

Estapedostomía Láser CO₂ en otoesclerosis

CO₂ Láser stapedostomy in otosclerosis

Jaime Osorio M.^{1,2,3}, Úrsula Zelada B.^{1,2,4}, Paola Dentone S.^{1,4},
Valeria Sepúlveda C.^{1,2}, Rodrigo Arregui V.^{1,2}

Resumen

Introducción: La estapedostomía con colocación de una prótesis entre el yunque y la platina es la cirugía de elección para la otoesclerosis. Se puede realizar con fresa, punzón o Láser. **Objetivo:** Describir la experiencia de estapedostomía Láser CO₂ del Hospital Barros Luco. Santiago de Chile entre los años 2017 al 2023. **Material y Método:** Estudio retrospectivo descriptivo. Pacientes con diagnóstico de otoesclerosis, hipoacusia de conducción o mixta con gap ≥ 30 dB, sometidos a estapedostomía usando Láser CO₂ 40C (Lumenis Co). Y con seguimiento de al menos 3 meses. Se compararon las audiometrías pre y posoperatoria, usando el promedio tonal puro (PTP) con las frecuencias 0,5, 1 y 2 kHz, y de forma aislada los dB a 4 kHz. Comité de Ética aprobado. **Resultados:** 37 Oídos. 78% mujeres, edad promedio 50 años. 97% de los pacientes tenía otoesclerosis bilateral. 57% oídos derechos operados. Disminución significativa del PTP aéreo y cierre del GAP posoperatorio a los 3 meses ($p < 0,001$). Disminución significativa de dB a 4 kHz, y cierre del GAP ($p < 0,001$). Sin cambios significativos en el PTP óseo ni la discriminación. **Conclusiones:** Los resultados auditivos a corto y mediano plazo, y las complicaciones son comparables con diferentes series reportadas en la literatura. La estapedostomía con Láser CO₂ en otoesclerosis es una técnica segura, eficiente.

Palabras clave: Estribo, Estapedostomía, Láser CO₂, Otoesclerosis, Estapedotomía con Láser.

Abstract

Introduction: Stapedostomy with prosthesis placement between the incus and the platen is the surgery of choice for otosclerosis. It can be done with a milling cutter, punch or laser. **Objective:** To describe the experience of CO₂ Laser stapedostomy at the Barros Luco Hospital. Santiago de Chile between the years 2017 to 2023. **Material and Method:** Retrospective descriptive study. Patients with a diagnosis of otosclerosis, conductive or mixed hearing loss with gap ≥ 30 dB, undergoing stapedostomy using 40C CO₂ Laser (Lumenis Co). And with follow-up of at least 3 months. Pre- and postoperative audiometries were compared, using the pure tone average (PTP) with the frequencies 0.5, 1 and 2 kHz, and separately the dB at 4 kHz. Ethics Committee approved. **Results:** 37 Ears. 78% women, average age 50 years. 97% of patients had bilateral otosclerosis. 57% right ears operated. Significant decrease in air PTP and closure of the postoperative GAP at 3 months ($p < 0.001$). Significant dB decreases at 4 kHz, and gap closure ($p < 0.001$). No significant changes in bone PTP or discrimination. **Conclusions:** The short and medium-term hearing results, and complications are comparable with different series reported in the literature. Stapedostomy with CO₂ Laser in otosclerosis is a safe, efficient technique.

Keywords: Stapes, Stapedotomy, CO₂ Laser, Otosclerosis, Laser Stapedotomy.

¹Servicio de Otorrinolaringología, Hospital Barros Luco Trudeau, Santiago, Chile.

²Departamento de Otorrinolaringología. Universidad de Chile, Santiago, Chile.

³Clínica Indisa, Santiago, Chile.

⁴Clínica Santa María, Santiago, Chile.

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Los autores declaran aprobado por Comité de Ética Científico del Servicio de Salud Metropolitano Sur.

Recibido el 21 de junio de 2024. Aceptado el 31 de julio de 2024.

Correspondencia:

Jaime Osorio M.

Gran Av. José Miguel Carrera 3204, Santiago, San Miguel, Región Metropolitana.

Santiago de Chile. Código postal: 8900085

Email: osorio.ori@gmail.com

Introducción

La otoesclerosis es una enfermedad de la cápsula ótica y cadena osicular de causa desconocida, donde se observan fenómenos inflamatorios y de reabsorción ósea en etapa iniciales conocido con otospongiosis y finalmente tejido altamente denso y menos vascularizado¹.

