
De todos los trabajadores enviados de la Planta de Asfalto, que acudieron a la consulta externa durante los meses de Septiembre del 2001 a Marzo del 2002, se obtuvo una muestra de 98 pacientes que accedieron participar en el estudio; sin embargo de estos 48 fueron **eliminados** y **excluidos** de acuerdo a los criterios establecidos, encontrándose los siguientes resultados.

Trabajadores canalizados al estudio



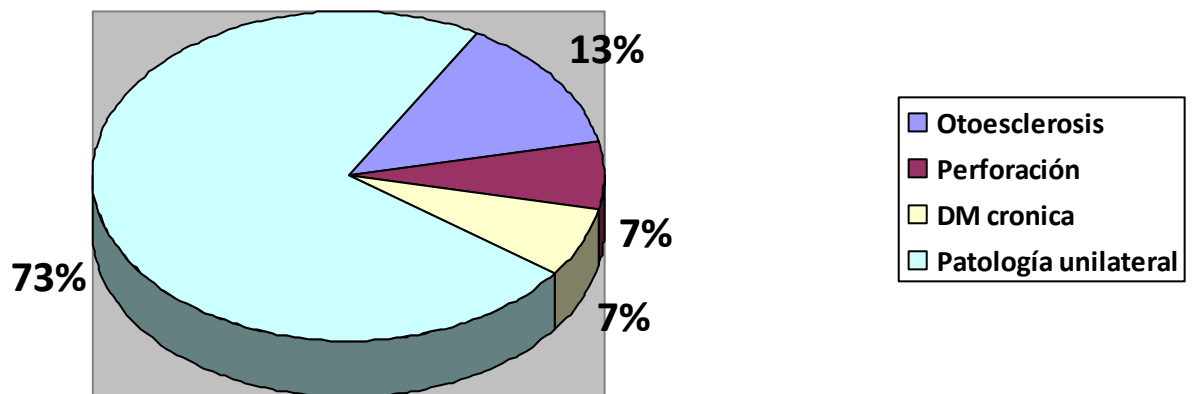
Trabajadores eliminados: 2 que no entendieron las pruebas realizadas, 19 no concluyeron las pruebas, 6 presentaron disfunción de Trompa de Eustaquio, 1 en tratamiento psiquiátrico, 5 con lesión coclear basal incipiente.

Porcentaje de trabajadores eliminados



Trabajadores excluidos: 2 con otosclerosis, 1 con perforación timpánica, 1 con diabetes mellitus crónica (17 años de evolución), 11 con patología auditiva unilateral, para hacer un total de 15.

Porcentaje de trabajadores excluidos

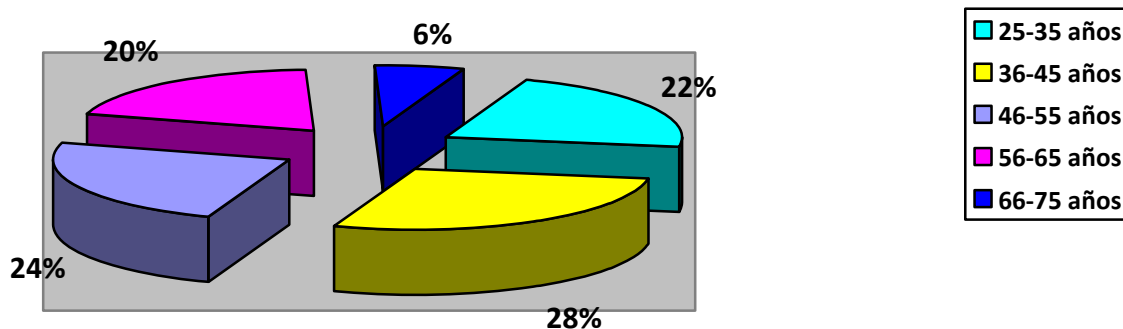


El resto de la muestra (50 trabajadores) fue analizada por oído; ya que cada oído se estudia por separado, obteniendo 100 estudios para cada prueba.

Se encontraron casos, donde el mismo trabajador presentaba dos problemas diferentes.

De los trabajadores analizados, se encontró, que estos contaron con una edad mínima de 26 años y máxima de 72, promedio de 47.0 +/- 12.1 años de desviación estándar. La antigüedad promedio de exposición fue de 20.4 años con una desviación de 9.4 años.

