

IMPLANTE COCLEAR EN SITUACIONES ANATÓMICAS COMPLEJAS. PETROSECTOMÍA SUBTOTAL

CAPÍTULO

26

Mario Sanna, Gianluca Piras, Diana Vlad, Enrico Pasanisi

INTRODUCCIÓN

Las indicaciones de implante coclear (IC) aumentaron espectacularmente en las últimas décadas debido a la evolución tecnológica de los dispositivos y a una cada vez mayor accesibilidad. Junto a esta expansión, los otólogos se enfrentan cada vez más a mayor cantidad de pacientes para los cuales una timpanotomía posterior (TP) clásica puede ser técnicamente desafiante o que presentan un riesgo elevado de complicaciones, como en la otitis media crónica (OMC), una mastoidectomía abierta previa, y malformaciones del oído interno (MOI). Las condiciones mencionadas anteriormente se abordaron a través de diversas técnicas quirúrgicas, de las cuales la petrosectomía subtotal (PST) se destacó en el tiempo como un procedimiento eficiente y confiable.¹⁻¹⁹ La realización de una PST y un IC en el mismo procedimiento es fácil de combinar y debe estar entre las opciones quirúrgicas a la hora de operar un IC.

En general, los objetivos de la PST son:

- Resolver las infecciones crónicas del oído medio o cavidad previa
- Resolver una fístula de LCR y/o el riesgo de meningitis
- Tener menor riesgo de extrusión de la guía de electrodos (GE)
- Mejorar el acceso y visibilidad

INDICACIONES

OMC/COLESTEATOMA/OSTEORRADIONECROSIS DEL HUESO TEMPORAL

Los riesgos más importantes de la implantación coclear en pacientes con OMC están representados por una recidiva de la infección que puede llevar, tanto a una laberintitis como a una meningitis, que conlleva a la extrusión del implante. Esto puede ser por la extrusión de la GE desde la cóclea o a través de la membrana timpánica, o la lesión de la piel retroauricular que recubre al receptor-estimulador.¹²⁻¹⁵ Además, debe considerarse el hecho de que el IC podría introducirse a través de un campo contaminado durante el mismo tiempo quirúrgico. En la otitis media supurativa crónica, la timpanoplastia o timpanomastoidectomía en el mismo procedimiento o en un segundo tiempo es la opción alternativa, aunque con un riesgo de recidiva de la enfermedad.¹²⁻¹⁸ Sin embargo, en el caso de una recidiva, la cirugía de revisión en presencia de un IC siempre constituye un desafío, con el grave peligro de sacrificar accidentalmente el IC durante el procedimiento. Preservar el IC durante el procedimiento

de revisión y al mismo tiempo realizar una cirugía radical con la extirpación de toda la patología es difícil, si no imposible. Por el contrario, un procedimiento por etapas significa posponer la implantación coclear, lo cual no siempre es favorable.

En los casos de colesteatoma, desde luego éste debe extirparse meticulosamente, pero puede operarse en un tiempo único con el IC, cuando el cirujano está convencido de la extirpación total de la patología. En caso de duda acerca de la extirpación total, se recomienda un procedimiento por etapas, es decir, una segunda cirugía de revisión en combinación con una implantación coclear luego de 6-12 meses. Sin embargo, también en la cirugía del colesteatoma, nunca hay una seguridad absoluta de la extirpación total de la patología. El colesteatoma residual o recurrente podría recidivar luego de 12 meses o incluso más.

En ambos tipos de patología (OMC con/sin colesteatoma), la PST otorga mayor seguridad para la extirpación de toda la enfermedad.^{16,18} Sin embargo, el seguimiento radiológico sigue siendo necesario debido al riesgo de colesteatoma residual en la cavidad obliterada.