La evolución de la enfermedad es larga, dando manifestaciones clínicas en promedio entre 40 a 50 años de vida, caracterizado por hipoacusia de conducción con tímpano sano debido a la fijación de la platina, y en etapas avanzadas hipoacusia mixta al comprometer el oído interno².

Existen dos formas de presentación histopatológicas, la fenestral que compromete la fissula ante fenestram (parte anterior de ventana oval) y la retrofenestral que compromete la cóclea. La fenestral representa el 85% de los casos y puede extenderse a retrofenestral^{1,3}.

La prevalencia en la población general, en su forma clínica, es de 0,2 a 1%. Es una enfermedad autosómica dominante con penetración incompleta (estimada en un 40%) y expresión variable; el 20 a 25% de los pacientes tiene familiares de primer grado con antecedentes de la enfermedad. Es más frecuente en mujeres de raza blanca-caucásicas. La otoesclerosis se presenta en forma bilateral en el 85% de los casos⁴.

El diagnóstico se realiza con la historia clínica, audiometría e impedanciometría, aunque el diagnóstico definitivo siempre se va a terminar realizando en el intraoperatorio².

La tomografía computada de oído permite descartar otras causas de hipoacusia de conducción con tímpano sano y planificar cirugía^{5,6}.

El tratamiento quirúrgico consiste en la fenestración de la platina y colocación de una prótesis entre ésta y el yunque. La estapedostomía es un procedimiento quirúrgico altamente efectivo, con un bajo índice de complicaciones según publicaciones chilenas e internacionales. La fenestración de la platina se puede realizar con fresas, punzón o con Láser⁷⁻¹⁰.

Desde 1979, cuando Perkins realizó la primera estapedostomía Láser, se han desarrollado diversos tipos de Láser para obtener mejores resultados funcionales que con las técnicas mecánicas^{11,12}.

Las ventajas del uso del Láser CO₂ con el

sistema *Acupulse Duo Surgi-Touch* (Lumenis Co.) serían reducir el daño intra coclear, lograr una perforación circular de tamaño preciso, redondeada y bordes netos^{13,14}.

Sus indicaciones son la cirugía primaria, cirugía primaria con platina oclerada, flotante, con arteria estapedial persistente y cirugía de revisión¹¹.

Objetivo

El objetivo de nuestro trabajo es evaluar los resultados auditivos y complicaciones de la estapedostomía Láser CO₂ en paciente con otoesclerosis con hipoacusia de conducción con diferencia ósea-aérea > 30 dB en el rango de 0,5-2kHz.

Material y Método

Se realizó un estudio retrospectivo descriptivo de los pacientes con el diagnóstico de otoesclerosis operados de estapedostomía Láser CO₂ en el servicio de otorrinolaringología del Hospital Barros Luco Trudeau entre los años 2017-2023.

El diagnóstico de otosclerosis se basó en antecedentes clínicos de pérdida auditiva progresiva, hallazgos otoscópicos normales, hipoacusia de conducción con diferencia ósea-aérea > 30 dB en el rango de 0,5-2kHz, impedanciometría A o As. Se excluyeron paciente con diferencia ósea-aérea menor de 30 dB o historia de otitis media crónica. Pacientes fueron operados por Dr. Osorio, Dra. Zelada y Dra. Dentone con experiencia en cirugía de oído y en el manejo del sistema Láser CO₂.

Se consignó la edad, género, antecedentes de historia familiar, tiempo de hipoacusia, tipo y largo de prótesis ocupada, tiempo operatorio, cantidad de disparos de láser, dificultades quirúrgicas, complicaciones posoperatorias y días hospitalizados.

Se consignó la audiometría estándar de tono puro preoperatoria y posoperatorias a los 3 meses o más posterior a la intervención, con medición de umbrales de vía aérea, de vía ósea, diferencia ósea-aérea y discriminación. Para la expresión de los resultados se utilizaron los promedios tonales puros (PTP) de las frecuencias 500 Hz., 1.000 Hz. y 2.000 Hz., y 4.000 Hz. en forma aislada.

Se analizó los datos usando cifras absolutas, porcentuales, promedios, desviación estándar y rango.

Los resultados audiométricos pre y quirúrgicos se analizaron mediante el test t de Student. Se consideró significativo un $p < 0,05$.

Fuentes de financiamiento

El estudio se realizó con recursos propios de los investigadores.