Porcentaje por edad



De acuerdo a la antigüedad en el trabajo, se encontró el siguiente resultado

Antigüedad en la Planta de Asfalto

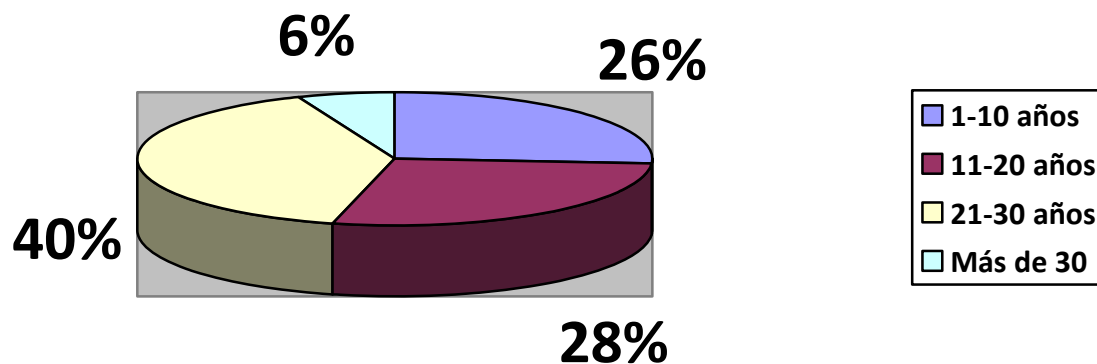


TABLA DE EDAD Y ANTIGÜEDAD EN EL EMPLEO.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
EDAD	50	26	72	47.00	12.120
ANTIGÜEDAD	50	4	41	20.42	9.422
N válido (según lista)	50				

Para determinar la sensibilidad de cada una de las pruebas estudiadas comparándolas con los resultados del reclutamiento obtenido mediante las pruebas de reflejos estapediales, se realizaron las siguientes pruebas y análisis estadísticos.

La sensibilidad de Békésy derecho fue de 60.0 % con 40 % de falsos negativos, Békésy lado izquierdo 60 % de sensibilidad también con 40 % de falsos negativos. S.I.S.I. derecho 32 % de sensibilidad con 52 % de falsos negativos y 16 % de sugestivos; S.I.S.I. lado izquierdo también alcanzó 32 % de sensibilidad con 54 % de falsos negativos y 14 % de sugestivos.

RESULTADO DE LA PRUEBA BÉKESY DERECHO

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	POSITIVO	30	60.0	60.0	60.0
	NEGATIVO	20	40.0	40.0	100.0
	Total	50	100.0	100.0	

RESULTADO DE LA PRUEBA DE BEKESY IZQUIERDO

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	POSITIVO	30	60.0	60.0	60.0
	NEGATIVO	20	40.0	40.0	100.0
	Total	50	100.0	100.0	

RESULTADO DE LA PRUEBA DE SISI DERECHO

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	POSITIVO	16	32.0	32.0	32.0
	NEGATIVO	26	52.0	52.0	84.0
	SUGESTIVO	8	16.0	16.0	100.0
	Total	50	100.0	100.0	

RESULTADO DE LA PRUEBA DE SISI IZQUIERDO

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	POSITIVO	16	32.0	32.0	32.0
	NEGATIVO	27	54.0	54.0	86.0
	SUGESTIVO	7	14.0	14.0	100.0
	Total	50	100.0	100.0	

Por los resultados obtenidos mediante el análisis estadístico, en las tablas anteriores encontramos que la prueba de Békésy es más sensible que la prueba de S.I.S.I. para determinar reclutamiento en este grupo de trabajadores sin encontrarse una diferencia entre cada uno de los lados afectados. Esto aunque se pudieran considerar a los casos sugestivos de la prueba S.I.S.I. como positivos (Bekesy 60 %, SISI 32 + 14% = 46 %).

TABLAS DE RESULTADO DE BEKESY CONTRA LADO AFECTADO Y TIEMPO DE EXPOSICIÓN.

