



Universidad de Valladolid

UVa

TRABAJO DE FIN DE GRADO EN MEDICINA
CURSO 2022-2023

RECONOCIMIENTO AUDITIVO EN PACIENTES INTERVENIDOS DE ESTAPEDECTOMÍA



AUTOR: Isabel Moñux Rodríguez
TUTOR: Dr. Luis Ángel Vallejo Valdezate



Servicio de Otorrinolaringología
Hospital Universitario Río Hortega

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
MATERIAL Y MÉTODOS	4
MARCO CONCEPTUAL	5
Papel del músculo estapedial	5
Resultados funcionales de la estapedectomía.....	7
Técnicas quirúrgicas para la preservación del tendón estapedial.....	8
Resultados auditivos de la preservación del tendón.....	9
Audiometría en ruido.....	11
Factores que influyen en las pruebas vocales en ruido.....	12
Efecto de la estapedectomía sobre la inteligibilidad en presencia de ruido.....	13
DISCUSIÓN.....	14
CONCLUSIÓN	15
BIBLIOGRAFÍA	16

RECONOCIMIENTO AUDITIVO EN PACIENTES INTERVENIDOS DE ESTAPEDECTOMÍA.

INTRODUCCIÓN

La cirugía del estribo, con sus diversas variantes técnicas, es el procedimiento quirúrgico de elección para corregir la hipoacusia conductiva asociada a la otosclerosis.

El procedimiento fue introducido por Shea en 1958(1). La mayoría de los cirujanos, independientemente de la reconstrucción que se vaya a realizar, seccionan el tendón del músculo estapedial, lo que facilita el acceso a la crura posterior y a la platina.

En general, las intervenciones sobre el estribo han rendido resultados excelentes, si bien no exentos de problemas, lo que ha dirigido la atención de los investigadores hacia la preservación del tendón del músculo estapedial.

Respecto a las técnicas para preservar el tendón estapedial, tanto la forma de preservación del mismo como el manejo quirúrgico del estribo y la selección de la prótesis o técnica de estapedoplastia varían con cada autor, lo que puede condicionar el resultado funcional.

Así, ciertos pacientes intervenidos de estapedectomía refieren sonido mecánico, algiacusia o discriminación defectuosa, atribuibles a la sección del tendón (2). Para otros autores, sin embargo, esto no ocurre de manera generalizada, de modo que se han practicado muchas intervenciones exitosas sobre el estribo seccionando el tendón y, aunque algunos pacientes se quejan de hiperacusia inmediatamente tras la cirugía, la mayoría parece que se adaptan al sonido intenso y quedan conformes con el resultado auditivo (3).

Esto muestra la controversia existente en relación con la sección del tendón del estribo. La cuestión se complica porque la evaluación de los resultados con los medios habituales (audiometría tonal y verbal en silencio) no discrimina entre las distintas técnicas y resulta insuficiente para optar por una u otra. Por ello, Colletti propone utilizar métodos más sofisticados como la evaluación de la discriminación verbal en ruido, selectividad de frecuencias y de las propiedades mecánicas del oído medio.(4)

La dificultad para la comprensión verbal es una queja frecuente asociada a la hipoacusia. Si bien este asunto ya suscitó el interés de los investigadores en la década de los 70 (5) el mayor interés sobre la inteligibilidad en ruido ha surgido con la aparición de los audífonos digitales, con sus múltiples posibilidades de estrategias de cancelación de ruido y de procesado de la señal auditiva.

Son numerosas las observaciones de que los pacientes hipoacúsicos sufren una importante desventaja frente a los normooyentes cuando un ruido ambiental compite con el mensaje hablado, de modo que la relación señal/ruido que necesita un paciente hipoacúsico es de 10 a 12 dB mayor que la de los pacientes con audición normal (5,6). La evaluación de la inteligibilidad en ambiente ruidoso proporciona una representación mejor de la distorsión auditiva y del beneficio potencial de las prótesis auditivas que las pruebas verbales en silencio, que sólo dan idea del desempeño auditivo en condiciones acústicas ideales.(7) la adición de ruido a las pruebas verbales ha demostrado que mejora la sensibilidad y la validez de las medidas(8), ya que los tests diseñados para evaluar la función auditiva en silencio no proporcionan una medida exacta de la capacidad para percibir el lenguaje hablado en las condiciones de ruido cotidiano. Esto se ha demostrado en múltiples estudios donde individuos con umbrales tonales normales han experimentado dificultades en presencia de ruido. (9)

Vermiglio et al (2019) (10), estudiando la discriminación verbal de 50 individuos normooyentes en ruido concluyen que no es posible suponer que un paciente con discriminación normal en silencio vaya a tener un resultado normal en la prueba con ruido y viceversa, e incluso la relación espacial entre la fuente del mensaje y la fuente del ruido condicionan los resultados.

A pesar de su innegable interés, el uso clínico de estas pruebas no ha alcanzado todavía la difusión que merecen y ello se debe principalmente a su falta de estandarización.(9) En relación al efecto de la estapedectomía sobre la inteligibilidad en presencia de ruido, existen pocos trabajos publicados sobre este asunto, la mayoría de los autores incorporan la audiometría verbal en ruido como una prueba más de la batería aplicable a los pacientes intervenidos, en general con referencias muy breves a los resultados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una primera aproximación al tema de esta revisión consultando tres obras generales: *Scott Brown's Otolaryngology*, ediciones 7ª y 8ª y *Clinical Audiology* de J.Katz, así como los artículos citados en la bibliografía de los mismos, que se consideraron relevantes. Posteriormente se procedió a una búsqueda sistemática de la literatura.