Consideraciones éticas

Se utilizaron los registros clínicos de pacientes atendidos en el Servicio de Otorrinolaringología del Hospital Barros Luco, que cumplieran con criterios de elegibilidad. El identificador de pacientes que se utilizó para recolectar los datos fue el RUT de los pacientes, el cual fue codificado cuando la base de datos se completó. La decodificación del RUT será guardada en una base de datos diferente a la que contiene las variables de interés.

El estudio cuenta con la aprobación del comité de ética científico del servicio de salud metropolitano sur. Número 015/2024.

Técnica Quirúrgica

Bajo anestesia General se coloca al paciente en decúbito dorsal. Bajo visión de microscopio Carl Zeiss lente de 250 mm conectado al sistema Láser de CO₂ (*Lumenis Co.*) combinado con un micromanipulador *Acupulse Duo Surgi-Touch* (*Lumenis Co.*). Se realiza el abordaje por vía transcanal o preauricular, se infiltra conducto auditivo externo con lidocaína/epinefrina al 1:100.000, se realiza colgajo de piel de 6 a 12 horas en forma elíptica de mínimo 5mm hasta el annulus. Se levanta colgajo de piel, se medializa cuerda del tímpano, se rebaja región postero superior del conducto auditivo externo óseo con cucharilla o fresa, hasta ver eminencia piramidal, platina y nervio facial. Después de haber visualizado y evaluado la fijación de la cadena osicular, se separa articulación incudo estapedial, se corta el tendón del estribo (**Figura 1**), y crura posterior con Laser CO₂ con pulso continuo de 2 W (**Figura 2**) y se extrae el arco del estribo previamente fracturado. Con un medidor de prótesis se mide la longitud desde el borde inferior de la rama larga de yunque a la platina. Se realiza una perforación circular de 0.8 mm en la platina con Láser CO₂ con el sistema *Acupulse Duo Surgi-Touch*, usualmente

usamos un ajuste de potencia de 23 W con un tiempo de exposición de 0.05 segundos por pulso (**Figura 3**). Luego se inserta una prótesis en la perforación y se engancha o aprieta a la rama larga del yunque. Se confirma movilidad

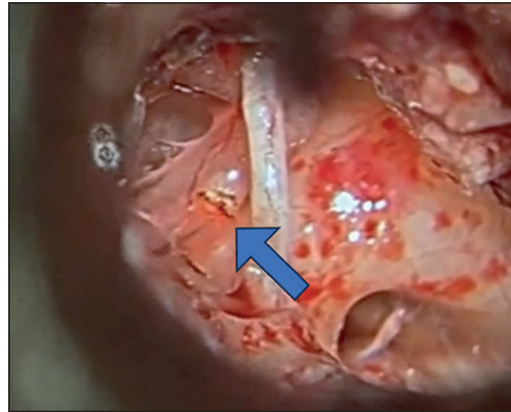


Figura 1. Corte del tendón de estribo con Láser CO₂ pulso continuo de 2W.

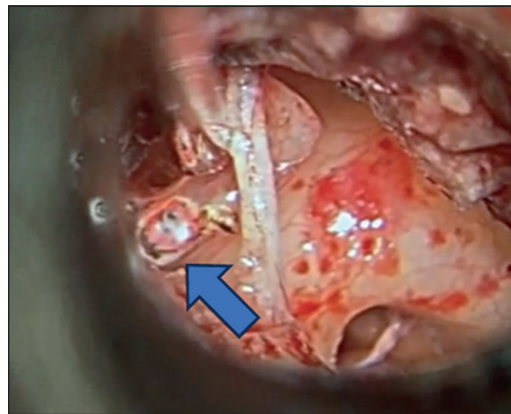


Figura 2. Corte crura posterior del estribo con Láser CO₂ pulso continuo de 2W.



Figura 3. Fenestración de la platina con Láser CO₂ superpulso de 23W con el sistema *Acupulse Duo Surgi-Touch*.

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

de la cadena. Finalmente, el nicho oval de la ventana se sella con un coágulo de sangre. Se reposiciona el colgajo tímpano meatal y se coloca gelita en conducto.

Resultados

En el período estudiado se operaron 37 oídos de 32 pacientes con el diagnóstico de otoesclerosis. La edad promedio fue de X: 50 años \pm 13,7 (19-71). El 78,4% (29) fueron mujeres y el 21,6% (8) fueron hombres.