	Békésy derecho	N	Media	Desviación típ.	P
EDAD	POSITIVO	30	49.13	11.206	0.12*
	NEGATIVO	20	43.80	13.008	
ANTIGÜEDAD	POSITIVO	30	21.23	8.795	0.46**
	NEGATIVO	20	19.20	10.405	

	Békésy izquierdo	N	Media	Desviación típ.	P
EDAD	POSITIVO	30	50.17	11.222	0.02*
	NEGATIVO	20	42.25	12.126	
ANTIGÜEDAD	POSITIVO	30	22.20	9.133	0.16**
	NEGATIVO	20	17.75	9.442	

*T de Student para muestras independientes

** U de Mann-Whitney (se comprobó no normalidad de la distribución con el estadístico de Kolmogorov-Smirnov)

Los casos positivos de Békésy encontrados en oídos derechos, presentaron una edad mayor comparados con los casos negativos, sin embargo la diferencia no fue significativa ($p = 0.12$); en cuanto al tiempo de exposición, tampoco se presentó una diferencia significativa ($p = 0.46$); sin embargo, en las pruebas de Békésy izquierdo, los casos positivos presentaron en forma significativa mayor edad que los negativos ($p = 0.02$) y en años de exposición los positivos también superaron a los negativos aunque no de manera significativa ($p = 0.16$)

TABLAS DE RESULTADO DE S.I.S.I. CONTRA LADO AFECTADO Y TIEMPO DE EXPOSICIÓN.

		N	Media	Desviación típica	P
S.I.S.I. derecho					
EDAD	POSITIVO	16	48.38	10.178	0.56*
	NEGATIVO	26	45.27	13.074	
	SUGESTIVO	8	49.88	13.076	
	Total	50	47.00	12.120	
ANTIGÜEDAD	POSITIVO	16	21.56	9.437	0.82**
	NEGATIVO	26	19.65	9.976	
	SUGESTIVO	8	20.63	8.366	
	Total	50	20.42	9.422	

		N	Media	Desviación típica	p
S.I.S.I. izquierdo					
EDAD	POSITIVO	16	48.13	10.184	0.11
	NEGATIVO	27	44.33	11.984	
	SUGESTIVO	7	54.71	14.603	
	Total	50	47.00	12.120	
ANTIGÜEDAD	POSITIVO	16	20.50	8.756	0.15
	NEGATIVO	27	18.78	9.065	
	SUGESTIVO	7	26.57	10.998	
	Total	50	20.42	9.422	

- *Análisis de varianza de un camino (ANOVA One Way)
- **H de Kruskal-Wallis.

En la prueba de S.I.S.I. en oídos derechos, las edades entre positivos, negativos y sugestivos fueron muy similares ($p = 0.56$), así como los años de exposición a ruidos o antigüedad en el empleo ($p = 0.82$); mientras que para la prueba de S.I.S.I. en oídos izquierdos, los casos sugestivos presentaron tendencia a mayor edad, en forma significativa, comparada con los casos positivos, pero sobre todo respecto a los negativos ($p = 0.11$); con

respecto a los años de antigüedad, se repitió el patrón de la edad: mayor tiempo los casos sugestivos, menor los negativos e intermedio los positivos ($p = 0.15$).

Para determinar la correlación existente entre los casos positivos para cada una de las pruebas se realizaron las siguientes tablas de contingencia por cada lado afectado. Los resultados encontrados se muestran a continuación.

TABLA DE CONTINGENCIA BEKESY DERECHO & S.I,S.I. DERECHO

			SISI derecho			Total
			POSITIVO	NEGATIVO	SUGESTIVO	
Békésy derecho	POSITIVO	Recuento	13	12	5	30
		% de SISI derecho	81.3%	46.2%	62.5%	60.0%
	NEGATIVO	Recuento	3	14	3	20
		% de SISI derecho	18.8%	53.8%	37.5%	40.0%
Total		Recuento	16	26	8	50
		% de SISI derecho	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Chi cuadrada: $P = 0.07$ Coeficiente de correlación Tau B de Kendall 0.22 ($p = 0.11$)