La estrategia de búsqueda se realizó en inglés y se utilizaron las bases de datos PubMed y Cochrane.

Se revisó la literatura publicada hasta enero de 2023. No se adoptó ninguna restricción en la fecha o idioma de publicación.

Las palabras clave utilizadas en la estrategia de búsqueda fueron:

- a. otosclerosis, stapedectomy, stapes surgery, stapedius tendon preservation, stapedius reflex preservation, otosclerosis surgery,
- b. hearing in noise, functional results, speech in noise.

Utilizando los términos aislados y formando las combinaciones posibles entre los términos del grupo a y el b.

Las referencias obtenidas se capturaron en la aplicación Bookends, para eliminar los artículos duplicados, facilitar la selección de los mismos y determinar su pertinencia para este trabajo.

Se utilizó la estrategia PICOS (11) para definir los criterios de selección de la literatura.

Los criterios de inclusión de los trabajos fueron los siguientes:

Población: pacientes intervenidos de cirugía de la otoesclerosis

Intervención: cualquiera de las intervenciones sobre el estribo, con y sin preservación del tendón estapedial.

Comparación: resultados auditivos, especialmente comprensión verbal en ambiente ruidoso, entre sujetos normooyentes y sujetos intervenidos de cirugía del estribo (con preservación del tendón estapedial y sin él).

Resultados: evaluación de parámetros físicos o fisiológicos del oído medio y evaluación de resultados auditivos en pruebas verbales, con y sin ruido.

Diseño del estudio: series de casos clínicos, sin otra limitación en cuanto a diseño.

Se descartaron las referencias que no se ajustaron a estos criterios.

MARCO CONCEPTUAL

Revisaremos sucesivamente los conocimientos actuales sobre el papel del músculo estapedial, lo publicado sobre los resultados funcionales de la estapedectomía con y sin conservación del tendón, las técnicas diversas utilizadas para la preservación del tendón y las cuestiones técnicas relacionadas con la audiometría en ambiente ruidoso, tipos de test en ruido y los factores que influyen en los resultados de las pruebas vocales en ruido.

Papel del músculo estapedial

Las primeras referencias a la función de los músculos del oído proceden de Molinettus y Morgagni, que en 1764 propusieron que los músculos del oído sirven para mitigar el efecto de los sonidos intensos y amplificar los sonidos débiles, con ello iniciaron dos teorías, llamadas de la adaptación y de la protección.

El principal representante de la primera fue Muller (1838), que observó que los músculos reaccionan a los sonidos intensos e inducen su amortiguación en los oídos. La teoría de

la adaptación fue postulada por March (1863), que atribuyó a los músculos una función de adaptación del sistema conductor del sonido para la absorción óptima de la energía sonora lo que fue confirmado por trabajos posteriores.(12) Desde entonces, sucesivas aportaciones han permitido delimitar mejor el papel de los músculos del oído medio.

En breve, las funciones del tendón del estribo y del reflejo estapedial reconocidas actualmente son: preservación de la integridad de la cadena, extensión del rango dinámico del oído, protección del oído interno contra el trauma acústico, mejora en la localización del sonido, reducción de la resonancia del oído medio, regulación de la presión de los líquidos del oído interno y función de filtro de paso alto para mejora de la inteligibilidad.

Desde el punto de vista anatómico, la preservación del tendón estapedial previene la atrofia del yunque, que puede ocurrir tras la cirugía (13). Esto se debe a la presencia de arterias en la superficie del tendón que alcanzan el yunque (14).

Por otro lado, la contracción del músculo estapedial aumenta la rigidez de la cadena, disminuyendo la transmisión de sonidos graves al oído interno (15), por lo que el reflejo reduce el daño a las células ciliadas por exposición prolongada a sonidos intensos.

De este modo, el reflejo estapedial regula las presiones transmitidas al laberinto, protegiéndolo de los sonidos intensos, lo que extiende el rango dinámico del oído. Los experimentos en animales demuestran que la contracción de los músculos del oído medio reducen la transmisión de sonido a la cóclea de las frecuencias inferiores a la frecuencia principal de resonancia del oído medio y se cree que el músculo estapedial produce un efecto mayor que el tensor del tímpano (3).

En humanos parece que solo el músculo estapedial se contrae en respuesta a estímulos sonoros. Los sonidos continuos por debajo de 1000 Hz producen el reflejo más eficiente, siendo el umbral del reflejo mínimo entre 500 y 2000 Hz. En cambio, los sonidos de frecuencia extrema elevan el umbral del reflejo y la latencia también aumenta cuando aumenta la frecuencia del estímulo.

El efecto protector del reflejo estapedial evita el desplazamiento transitorio de los umbrales debido a la fatiga auditiva, Zakkrisson (16) encontró que el músculo funcionante reduce la fatiga auditiva postestimuladora a 0,75 kHz, lo que explica la reducción del umbral de discomfort, distorsión de la sensación sonora y pseudorreclutamiento observados tras la estapedectomía, atribuible a la sección del tendón (17).

Por otro lado, el reflejo estapedial tiene un efecto insignificante para bloquear la transmisión del sonido al oído interno para frecuencias superiores a 3000 Hz. Además,

a causa de la latencia del estímulo, el reflejo no protege contra sonidos intensos y muy breves. Por ello parece que su papel es más importante en la mejora de la inteligibilidad que en la protección sonora (18).