El 19% (6) de los pacientes presentaba historia familiar de otoesclerosis. El 97% (31) de los pacientes presentaba otosclerosis bilateral. El promedio de evolución de enfermedad antes de consultar fue de 148,6 meses \pm 123,5 (4-504).

El 56,8% (21) de los oídos operado fue el derecho. En el 86% de los casos se realizó abordaje transcanal, el resto abordaje preauricular.

Se utilizó en diecisiete pacientes la prótesis de *Schuknecht* piston. (4,5 mm x 0,6 mm en 15 pacientes y 4,75 mm x 0,6 mm en 2 pacientes).

Se uso prótesis de *K-piston titanium* en diecisiete pacientes (4,5 mm x 0,6 mm en 16 pacientes y 4,75 mm x 0,6 mm en un paciente).

Se utilizó la prótesis de *Soft clip Titanium* 4,5 mm x 0,6 mm en 3 pacientes.

El tiempo operatorio fue en promedio de

80 \pm 27 minutos. Mediana 75 minutos. Rango 40-140 minutos.

Se requirió de 3,5 \pm 2 pulsos de láser con un rango de 1-20, para abrir la platina. En los casos con platina obliterada (11) se requirió de 7,5 disparos rango 3-20. En platina no obliterada (26) se requirió 1,8 disparos con un rango de 1-3.

En el 30% (11) pacientes la cirugía fue ambulatoria. El 54% (20) de los pacientes tubo una noche de hospitalización. El 16% (6) requirió de más de un día de hospitalización.

Dentro de las dificultades quirúrgicas se identificaron: platina obliterada (11/37), conducto auditivo externo estrecho (2/37), y platina flotante (1/37). Complicaciones intraoperatorias: ruptura accidental de membrana timpánica (2/37) y sección del nervio *chorda tympani* (2/37). Complicaciones posoperatorias: mareos/vértigo de duración < 1 mes (14/37), disgeusia (2/37) y tinnitus (2/37).

Cambios audiométricos: Hubo una disminución significativa del PTP aéreo y cierre del GAP posoperatorio ($p < 0,001$) (**Tabla 1**). Sin cambios significativos en el PTP óseo ni la discriminación ($p = 0,19$) después de los 3 meses posoperatorio (**Tabla 1**).

Hubo una Disminución significativa de dB aéreos a 4 kHz ($p < 0,001$), sin cambios en los dB óseo ($p = 0,24$) después de los 3 meses posoperatorio (**Tabla 2**).

Tabla 1. Resultados audiológicos en dB después de estapedostomía Láser CO₂

	Preoperatoria			Posoperatoria			P*
	X	DS	Rango	X	DS	Rango	
PTP Aérea	68,8	12	43-100	35,7	13	15-66-6	0,0000
PTP Ósea	29,9	13,4	8,3-58,3	23,3	9,5	0-33,3	0,19
Gap Aérea-Ósea	39,9	8,2	30-56,7	12,5	11,1	1,7-36,7	0,0000
Discriminación	89,7	11,8	72-100	92,7	7,8	76-100	0,17

PTP: Promedio tonal Puro (0.5–1–2 kHz), *test t de Student, Significativo $p < 0,05$.

Tabla 2. Resultado audiológicos después de estapedostomía Láser CO₂ en dB a 4KHz

	Preoperatoria			Posoperatoria			P*
	X	DS	Rango	X	DS	Rango	
Aérea	30,8	16,6	5-20	32,2	16,1	5-60	0,24
Ósea	66,2	18,8	40-100	46,1	20,9	15-90	0,0000

*test t de Student, Significativo $p < 0.05$.

El cierre de gap óseo-aéreo de igual o menor a 10 dB fue de un 56%, de igual o menor a 20 dB fue de un 85%, de igual o menor a 30 dB 89%.

Discusión

El perfil clínico de los pacientes operados es comparable con la literatura en cuanto edad, sexo y antecedentes familiares de otoesclerosis¹⁻⁴.

El tiempo operatorio usando el Láser CO₂ fue mayor a lo reportado en la literatura, esto puede deberse a la curva de aprendizaje del uso del Láser CO₂, y al uso de abordaje preauricular en 14% de los pacientes¹⁵⁻¹⁹.

Se utilizó diversos tipos de prótesis según la disponibilidad al momento de la cirugía y preferencia del cirujano, pero la tendencia fue usar prótesis de titanio.