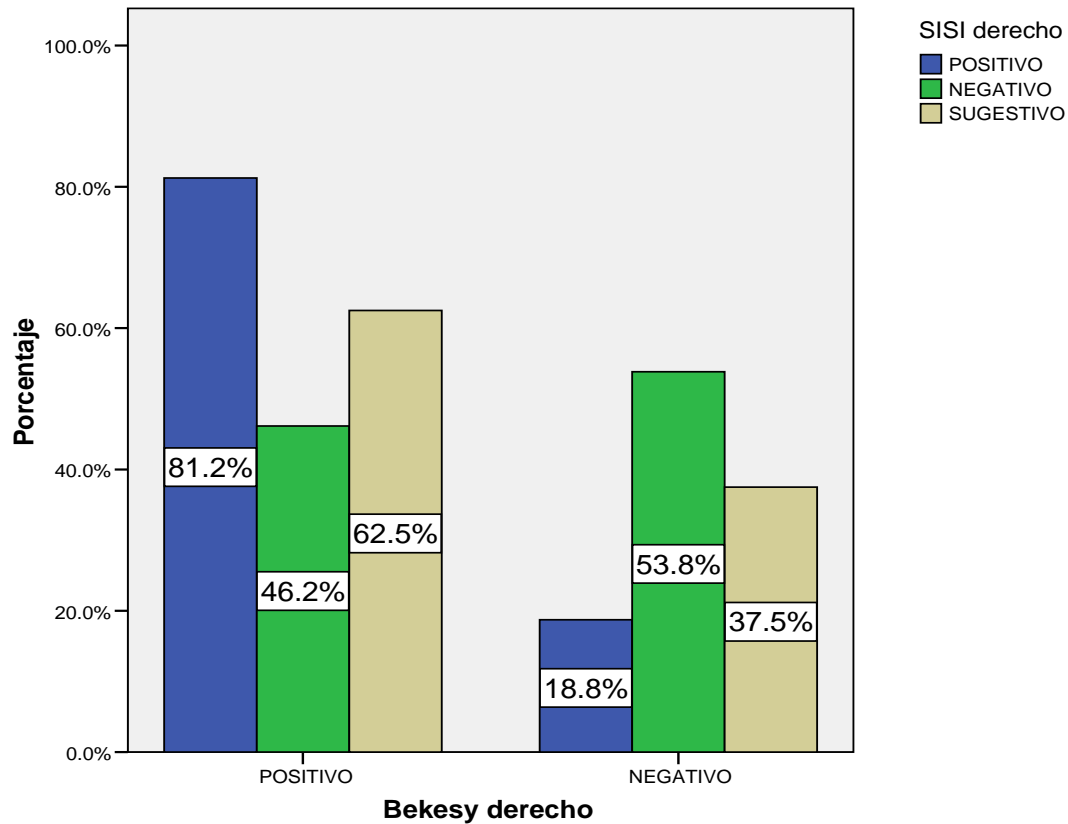
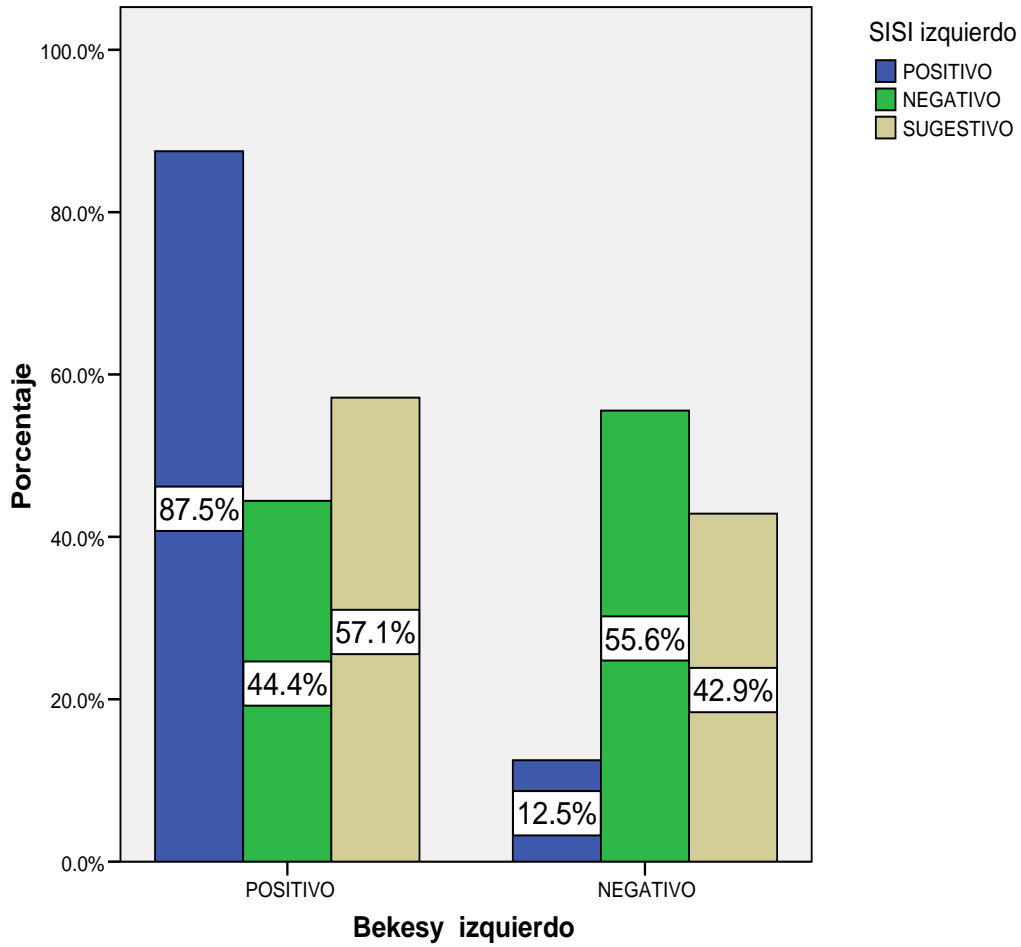