Además, el taponamiento de la trompa de Eustaquio durante la PST evita toda conexión con la nasofaringe, excluyendo las infecciones por el contacto entre el oído medio y el IC. Un oído medio atelectásico es común en la OMC y puede conllevar al desarrollo de un colesteatoma; por lo tanto, en estos casos, debe considerarse realizar una PST. Además, en pacientes con una fisura palatina u otras causas de una función deficiente de la trompa de Eustaquio, también podría considerarse la PST.³⁹

En el caso de la osteorradionecrosis, la irrigación del hueso temporal se ve afectada generando, como resultado, un hueso necrosado. Esta patología puede tratarse con desbridamiento local, antibióticos locales, oxígeno hiperbárico y a veces, es necesaria la extirpación quirúrgica de los sequestróseos. Debido a la radiación, luego de tumores amigdalinos, nasofaríngeos o parotídeos, a menudo, con el paso del tiempo, la función coclear disminuye,²² lo cual podría conllevar a una hipoacusia bilateral con o sin osteorradionecrosis bilateral. El tratamiento de estos casos puede ser desafiante, pero un oído sin infecciones y rehabilitado con un IC no es imposible.²³

PRESENCIA DE UNA CAVIDAD RADICAL/TÉCNICA ABIERTA

Los primeros intentos de insertar un IC en una cavidad radical/mastoidectomía abierta conllevaron a un porcentaje elevado de complicaciones, principalmente la extrusión de la GE a través de un revestimiento epitelial muy delgado de la cavidad.^{10, 12, 24} Además, las cavidades están en contacto directo con el

entorno externo, y pueden infectarse fácil y repetidamente. Estos pacientes normalmente necesitan una limpieza de la cavidad 1 o 2 veces por año; y este procedimiento ambulatorio puede conllevar a un daño del revestimiento epitelial con un posible riesgo para el implante. Las infecciones de la cavidad producen un riesgo más elevado de desarrollar laberintitis y meningitis, y de extrusión del implante.

OSIFICACIÓN/OBLITERACIÓN COCLEAR

Una cóclea parcial o totalmente obliterada puede estar presente como resultado de:^{20,21,25}

- Meningitis bacteriana
- Enfermedad autoinmunitaria del oído interno
- Fractura del laberinto/hemorragia intracoclear/fístula perilinfática persistente
- Infección crónica del oído medio o la cavidad
- Falta de irrigación laberíntica (es decir, luego de una cirugía translaberíntica)
- Otoesclerosis

En presencia de osificación, el procedimiento de tunelización de la cóclea sería la primera opción para la rehabilitación auditiva, porque se sabe que la implantación coclear otorga mejores resultados que la respuesta auditiva con un IATC. Teóricamente, los procedimientos de tunelización pueden realizarse a través de un abordaje por TP. Sin embargo, esto puede conllevar a una situación peligrosa y complicada, dado que el limitado campo no permite controlar todos los puntos de referencia y tampoco es cómodo para realizar maniobras quirúrgicas de este tipo. Una complicación peligrosa del procedimiento de tunelización podría ser el daño a la arteria carótida, situada en estrecha relación con la parte más anterior de las espiras basal y media. La técnica abierta en la PST ofrece una vista generosa de toda la anatomía del oído medio y, de requerirse, ofrece la posibilidad de identificar estructuras adicionales como la arteria carótida y el bulbo yugular, lo cual hace que el daño de estructuras sea menos probable. El abordaje más amplio ofrece la posibilidad de realizar maniobras más seguras con un mejor acceso. Por desgracia, no todos los intentos de un procedimiento de tunelización conllevan a una implantación exitosa, ya que la luz coclear no siempre puede encontrarse. Por lo tanto, es aconsejable realizar estos casos difíciles de IC en un centro donde pueda realizarse la conversión a una cirugía de IATC durante el mismo procedimiento, una vez que fracasó el procedimiento de tunelización o drill-out.²⁵

MALFORMACIONES DEL OÍDO INTERNO

Hay 3 motivos para realizar la implantación coclear con el uso de la PST en las MOI.