En cuanto al efecto del reflejo estapedial sobre la inteligibilidad, el aumento de la rigidez de la cadena debido al reflejo estapedial, actúa como un filtro dinámico de paso alto, que reduce el efecto enmascarante de las frecuencias bajas y medias sobre las agudas (19). Esto se consigue limitando la movilidad del estribo, lo que limita la transmisión de los sonidos de baja frecuencia.

Borg et al.(20) encontraron que, presentando un ruido enmascarante de 500Hz a pacientes con reflejo ausente por parálisis facial, el umbral para un tono de 6000 Hz se elevaba un 50%,esto permite mejorar la discriminación del habla a intensidades de 90 a 100 dB.

De esta forma, el reflejo estapedial puede ayudar a modificar la entrada auditiva y contribuir al análisis sonoro, al mantenimiento de la atención sobre un determinado sonido, separándolo del ruido de fondo (15) y a la eliminación de las resonancias del oído medio. (Beatty 1962, Simmons y Alto, 1964 (22))

Resultados funcionales de la estapedectomía

La evidencia experimental sobre los efectos de la sección del tendón estapedial fue recogida por Girgis en 1966 (12). Se resume como sigue:

1. Efecto sobre los agudos: El efecto de la sección del tendón estapedial disminuye la rigidez del sistema y esto afecta a la transmisión de los tonos altos.
La caída de agudos se observa frecuentemente tras la estapedectomía, Schucknetch y Tonndorf (21) lo atribuyen a lesión coclear, pero según Allen (24) también ocurre por pérdida conductiva. En sus experimentos con gatos encontraron que la sección del tendón y la estapedectomía no iban acompañadas de distorsión en la intensidad, al contrario que en la lesión coclear.
2. Efecto en la frecuencia: La sección de los tendones produce distorsión en la frecuencia, de modo que la onda sinusoidal ya no se conduce como sinusoidal (23). La corrección de la distorsión puede ocurrir por contracción de los músculos intratimpánicos.
3. Efecto en la fase: La sección del tendón provoca distorsión en la percepción sonora por retraso en la transmisión de ciertas frecuencias y, en concreto, afecta a la producción de armónicos regulares, lo que modifica la percepción del timbre de los sonidos.
4. Pérdida de mecanismo de protección: La cadena responde de forma lineal a los niveles altos de sonido de modo que desaparece el mecanismo de

amortiguación. Se ha comprobado que los conejos con sección de los tendones intratimpánicos ensordecen antes que los normales cuando se exponen a ruidos intensos.

En la clínica, la actividad del músculo estapedial y la sección del tendón se han correlacionado con los hallazgos siguientes:(12)

1. Caída de agudos a partir de los 3KHz. (y a veces desde 1,5K): Atribuible a la falta de tensión del sistema. Se ha observado cuando se utiliza tubo de polietileno de longitud insuficiente y vena, pero no ocurre cuando el tubo es suficientemente largo. Se ha comprobado que en la técnica de estapedectomía con prótesis de alambre y tejido adiposo, es mayor la pérdida de agudos (falta de rigidez y fricción de la grasa) (24) En cambio en la movilización, crurotomía anterior y en la interposición de Portmann (en las que no se corta el tendón), la pérdida de agudos no se observa.
2. Disminución la la discriminación del habla: Se atribuye a la caída de agudos (afecta a ciertas consonantes), distorsión de la frecuencia, distorsión de fase, distorsión de armónicos y al efecto enmascarante de los graves sobre los agudos.
MacCandless y Schumacher (25) en pacientes con parálisis facial proximal a la rama del músculo estapedial encontraron caída del rendimiento a altas intensidades, lo que apoya la hipótesis de que el aparente reclutamiento y caída del rendimiento se deben a la sección del tendón estapedial.
3. Hiperacusia: Tras la estapedectomía algunos pacientes no soportan los ruidos intensos, éste es un fenómeno análogo al observado en la parálisis facial.
4. Lesión neurosensorial: Por exposición a sonidos intensos sin protección. El efecto protector del reflejo se da porque la mayoría de los ruidos diarios son ruido blanco, no funciona el reflejo a 1 y 2 Kz, probablemente por los cambios estructurales del oído tras la sección del tendón (25).

Técnicas quirúrgicas para la preservación del tendón estapedial

Respecto a las técnicas para preservar el tendón estapedial, tanto la forma de preservación del tendón estapedial como el manejo quirúrgico del estribo y la selección de la prótesis o técnica empleada en la cirugía del estribo varían con cada autor, lo que puede condicionar el resultado funcional.

Existen tres variantes generales en la forma de preservación del tendón estapedial: la preservación del tendón unido a la articulación incudoestapedial, el desplazamiento del

tendón conservando la conexión perióstica del yunque (13) o la reinserción del tendón en la prótesis (18).

Respecto a la obtención del reflejo estapedial tras la cirugía conservadora, se consideran factores necesarios: lograr el cierre de la diferencia óseo-aérea, alcanzar un umbral tonal por vía aérea mejor que 30 dB y una fijación estable de la prótesis (2).

Las cifras de conservación del reflejo estapedial varían según las series: 41,6% (26), 59% (9) y 73% entre los 6 meses y un año tras la cirugía (18).

En cuanto al reflejo estapedial postquirúrgico (a 80 dB SL) se observa principalmente con la frecuencia del estímulo de 0,5KHz, en este caso se trata de un reflejo intenso y sin fatiga. En cambio, la intensidad es menor a 1 kHz y está ausente a 2 kHz (2). Además el ruido blanco provoca un reflejo intenso que no tiene fatiga ni decae durante una estimulación de 10 segundos.

El reflejo no es dependiente del tiempo de evolución; se observa sin cambios tras un mes de la intervención y más tarde.