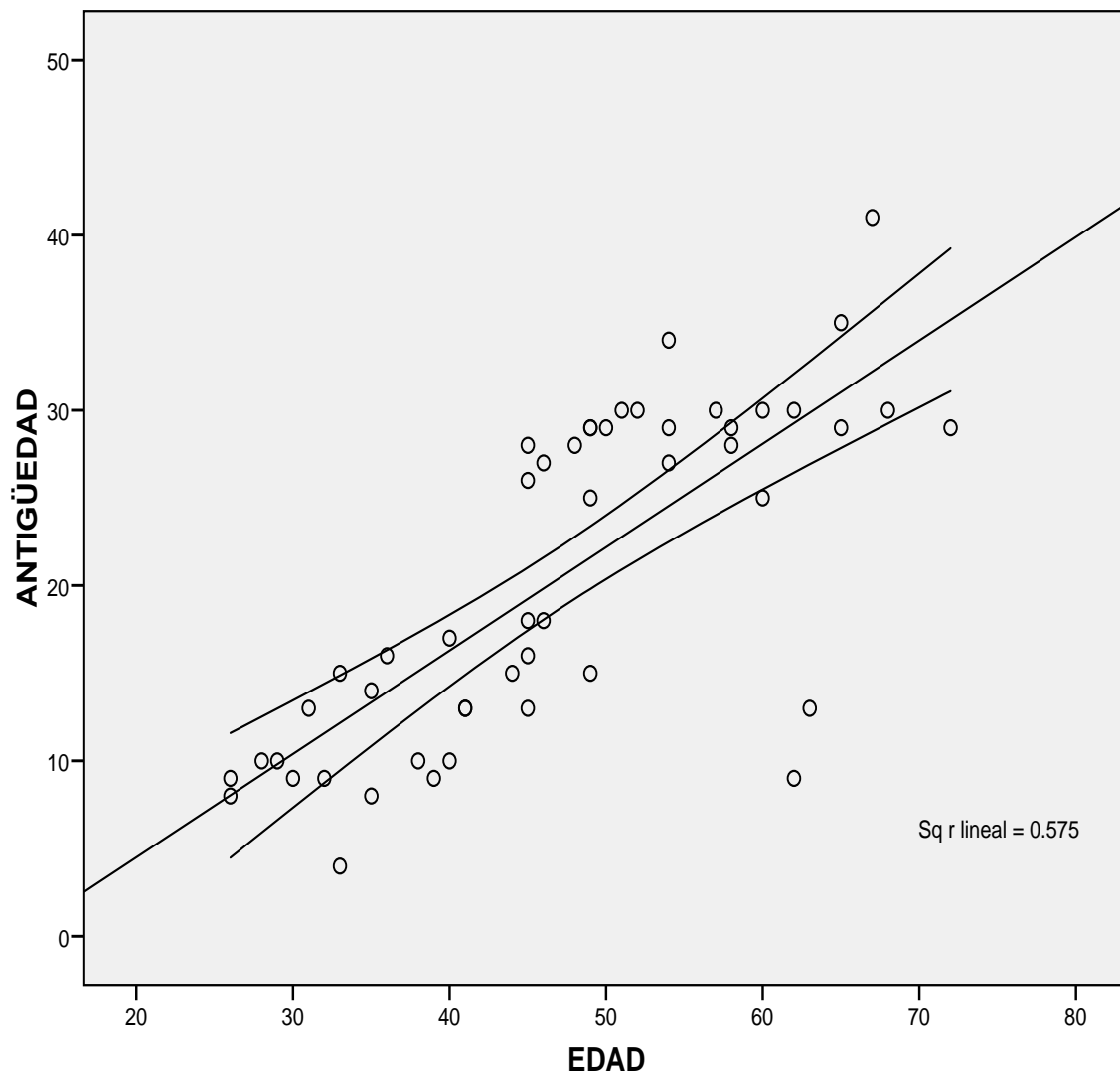
TABLA DE CONTINGENCIA BEKESY IZQUIERDO & S.I.S.I. IZQUIERDO.