Si bien el *Committee of Hearing and Equilibrium 2005 recomienda* al año el control audiológico hay evidencia que la audición se estabiliza luego de las 2 semanas siguientes a la estapedostomía por lo que se realizó control luego de los 3 meses posoperatorio¹³.

Nuestros resultados auditivos después de 3 o más meses son comparables con estudios nacionales que utilizan fresa o punzón para fenestar la platina^{1,3,4,8}, así como estudios internacionales y metaanálisis con estapedostomía Láser⁹⁻¹⁹.

Existe pocos trabajos que comparen fresa, perforación manual y el Láser CO₂, de los cuales ningún estudio demuestra superioridad de alguna de las técnicas¹⁶⁻¹⁸.

Al comparar los diversos tipos de Láser no se encuentran diferencias significativas en los resultados auditivos de frecuencias más graves¹⁶.

En nuestro estudio hay una diferencia estadísticamente significativa en la vía aérea a los 4kHz sin variación de la vía ósea, esto apoya el argumento que no hay daño en el oído interno como puede pasar con la utilización de fresas u otros tipos de Láser¹⁷.

Las complicaciones encontradas en nuestro estudio son comparables con las diferentes series¹⁵⁻¹⁸. La perforación timpánica se reparó intraoperatoriamente, la disgeusia por sección de la cuerda de tímpano se recuperó antes de los 6 meses. Los pacientes que refieren vértigo

y tinnitus se recuperaron antes del mes, similar a lo que se describe en la literatura, aunque Wegener en su revisión sistemática de 2014 encontró que el paciente operado con Láser presentaba más tinnitus¹².

En nuestra serie hubo un caso de platina flotante y 11 (29,7%) de platina oclerada, con buenos resultados auditivos. Delano en 2011 reporta 5% de platina oclerada⁴. Esta alta presencia de platina oclerada puede deberse a que nuestros pacientes tienen largos tiempos de espera para operarse. Si bien se recomienda el uso de fresas en este tipo de casos el Láser también es una buena opción¹⁸.

El caso de platinas complejas y estapedostomía de revisión es donde tiene más ventajas la aplicación del Láser CO₂ sobre otras técnicas, no así en la precidencia de nervio facial¹¹.

Con el uso del láser de CO₂ se evita la manipulación mecánica de la cadena osicular y se minimiza el traumatismo al oído interno. La energía térmica del láser CO₂ que penetra a oído interno es limitada y menos perjudicial que los efectos mecánicos.

Láser CO₂ con el sistema *Acupulse Duo Surgi-Touch* facilita la fenestración de la platina^{11,15}.

El alto costo de Láser CO₂ limita su uso en forma en forma masiva, de hecho, este es el primer reporte a nivel nacional de su uso en estapedostomía¹⁸.

En la **Tabla 3** se observa la ventajas y desventajas del uso de punzón, fresa (microfresa) y Láser CO₂.

La preferencia, experiencia, habilidades quirúrgicas del cirujano, la disponibilidad de material y la condición anatómica deben determinar en la elección de la técnica quirúrgica¹⁸.

Dentro de las limitaciones del estudio es el tamaño muestral de pacientes, sin poder hacer otras asociaciones con los resultados.

Conclusión

La Estapedostomía con Láser CO₂ con el sistema *Acupulse Duo Surgi-Touch* en otoesclerosis es una técnica segura, eficiente que permite obtener buenos resultados. En nuestra experiencia, el traumatismo del oído interno no fue evidenciado al preservar la vía ósea en las altas frecuencias de los pacientes.

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Tabla 3. Ventajas y desventajas de realiza la fenestración de la platina con Punzón, Fresa (microfresa) o Láser CO₂

	Punzón	Fresa (microfresa)	Láser CO ₂
Ventajas	Procedimientos rápido y sencillo. Factible de realizar incluso en casos de complejidad. Anatomía, como el nervio facial procedente. Bajo costo.	Perforación más precisa con control manual. Disponibilidad amplia en la mayoría de los centros quirúrgicos. Factible de realizar en platina osificada.	Precisión elevada en la fenestración sin contacto directo. Menos riesgo de fractura de la platina. Reduce el trauma acústico en el oído interno.
Desventajas	Riesgo de platina flotante. * Dificultada con platina osificada. Dificultada para controlar el tamaño exacto de la perforación.	Riesgo de fractura traumática de la platina. Trauma acústico causado por vibraciones del taladro.	Requiere equipo especializado y costos. Curva de aprendizaje más larga. Más difícil de realizar nervio facial procedente.