Resultados auditivos de la preservación del tendón

Los resultados auditivos de la preservación del tendón estapedial han sido estudiados por diversos autores:

Colletti et al.(4) estudian una serie amplia de 1323 intervenciones sobre el estribo a los 6 meses y 10 años de seguimiento: compararon la estapedectomía con la estapedotomía con y sin preservación del tendón estapedial. De modo que observaron mediante audiometría verbal con ruido (bisílabas con ruido rosa ipsilateral con una relación señal/ ruido de 0), un deterioro en las puntuaciones con ruido máximo en la estapedectomía (media de 52%) y mínimo con la estapedotomía con preservación del tendón (25%). La estapedotomía simple mostró un deterioro del 34%. Es necesario señalar que se observa una importante dispersión de los resultados. Determinan que la frecuencia de resonancia del oído medio es de 710 Hz en la estapedotomía con preservación, más próxima a los 1000 Hz del oído normal, frente a 670 y 630 en la estapedotomía sin preservación y en la estapedotomía respectivamente, de nuevo los datos presentan una amplia dispersión y hay superposición de las curvas de distribución, aunque la diferencia resultó estadísticamente significativa.

Estudiaron la selectividad de frecuencias del oído medio mediante dos tonos de prueba (500 y 4000 Hz) enfrentados a 6 tonos enmascarantes, concluyendo que, con el tono de 500 Hz la selectividad de frecuencias está más deteriorada en la estapedectomía y en la estapedotomía sin preservación, que en la estapedotomía con preservación en que

se encuentra más próxima a la normal. No encontraron diferencias significativas con el tono de 4000 Hz.

Finalmente se registraron menores tasas de complicaciones con la preservación del tendón estapedial (0,9% frente al 4,5% de la estapedotomía y al 10,1% de la estapedectomía).

Vallejo(26) encuentra que la frecuencia de resonancia del oído medio en oídos intervenidos de estapedotomía con preservación del tendón estapedial está entre 800 y 1000 Hz, similar a la misma en oídos normales. En los oídos intervenidos sin preservación del tendón, la frecuencia es más baja, en el rango de <678-800 Hz,(resultados concordantes con los de Colletti(4))

Karjalainen et al. (13) estudiando 85 oídos con preservación del tendón: Llegaron a unos resultados desfavorables, que le hacen concluir que la preservación del tendón no es recomendable, obtuvieron peores umbrales auditivos y más reintervenciones en los oídos con preservación.

Independientemente del tipo de reconstrucción, el reflejo estapedial se conservó en el 73% de los oídos en que se estudió. Aun así, el estudio es metodológicamente débil, al presentar un importante sesgo, debido a que la preservación del tendón se realizó mayoritariamente en los individuos operados de estapedoplastia con conservación de una o dos cruras (88% de ellos) y no en los operados con prótesis (sólo en el 28% de las prótesis se preservó el tendón), de modo que los resultados aparecen contaminados por el tipo de reconstrucción empleada: requirió revisión el 5% de los oídos con prótesis y 17% de las estapedoplastias, por fijación ósea.

Causse (18) encuentra que los pacientes con conservación o reconstrucción del tendón tienen una mejor percepción de la propia voz, mejor inteligibilidad en ruido, mayor tolerancia al ruido.Estos resultados los obtiene mediante encuesta y mediante valoraciones externas de pacientes intervenidos por él.

En cuanto a resultados objetivos, conservan el reflejo el 73%. (84% de los casos tienen la amplitud del reflejo disminuida). Cuando no usan policel (usan en su lugar un hilo de propileno 3.0 o un injerto de vena inserta en el pistón y enrollada en el tendón) los resultados son 37% y 23 % respectivamente.

Causse considera recomendable la restauración del tendón pero, en todo caso, de importancia secundaria frente a otras consideraciones quirúrgicas (estapedotomía en la mitad posterior de la platina, conservación del ligamento anular, creación de un neoligamento colocando vena en la estapedotomía y diámetro mínimo de la prótesis de 0,6 mm).

Audiometría en ruido

La dificultad para la comprensión verbal es una queja frecuente asociada a la hipoacusia. La evaluación de la inteligibilidad en ambiente ruidoso proporciona una representación mejor de la distorsión auditiva y del beneficio potencial de las prótesis auditivas que las pruebas verbales en silencio, que sólo dan idea del desempeño auditivo en condiciones acústicas ideales.

Best et al (2015) (27) buscando un ruido enmascarante que reprodujera las condiciones reales estudiaron el efecto de un ruido de cafetería reverberante generado artificialmente, considerando que produce un doble efecto de enmascaramiento: central, debido a su contenido de información hablada, que compite con el mensaje de prueba, y auditivo debido a la degradación del mensaje provocada por la reverberación. Concluyeron que la relación S/N de las pruebas debe estar por encima de 0 para aproximarse a las situaciones reales.

La adición de ruido a las pruebas verbales se ha demostrado que mejora la sensibilidad y la validez de las medidas (8). La adición de múltiples S/N ayuda a discriminar entre individuos normales y sordos. Típicamente los individuos con hipoacusia neurosensorial necesitan que la señal sea de 10 a 15 dB superior al ruido para obtener una discriminación del 50% mientras que los individuos normales sólo requieren de 2 a 6 dB. Además de esto, hay que tener en cuenta que los test diseñados para evaluar la función auditiva en silencio no proporcionan una medida exacta de la capacidad para percibir el lenguaje hablado en las condiciones de ruido cotidiano. Esto se ha demostrado en múltiples estudios donde individuos con umbrales tonales normales han experimentado dificultades en presencia de ruido (9). Se admite que, aparte de afirmar que los oyentes con mala discriminación verbal en silencio también la sufrirán en presencia de ruido, la capacidad de discriminación en ruido no puede predecirse por el audiograma verbal en silencio.