			SISI izquierdo			Total
			POSITIVO	NEGATIVO	SUGESTIVO	
Békésy izquierdo	POSITIVO	Recuento	14	12	4	30
		% de SISI izquierdo	87.5%	44.4%	57.1%	60.0%
	NEGATIVO	Recuento	2	15	3	20
		% de SISI izquierdo	12.5%	55.6%	42.9%	40.0%
Total		Recuento	16	27	7	50
		% de SISI izquierdo	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

P = 0.02, Coeficiente de correlación Tau B de Kendall 0.29 p = 0.016



Finalmente se estableció la correlación existente entre la edad del paciente y el tiempo de exposición los cuales presentaron un patrón de dispersión homogéneo y ascendente.



Coefficiente de correlación Rho de Spearman = 0.776 (p = 0.0001)

CONCLUSIONES.

De todos los trabajadores canalizados de la Planta de Asfalto al servicio de Audiología del INR, solo el 51% cumplió con los criterios de inclusión; el 49% restante se eliminó y fue excluido.

El 58% de los trabajadores eliminados se debió a que no concluyeron con las pruebas.

De los trabajadores excluidos, el 73% se debió a que presentaron patología unilateral.

El 28% de la población se encontró en un rango de edad entre los 36 a 45 años de edad.

El 40% de la población muestra presentó una antigüedad o tiempo de exposición en la empresa de 21 a 30 años.

Finalmente, podemos concluir que, en este trabajo, la prueba de Békésy, demostró ser más sensible que la prueba de S.I.S.I. para determinar reclutamiento en los trabajadores, con daño auditivo inducido por ruido.

Sin embargo, en dicho estudio, no se pudo evaluar especificidad con ninguna de las pruebas, dado que únicamente se incluyeron en la muestra pacientes con un daño auditivo ya determinado por pruebas auditivas tonales y por reflejos estapediales.

También se estableció, que en la prueba de Békésy, a mayor edad de los pacientes, mayor número de casos positivos, lo cual presenta un incremento en la correlación con el tiempo de exposición, estableciéndose significancia estadística solo para oídos izquierdos.

Al realizar la prueba de S.I.S.I. no se logró establecer una correlación entre los casos positivos y una edad avanzada ó casos positivos y mayor tiempo de exposición; esto probablemente pueda deberse a la dificultad que presentaron algunos pacientes para entender las pruebas realizadas.

De acuerdo a los resultados obtenidos, y al análisis estadístico de este estudio podemos sugerir que a mayor edad del paciente, el uso de la prueba S.I.S.I. nos determinará mejor la presencia de reclutamiento, en cambio a menor edad del paciente, el uso de la prueba de Békésy nos determinará con mayor grado de certeza la presencia de reclutamiento.

DISCUSIÓN.

Dentro de los pacientes canalizados al estudio y que además presentaron reclutamiento en los reflejos estapediales, algunos presentaron patología diferente en cada uno de sus oídos (tanto en el estudio audiológico, como en las pruebas realizadas), en comparación al resto del grupo. Probablemente las condiciones individuales y genéticas sirvan como factor protector.

Los pacientes evaluados en dicho estudio presentaron mayor reclutamiento en el lado izquierdo, comparado con el lado derecho, esto en ambas pruebas; sin determinarse el motivo.

Finalmente, también encontramos que desafortunadamente las empresas gubernamentales, continúan siendo un obstáculo para realizar cierto tipo de estudios, ya que por cumplir con un horario laboral, no permiten a sus empleados el acudir a concluir su valoración médica correspondiente. Debido a este motivo, en este estudio tuvimos un alto porcentaje de pacientes que no concluyeron las pruebas auditivas.

ANEXOS.

Anexo 1.

Consentimiento informado.