*Puede ser minimizada con técnica de supra estructura intacta.

Bibliografía

- Stott C, Ojeda S, Muñoz S, Moyano S. Oteoclerosis. Aspectos histopatológicos y resultados auditivos de la estapedostomía Oteoclerosis. *Histopathological features and stapedotomy hearing results. Rev Otorrinolaringol Cir Cabeza Cuello.* 2012; 72:125-32.
- Jurado Hernández S, Montes de Oca D, Alcázar Angie O. Diagnóstico y tratamiento de la Oteoclerosis. Guía de la práctica clínica, México: Secretaría de Salud. 2011. 1-59 p.
- Arias R, Silva M, Veloz M. Estapedostomía endoscópica: Experiencia en el Hospital del Salvador. 2015;122-8.
- Déllano P, Alvo A, Ojeda A, Stott C. Resultados auditivos y hallazgos quirúrgicos en pacientes con cirugía bilateral por oteoclerosis. *Rev Otorrinolaringol Cir Cabeza Cuello.* 2011;71(3): 203-6.
- Casas M., Rodríguez D., Miranda G., José K. Oteoclerosis: Revisión de aspectos etiopatogénicos, clínico-demográficos e imagenológicos. *Rev Chil Radiol.* 2016;22(3):108-13.
- Martínez S, González B. Signo del doble anillo en la oteoclerosis. *Rev Argentina Radiol.* 2016;80(3):217-8.
- Bernardo M, Dias J, Ribeiro D, Helena D, Condé A. Long-term outcome of oteoclerosis surgery. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2012;78(4):115-9.
- Lanas A, Stott C, Olavarría C. Oteoclerosis: Resultados Auditivos de Estapedectomía y Estapedostomía 1. 2002;115-22.
- Hunter JB, Zuniga MG, Leite J, Killeen D, Wick C, Ramirez J, et al. Surgical and audiologic outcomes in endoscopic stapes surgery across 4 institutions. *Otolaryngol - Head Neck Surg.* 2016;154(6):1093-8.
- Khorsandi MT, Jalali MM, Shoshi D. V. Predictive factors in 995 stapes surgeries for primary oteoclerosis. *Laryngoscope.* 2018;1-5.
- Boyev KP. Use of Lasers in Oteoclerosis Surgery. *Otolaryngol Clin North Am.* 2018;51(2):405-13. <https://doi.org/10.1016/j.otc.2017.11.009>
- Wegner I, Kamalski DMA, Tange RA, Vincent R, Stegeman I, Van Der Heijden GJM, et al. Laser versus conventional fenestration in stapedotomy for oteoclerosis: A systematic review. *Laryngoscope.* 2014;124(7):1687-93.
- Sergi B, Lucidi D, De Corso E, Paludetti G. Long-term follow-up after "one-shot" CO₂ laser stapedotomy: is the functional outcome stable during the years? *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology.* 2016;273(11):3623-9. doi: 10.1007/s00405-016-3976-7
- Schönfeld U, Weiming H, Hofmann VM, Jovanovic S, Albers AE. CO₂ laser stapedotomy safety: influence of laser energy and time on bone-conduction hearing levels. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology* [Internet]. 2017;274(12):4131-9. doi: 10.1007/s00405-017-4769-3
- Srivastava R, Cho W, Fergie N. The Use of Lasers in Stapes Surgery. *Ear, Nose & Throat Journal.* 2021;100(suppl 1):73S-76S. doi: 10.1177/0145561320937828
- Bartel R, Huguet G, Cruellas F, et al. Laser vs drill for footplate fenestration during stapedotomy: a systematic review and meta-analysis of hearing results. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 278, 9-14 (2021). doi: 10.1007/s00405-020-06117-1
- Mariani C, Carta F, Piras N, Marrosu V, Serra F, De Seta D, Puxeddu R. Evaluation of Audiological Results and Cochleo-Vestibular Subclinical Injury After CO₂ Laser Stapedotomy. *Lasers Surg Med* 2021;53:1186-1191. doi: 10.1002/lsm.23416
- De Vito A, Mandalà M, Soprani F, et al. Conventional approaches versus laser CO₂ surgery in stapes surgery: a multicentre retrospective study. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2022;279:2321-2327. doi: 10.1007/s00405-021-06926-y