Todas las pruebas verbales frente a ruido tienen una estructura similar: Se realizan generalmente utilizando material verbal (palabras o frases habitualmente) que se presenta junto con un tipo de ruido específico y se puntúa el número de palabras clave acertadas. Además de los factores auditivos, el resultado de las pruebas depende de las características de ruido de fondo (continuidad, espectro, murmullo hablado por uno o varios hablantes, reverberación) así como de las características lingüísticas y cognitivas del sujeto. A pesar de su innegable interés, el uso clínico de estas pruebas no ha alcanzado todavía la difusión que merecen y ello se debe principalmente a su falta de estandarización. (10). Existe, por tanto, una gran variedad de diseños.

Algunas de las más empleadas son las siguientes:

SSI (Syntetic Sentence Identification) de Speaks y Jerger (1965), en idioma inglés, que utiliza como material frases sin sentido, pero con fonemas y sintaxis normales, la prueba intenta evitar las pistas de tipo cognitivo - contextual.

Kalikow (1977) (28) desarrolló el SPIN test (Speech Perception in Noise): Utilizó fragmentos largos de texto de los que se evaluaba únicamente la última palabra, un monosílabo. Esta palabra tiene una baja predictibilidad a partir del contexto en 25 frases y alta en otras 25. Se administran a una relación fija, señal/ruido de 8 dB. El test evalúa dos variables la inteligibilidad en ruido y la capacidad de utilización del contexto.

Cervera y González Álvarez 2011 (29) desarrollaron un SPIN test de frases en español similar al de Kalikow. A partir de 474 sujetos normales, obtuvieron 6 grupos de 50 frases fonéticamente balanceadas con alta y baja predictibilidad, y con la palabra final también fonéticamente balanceada.

El CST (Connected Speech Test) (30) utiliza fragmentos de texto en las que se evalúan palabras clave. El material se presenta a diferente s/n y la puntuación se obtiene contando el número de palabras clave acertadas.

Las dos pruebas más comunes son el HINT (Hearing in Noise Test)(32) y el QuickSIN (Quick Speech in Noise Test)(33). Estos tests difieren en el tipo de frases y en el tipo de ruido empleado, En el caso del HINT, utiliza lenguaje sencillo obtenido de las frases de niños con hipoacusia, utilizando ruido continuo con el espectro del habla.

En cambio, el QuickSIN utiliza frases en inglés, con sentido, fonéticamente balanceadas, contra ruido de murmullo de voces de múltiples hablantes y contabiliza el número de aciertos de palabras clave.

Factores que influyen en las pruebas vocales en ruido

Se han identificado diversos factores que tienen influencia en el resultado de las pruebas vocales en ruido, analizaremos a continuación los más importantes:

En primer lugar, el ruido no produce el mismo efecto enmascarante en todas las consonantes, algunas son fuertemente resistentes (/s/, /sh/) y otras se enmascaran fácilmente.

Por otro lado, el lenguaje produce patrones de confusión que pueden ser asimétricos, (un fonema puede confundirse con otro más frecuentemente que al contrario), lo cual depende no solo del fonema, sino también de la posición del mismo dentro de la palabra (al principio, centro o final). Esto indica que lo que se oye en presencia de ruido es la interacción entre información acústica de bajo nivel e información fonológica de nivel más alto.(34)

La presencia de energía por encima del ruido enmascarante es el predictor más importante de resistencia al enmascaramiento, esto implica que la resistencia depende parcialmente del tipo de enmascarante, cuyas dos características fundamentales son el espectro y la distribución temporal.

Así se encuentran dos tipos de fonemas de alta resistencia: los sibilantes de alta energía /s, ʃ/ con energía elevada por encima de 3-4kHz (son muy resistentes con ruido blanco pero no con SSN). Las fricativas de baja energía son enmascarables con cualquier enmascarante (ruido blanco, OAN o SSN).

Otro factor que se debe considerar es la densidad de fonemas en cada lengua (por ejemplo, el inglés tiene 9 fricativas y el español 5) y la frecuencia de presentación de los mismos. La frecuencia aumenta la familiaridad del sujeto con determinados fonemas y por lo tanto aumenta el grado de resistencia a la confusión de los mismos (por ejemplo, en inglés la frecuencia del fonema /f/ es mayor que la del fonema /θ/ y en español ocurre lo contrario) la mayor frecuencia podría implicar mayor resistencia.

Las confusiones asimétricas pueden deberse a diferentes factores, incluyendo la configuración espectral, la frecuencia de consonantes o el contexto fonético.(34)

Chadwell(35), estudiando pacientes intervenidos de estapedectomía con sección del tendón estapedial, estableció las frecuencias fundamentales de las características de cada fonema (sibilancia, nasalidad, lugar de articulación etc.) y propuso que es la resistencia de estas características, cada una de las cuales tiene un espectro propio, la verdadera condicionante de la inteligibilidad y de las confusiones en ambiente ruidoso.

Efecto de la estapedectomía sobre la inteligibilidad en presencia de ruido.

Existen pocos trabajos publicados sobre este asunto, la mayoría de los autores incorporan la audiometría verbal en ruido como una prueba más de la batería aplicable a los pacientes intervenidos, en general con referencias muy breves a los resultados.