1. Se me ha hecho la invitación a participar en un estudio de investigación de problemas auditivos; los cuales se presentan comúnmente en todas aquellas personas que están expuestas a ruido (áreas de trabajo, explosiones, etc.).
2. Se me ha informado que soy un candidato ideal, ya que mis estudios auditivos previos (audiometría y reflejos estapediales) presentaron alteración.
3. Estoy cociente de que puedo retirarme o negarme a concluir con el estudio en el momento en el que yo lo decida.
4. Se me explicó que el estudio consiste en la realización de dos pruebas auditivas, las cuales se realizaran dentro de una cámara sonó amortiguada, en las instalaciones del Instituto Nacional de Rehabilitación, área de Comunicación Humana; para dichas pruebas se colocaran unos audífonos en los oídos y tendré un botón en las manos con el cual indicare la respuesta.
5. Entiendo que las pruebas auditivas tienen una duración aproximada de 1 hr, y estas se realizarán en una sesión (una visita).
6. Estoy consciente de que dichas pruebas no causaran ningún tipo de daño a mi salud física, auditiva y psicológica actual.
7. La Dra. _____ me ha explicado que al término de las pruebas, se me informara el resultado obtenido así como el procedimiento a seguir.
8. Enterado de todo lo expuesto anteriormente y de las explicaciones que se me dieron; sin estar bajo presión de ninguna índole, autorizo mi participación voluntaria en dicho estudio.

Nombre y firma.

Dra. Rocío Sánchez de Tagle Luna
Médico residente de 3er año
Especialidad Comunicación Humana.

Anexo 2. Historia clínica realizada a los pacientes que ingresaron a estudio.

Nombre: _____

Edad: _____ Años de trabajar en la empresa: _____

Área de trabajo: _____

Antecedentes hereditarios:

Familiares con Diabetes Mellitus (azúcar alta) SI NO ¿Quién? _____

Familiares con Hipertensión (presión alta) SI NO ¿Quién? _____

Familiares sordos SI NO ¿Quién? _____

¿Desde que edad? _____

Antecedentes personales:

Padece de Diabetes SI NO ¿desde cuando? _____

Actualmente ¿esta en tratamiento? SI NO

Padece presión alta SI NO ¿desde cuando? _____

¿Esta en tratamiento? SI NO

Presenta o presentó infecciones respiratorias frecuentes (mas de 7 por año) SI NO

Presenta o presentó supuración de oídos SI NO ¿Cuándo? _____

¿Ha presentado disminución de la audición? SI NO ¿Desde cuando? _____

¿Le han realizado cirugías? SI NO

¿Ha tenido accidentes donde se ha golpeado la cabeza o sufrido desmayo? SI NO

¿Padeció Varicela, Rubeola o Escarlatina? SI NO ¿A que edad? _____

Dra. Rocio Sánchez de Tagle Luna.
Residente de C. Humana.

BIBLIOGRAFÍA

1. Poblano Adrián. Temas básicos de Audiología, editorial Trillas 1era edición. 2003.
2. Escajadillo Jesús Ramón. Oídos, Nariz, Garganta y Cirugía de Cabeza y Cuello. Editorial Manual Moderno.
3. Goodhill Victor, M.D; F.AC.S. El oído. Salvat Editores.
4. Paparella Michel M. Shumrick Donald. Otorrinolaringología Volumen II, editorial Médica panamericana 2ª edición.
5. Manual Merk. Sordera provocada por ruido. Sección 7 ORL, cap. 82.
6. Jo. Reilly Mary. Rosenman Kenneth D. Kalinowski Douglas J. (1998) Occupational Noise Induced Hearing Loss Surveillance in Michigan. Journal of Occupational and Environmental Medicine 40 (8).
7. Francisco Bello, Beatriz Parrado y María José Sanguinetti. Cuadernos de Medicina forense. Año 2 No. 3, pag. 61-6.
8. Héctor Hernández Sánchez y Dra. Mabelys Gutiérrez Carrera. Hipoacusia inducida por ruido: estado actual. Revista Cubana de Medicina Militar. vol. 35 n. 4 Ciudad de la Habana. oct-dic. 2006.
9. Molina Borboa Arnold Rafael. Contaminación por ruido. Revista derechos ecológicos.
10. Medisan. Exposición a riesgos físicos de la mujer trabajadora 1994; 3 (2): 11-17.
11. Mojica-Roa, M. Trauma acústico en Medicina de la Comunicación Humana, F. Hernández et al, InCH México, 1994.
12. Pérez Ruiz Santiago Jesús, Castañeda Guzmán Rosalía, Rodel Escamilla Ana. Evaluación Auditiva en Medicina de la Comunicación Humana. Instituto Nacional de la Comunicación Humana. México 1994.
13. Ahmed HO. Denno JH. Badran O. Ismael M. 2001. High-frequency (10-18 kHz) hearing thresholds: reliability, and effects of age and occupational noise exposure. Occupational Medicine, 51 (4): 245-58.
14. Portman Michel y Portman Claudine. Audiometría clínica. Editorial Toray-Masson 3ª edición.
15. Grupo de Trabajadores expuestos a ruido, análisis de su patología. Rev. INER México vol. 12 número 4, Oct-Dic 1999; 262-268.