Chadwell et al. en 1979 (35) observaron una importante disminución de la discriminación en ruido postestapedectomía utilizando monosílabos sin sentido, con ruido de paso bajo a 70, 95 y 110 dB. La máxima caída en la inteligibilidad ocurrió a 110 dB, estos resultados se atribuyeron a la ausencia de reflejo acústico causado por la sección del tendón estapedial, además sus pacientes mostraban una importante caída en agudos.

Middelweerd et al. (31) estudiaron 35 pacientes intervenidos de estapedectomía mediante una audiometría tonal convencional y una audiometría con ruido vocal a 40 dB por encima del índice de Fletcher del oído intervenido hasta un máximo de 100 dB,

buscando la relación señal/ruido que permitiera el 50% de repetición correcta de 50 frases, ésta fue la definición de umbral de inteligibilidad en ruido que utilizaron.

En este estudio no encontraron ningún deterioro del SRT en ruido, lo que coincidió con la ausencia de caída de agudos en sus pacientes.

Concluyeron que en las estapedectomías no complicadas (incluyendo las reintervenciones) mejora la inteligibilidad en silencio y se mantiene sin cambios la inteligibilidad en ruido.

Jutila et al.(36) estudiaron la inteligibilidad en ruido de 13 pacientes intervenidos de estapedectomía bilateral simultánea, mediante el Finnish Matrix Sentence Test (FMST), en ruido continuo de espectro vocal, en campo abierto con ruido al frente y a cada lado del paciente, buscando el umbral de recepción mediante el procedimiento adaptativo descrito. La relación señal/ruido (S/R) en el umbral de recepción era la variable de estudio. La S/R media fue -8,3 cuando voz y ruido provenían del frente, y -12,4 dB cuando el ruido provenía de los lados. Los resultados se mantuvieron estables tras 13 años de seguimiento. En sujetos normooyentes la S/R media fue -10,6 cuando y ruido provenían del frente, lo que indica la disminución de la inteligibilidad en ruido en los sujetos intervenidos, incluso en aquellos con buenos resultados en los umbrales tonales.

DISCUSIÓN

La cirugía del estribo se reconoce tradicionalmente como una cirugía con resultados satisfactorios independientemente de la técnica empleada. Esto puede ser el motivo de la relativa carencia de estudios clínicos destinados a la búsqueda de mejoras en los mismos (aparte de los dedicados a la introducción del laser en la técnica quirúrgica de resultados dispares, por otra parte).

Otro motivo puede ser la tendencia a la evaluación de los resultados mediante pruebas auditivas en silencio, que tienen un bajo poder de discriminación entre las diversas técnicas quirúrgicas. La introducción de las pruebas de inteligibilidad en ruido, con su mayor capacidad de discriminación, ha hecho que diversos autores se interesen por el que parece ser el principal factor condicionante de la discriminación en ruido, el reflejo estapedial.

Como puede observarse en los resultados de este trabajo, el número de publicaciones dedicadas a la discriminación en ruido tras la conservación del reflejo estapedial es muy escaso, con diferencias considerables en cuanto a metodología (tipo de ruido empleado, sistema de reclutamiento de los pacientes, número de pacientes, tipo de estímulo, etc). Esta falta de estandarización hace imposible comparar los estudios y agrupar los resultados.

Alguna publicación como la de Karjalainen(13) es metodológicamente débil, al presentar un importante sesgo de selección, debido a que la preservación del tendón se realizó mayoritariamente en los individuos operados de estapedoplastia con conservación de una o dos cruras (88% de ellos) y no en los operados con prótesis (sólo en el 28% de las prótesis se preservó el tendón), de modo que los resultados aparecen contaminados por el tipo de reconstrucción empleada: requirió revisión el 5% de los oídos con prótesis y 17% de las estapedoplastias, por fijación ósea. Precisamente este es el único trabajo encontrado que se muestra en contra de la preservación del tendón estapedial. Por lo dicho, las conclusiones de este trabajo deben tomarse con reserva.

Los resultados de la publicación de Causse de 1997(19) se basan en resultados subjetivos, obtenidos mediante encuesta en que se interroga, entre otras cuestiones, sobre la inteligibilidad en ruido.

De los 3457 pacientes intervenidos envía la encuesta a 493, de los cuales obtiene 237 respuestas (6,8% de los intervenidos). No se indica el sistema de selección de los pacientes. Por ello no es posible determinar el grado de representatividad de la encuesta, lo cual unido a la escasez de pruebas objetivas (estudia 21 pacientes con audiometría en ruido, lo que representa el 0,6% de los intervenidos, sin que se indique el método de selección) resta peso a las conclusiones del estudio, que se muestra a favor de la conservación del tendón estapedial.

Ninguno de estos autores hace referencia a variables basales que puedan condicionar el resultado.

Los estudios de Middelweerd(31) y de Jutila(36) muestran resultados contrapuestos en cuanto a la inteligibilidad en ruido en pacientes sometidos a cirugía del estribo. La metodología difiere ampliamente y el número de pacientes es relativamente pequeño. La única condición basal indicada es la edad, que coincide en ambos trabajos. No es posible alcanzar ninguna conclusión de ellos al no resultar comparables.

Probablemente el estudio mejor diseñado sea el de Colletti (4), si bien llama la atención la amplia dispersión de los resultados, que obliga a cuestionar la relevancia clínica del resultado estadístico.

No se han encontrado estudios sobre de discriminación en ruido en pacientes hispanohablantes intervenidos de cirugía del estribo.

CONCLUSIÓN

En conjunto, la evidencia disponible muestra indicios de que la preservación del tendón estapedial puede ser ventajosa en estos pacientes, sin embargo, se requieren estudios bien diseñados, y estandarizados para poder alcanzar conclusiones sólidas.

BIBLIOGRAFÍA

1. SHEA JJJ. Fenestration of the oval window. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1958;67:932-951.
2. Rasmy E. Stapedius reflex after stapedectomy with preservation of the stapedius tendon. *J Laryngol Otol*. 1986;100:521-527.
3. Silverstein H. Laser stapedotomy minus prosthesis (laser STAMP): a minimally invasive procedure. *Am J Otol*. 1998;19:277-282.
4. Colletti V, Fiorino FG. Stapedotomy with stapedius tendon preservation: technique and long-term results. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1994;111:181-188.
5. Carhart R, Tillman TW. Interaction of competing speech signals with hearing losses. *Arch Otolaryngol*. 1970;91:273-279.
6. Groen JJ. Diagnostic value of lateralization ability for dichotic time differences. *Acta Otolaryngol*. 1969;67:326-332.
7. Marriage J, Salorio-Corbetto M. Psychoacoustic audiometry. In: Watkinson J, Clarke RC, editors. *Scott-Brown's Otorrhinolaryngology Head and Neck Surgery*. Vol 2. Boca Raton: CRC Press; 2018. p. 627-646.
8. Findlay RC. Auditory dysfunction accompanying noise-induced hearing loss. *J Speech Hear Disord*. 1976;41:374-380.
9. Wilson RH, McArdle R. Speech signals used to evaluate functional status of the auditory system. *J Rehabil Res Dev*. 2005;42:79-94.
10. Vermiglio AJ, Herring CC, Heeke P, Post CE, Fang X. Sentence Recognition in Steady-State Speech-Shaped Noise versus Four-Talker Babble. *J Am Acad Audiol*. 2019;30:54-65.
11. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Ann Intern Med*. 2009;151:264-9.
12. Girgis IH. Preservation of the stapedius tendon in stapes surgery. *J Laryngol Otol*. 1966;80:733-742.
13. Karjalainen S, Härma R, Kärjä J. Results of stapes operations with preservation of the stapedius muscle tendon. *Acta Otolaryngol*. 1983;96:113-117.
14. NAGER GT, NAGER M. The arteries of the human middle ear, with particular regard to the blood supply of the auditory ossicles. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1953;62:923-949.
15. SIMMONS FB. PERCEPTUAL THEORIES OF MIDDLE EAR MUSCLE FUNCTION. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1964;73:724-739.
16. Zakrisson JE. The effect of the stapedius reflex on attenuation and poststimulatory auditory fatigue at different frequencies. *Acta Otolaryngol Suppl*. 1979;360:118-121.
17. McCandless GA, Goering DM. Changes in loudness after stapedectomy. *Arch Otolaryngol*. 1974;100:344-350.
18. Causse JB, Vincent R, Michat M, Gherini S. Stapedius tendon reconstruction during stapedotomy: technique and results. *Ear Nose Throat J*. 1997;76:256-8, 260-9.

19. Moller AR. An experimental study of the acoustic impedance of the middle ear and its transmission properties. *Acta Otolaryngol.* 1965;60:129-149.
20. Borg E, Zakrisson JE. Stapedius reflex and monaural masking. *Acta Otolaryngol.* 1974;78:155-161.
21. SCHUKNECHT HF, TONNDORF J. Acoustic trauma of the cochlea from ear surgery. *Laryngoscope.* 1960;70:479-505.
22. SIMMONS FB, BEATTY DL. A theory of middle ear muscle function at moderate sound levels. *Science.* 1962;138:590-592.
23. Wever EG, Lawrence M, Rahm WE. THE PHASE CHARACTERISTICS OF THE EAR. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1954;40:209-218.
24. Allen GW, Dallos PJ, Kuruvilla TK. Experimental stapedectomy in cats; Acoustic effects of different stapes replacement techniques as measured by cochlear microphonics. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1964;73:694-707.
25. McCandless GA, Schumacher MH. Auditory dysfunction with facial paralysis. *Arch Otolaryngol.* 1979;105:271-274.
26. Vallejo LA, Gil-Carcedo E, Herrero D, Sánchez C, Sánchez E, Gil-Carcedo LM. [Analysis of the mechanical-acoustic features of the middle ear after stapedial surgery both with and without stapes muscle preservation]. *Acta Otorrinolaringol Esp.* 2007;58:302-310.
27. Best V, Keidser G, Buchholz JM, Freeston K. An examination of speech reception thresholds measured in a simulated reverberant cafeteria environment. *Int J Audiol.* 2015;54:682-690.
28. Miller JD, Watson CS, Leek MR et al. Syllable-constituent perception by hearing-aid users: Common factors in quiet and noise. *J Acoust Soc Am.* 2017;141:2933.
29. Kalikow DN, Stevens KN, Elliott LL. Development of a test of speech intelligibility in noise using sentence materials with controlled word predictability. *J Acoust Soc Am.* 1977;61:1337-1351.
30. Cervera T, González-Alvarez J. Test of Spanish sentences to measure speech intelligibility in noise conditions. *Behav Res Methods.* 2011;43:459-467.
31. Middelweerd MJ, Feenstra L, van der Baan S, Plomp R. The effect of stapedectomy on speech intelligibility in noise. *Am J Otol.* 1989;10:380-384.
32. Nilsson M, Soli SD, Sullivan JA. Development of the Hearing in Noise Test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise. *J Acoust Soc Am.* 1994;95:1085-1099.
33. Killion MC, Niquette PA, Gudmundsen GI, Revit LJ, Banerjee S. Development of a quick speech-in-noise test for measuring signal-to-noise ratio loss in normal-hearing and hearing-impaired listeners. *J Acoust Soc Am.* 2004;116:2395-2405.
34. Moreno-Torres I, Otero P, Luna-Ramírez S, Garayzabal Heinze E. Analysis of Spanish consonant recognition in 8-talker babble. *J Acoust Soc Am.* 2017;141:3079.
35. Chadwell DL, Greenberg HJ. Speech intelligibility in stapedectomized individuals. *Am J Otol.* 1979;1:103-108.
36. Jutila T, Sivonen V, Hirvonen TP. Simultaneous bilateral stapes surgery after follow-up of 13 years. *Acta Otolaryngol.* 2021;141:39-