16. Clark Williams W. Bohne Barbara A. Effects of Noise on Hearing JAMA 1999; 281 (17): 1658-9.
17. Hipoacusia inducida por ruido: Un problema de salud y de conciencia pública. Rev Fac Med UNAM Vol. 3 No. 2 Marzo-Abril, 2000.
18. Suárez Hamlet. Velluti Ricardo A. La cóclea fisiología y patología, ediciones Trilce 2001.
19. Koike Kazunari J. Hurst Michael K. Wermore Stephen J. Correlation between the American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery five-minute hearing test and standard audiologic data. Otolaryngology Head and Neck Surgery 1994 111 (5): 625-30.
20. Trauma acustico o Daño inducido por ruido (DAIR) Fundación Arauz-Instituto-Oto-Rino-Laringológico. [monografía en internet]; 2003 [cited 10 Jun 2005].
21. Gilberto Corzo A. Efectos de la exposición a ruido industrial [monograph on internet]; 2004 [cited 10 Jun 2005].
22. Ley federal del trabajo. Artículos 513 y 514
23. Rabinowitz Meter M. Noise Induced Hearing Loss. American Family Physician 2000 61 (9).
24. Referencia www.wikiversity.org
25. McBride DI, Williams S. Audiometric notch as a sign of noise induced hearing loss. Occup Environ Med 2001; 58 (1): 46-51.
26. De Sebastian Gonzalo, Badaraco José J. Audiología práctica. Editorial Médica Panamericana 4ª edición.
27. Lehnhardt Ernst. Práctica de la Audiometría, editorial Panamericana. Argentina 1992.
28. Mizoue T, Miyamoto T, Shimizu T. Combined effect of smoking and occupational exposure to noise on hearing loss in steel factory workers. Occup Environ Med 2003; 60 (1): 56-9.
29. Mostafapour Sam P. Lahargoue Kelli. Gates George A. Laryngoscope 1998 108: 1832-9.
30. Dobie Robert A. Prevention of Noise-Induced Hearing Loss. 1995 Arch Otolaryngology Head and Neck Surgery 121: 385-91.
31. Plontke S. K. Dietz K. Pfeifer C. European Archives Otorhinolaryngology 2002 May 259 (5): 247-52.

32. Harada H. Shiraishi K Prognosis of acute acoustic trauma a retrospective study using multiple logistic regression and analysis. *Auris Nesus Larynx* 2001 Apr. 28 (2) 117-20.
33. Harold F. Schuknecht, M.D. *Pathology of Ear*. Ed. Lea & Febiger 2da edición 1993.
34. Jacobson John T. Northern Jerry L. *Diagnostic Audiology*, pro. ed 1991 cap. 2
35. Kats Jack, Ph D. *Handbook of Clinical Audiology*. Editorial Williams & Willkins. 4ª edición.
36. Hallowell Davis y S. Silverman Richard. *Audición y Sordera*. Ediciones científicas de la Prensa Médica Mexicana, 2ª edición en Español.
37. Jerger J. Hearing test in otologie diagnosis. *ASHA* 4:139-145, 1962
38. Ruido Industrial. Cap II
39. Bamford and Saunders. *Hearing Impairment Auditory Perception and Lenguaje Disability*. Singular publishing Group, Inc. San Diego 1991.
40. Stanley A. Gelfand. *Essentials of Audiology*. Thieme 1997. New York- Stuttgart.
41. Cita www.geocities.com/f_loiacono/nota_13
42. Cita www.estrucplan.com
43. Cita www.sinfomed.org.ar/mains/publicaciones
44. Referencia www.sld.cu/sitios/otorrino/temas.php? 1999-2009 Infomed-Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas.
45. Referencia www.siafa.com.ar/notas/.../hipoacusia_laboral.htm