Isabel Moñux Rodríguez
Tutor: Luis Ángel Vallejo Valdezate

INTRODUCCIÓN

La cirugía del estribo es el procedimiento de elección para el tratamiento de la otoesclerosis, desde que fue introducida en 1958. Los resultados auditivos de la técnica son satisfactorios, pero ciertos pacientes sufren algia acústica, sonido metálico o discriminación defectuosa atribuibles a las características de la técnica quirúrgica. Existen diversas variantes de la misma, pero las pruebas auditivas convencionales no son suficientes para determinar la superioridad de alguna sobre las demás, por lo que se buscan pruebas más sensibles. La conservación del tendón estapedial se propone como la principal variación técnica para considerar.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo de estudio: revisión sistemática de la literatura médica, en inglés, contenida en las bases PubMed y Cochrane y publicada hasta enero de 2023.

Población: pacientes intervenidos de cirugía de la otoesclerosis.

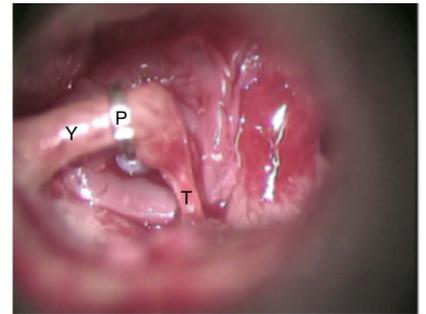
Se comparan los resultados auditivos, especialmente la discriminación verbal en ambiente ruidoso entre sujetos normales, y enfermos intervenidos con diversas técnicas con y sin preservación del estribo.

Diseño del estudio: series de casos clínicos.

RESULTADOS

Alteraciones funcionales de la estapedectomía, atribuibles a la sección del tendón estapedial:

- * Caída de agudos.
- * Distorsiones de frecuencia y fase con alteración en la percepción del timbre y pérdida del mecanismo de protección sonora.
- * Caída de la discriminación en presencia de ruido, aumento de la relación S/R



Estapedotomía con preservación del tendón estapedial. Y: yunque; P: prótesis; T: tendón estapedial

Resultados auditivos de la preservación del tendón estapedial

Autor	Prueba	Resultado principal
Colletti et al. 1994	Audiometría verbal con ruido	Mínimo deterioro en el reconocimiento verbal con estapedotomía y preservación del tendón (25%) frente a 52% en la estapedectomía.
	Frecuencia de resonancia del oído medio	710 Hz con preservación; 670 Hz con estapedotomía sola; 630 con estapedectomía
Vallejo et al. 2007	Frecuencia de resonancia del oído medio	800 a 1000 Hz con preservación; 678-800 Hz sin preservación
Karjalainen et al. 1983	Reflejo estapedial	Conservado en el 73% de los pacientes
	Umbral tonales	Elevación del umbral con la preservación
Causse et al. 1997	Percepción subjetiva (encuesta)	Mejor autopercepción de la voz e inteligibilidad en ruido con la preservación
	Reflejo estapedial	Conservado en el 73%

DISCUSIÓN

La introducción relativamente reciente de las pruebas de inteligibilidad en ruido ha provocado la búsqueda de mejoras en la técnica quirúrgica y ha dirigido la atención de los investigadores a la preservación del reflejo estapedial.

El número de publicaciones dedicadas a la discriminación en ruido tras la conservación del reflejo estapedial es muy escaso, con diferencias considerables en cuanto a metodología, incluyendo la elección de la variable de estudio y la falta de estandarización de las pruebas, lo que hace imposible comparar los estudios y agrupar los resultados. Algunos estudios presentan deficiencias metodológicas (sesgos de selección, representatividad escasa de la muestra) y existe además una amplia dispersión de los resultados. No existen estudios de discriminación en ruido en pacientes hispanohablantes.

CONCLUSIÓN

La evidencia disponible muestra indicios de que la preservación del tendón estapedial puede ser ventajosa en la cirugía del estribo. Se requieren estudios bien diseñados y estandarizados para alcanzar conclusiones sólidas.

Bibliografía

- Colletti V, Fiorino FG. Stapedotomy with stapedius tendon preservation: technique and long-term results. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1994;111:181-188.
- Vallejo LA, Gil-Carcedo E, Herrero D, Sánchez C, Sánchez E, Gil-Carcedo LM. [Analysis of the mechanical-acoustic features of the middle ear after stapedial surgery both with and without stapes muscle preservation]. *Acta Otorrinolaringol Esp.* 2007;58:302-310.
- Karjalainen S, Härma R, Kärjä J. Results of stapes operations with preservation of the stapedius muscle tendon. *Acta Otolaryngol.* 1983;96:113-117.
- Causse JB, Vincent R, Michat M, Gherini S. Stapedius tendon reconstruction during stapedotomy: technique and results. *Ear Nose Throat J.* 1997;76:256-8, 260-9