En primer lugar, hay una necesidad de identificar los reparos anatómicos disponibles; las malformaciones de las estructuras del oído medio, como el nicho de la ventana redonda y el nervio facial, pueden estar presentes. En segundo lugar, la posibilidad de un gusher de líquido cefalorraquídeo (LCR) intraoperatorio es más elevada en las malformaciones del oído interno. En la literatura, hasta un 45% de los casos de IC con diversos tipos de

malformaciones conllevaron a una fuga de LCR durante la cirugía.²⁶⁻²⁸ El gusher se controla mejor mediante la obliteración del orificio de la trompa de Eustaquio, con la extracción de todas las celdillas peritubáricas, el cierre del conducto auditivo externo y la obliteración de la cavidad. En tercer lugar, en las malformaciones del oído interno, el riesgo de desarrollar meningitis durante la vida es más elevado que en la población con anatomía normal, incluso sin una cirugía de IC.²⁶ En algunas malformaciones del oído interno (en especial en la partición incompleta tipo I y tipo III), una estructura quística llena de perilinfa/LCR puede estar presente en el nicho de la ventana oval, con una platina del estribo incompleta.^{26,29} Para reducir el riesgo de toda la vida de meningitis en estos casos, se recomienda la PST, en especial para las malformaciones más severas.

En el caso de una cavidad común, la introducción de un electrodo recto se realiza más fácilmente a través de una técnica de translaberintotomía transmastoides. Sin embargo, en este tipo de malformación, también recomendamos una combinación con una PST, debido al riesgo de gusher intra y postoperatorio, y al riesgo más elevado de meningitis durante la vida del paciente.³⁸

FRACTURA DEL HUESO TEMPORAL CON AFECTACIÓN DE LA CÁPSULA ÓTICA

En traumatismos graves que conllevan a la fractura de la cápsula ótica con una hipoacusia neurosensorial, un implante coclear es una solución posible para la rehabilitación auditiva cuando el nervio coclear aún está intacto y la luz coclear es permeable.³⁰⁻³² Dado que las fracturas de la cápsula ótica no se curan con la formación de hueso nuevo sino sólo mediante una adherencia fibrosa, el riesgo, durante toda la vida, de desarrollar meningitis se mantiene, también sin haber realizado un IC. Cuando se utiliza un enfoque de IC estándar, este riesgo sigue siendo elevado.³³ En estos casos, la PST en combinación con la implantación coclear es obligatoria. Además, este procedimiento también brindará un mejor acceso y una mejor visión general del hueso temporal fracturado. Dado que las fracturas de la cápsula ótica, pueden conllevar a la osificación de la cóclea, es necesaria una evaluación de urgencia para la implantación coclear, con la realización de imágenes de urgencia, sobre todo en el caso de fracturas bilaterales.

CASOS DE REVISIÓN

Algunos casos de revisión en los cuales el cirujano anterior no pudo (repetidas veces) insertar correctamente la GE, podrían tratarse mejor por medio de una PST, que permite una visión despejada de todos los puntos de referencia del oído medio y también la posibilidad de una mejor tunelización.

CONDICIONES ANATÓMICAS DESFAVORABLES PARA UNA TIMPANOTOMÍA POSTERIOR

En los casos con un seno sigmoide ubicado muy anteriormente u otras limitaciones anatómicas, no será fácil realizar una TP; la conversión a la técnica abierta brindará un acceso mucho más fácil en estos casos. Además, en el caso de presencia de meningocele o fuga de LCR preexistente, una PST + IC sería el tratamiento elegido.^{8,34}

CONTRAINDICACIONES, COMPLICACIONES, SEGUIMIENTO

La contraindicación absoluta para una PST es la presencia de una audición residual que debe preservarse y utilizarse por medio de la estimulación electroacústica.³⁵ En esta técnica, el procesador del habla se complementa con un audífono (auditivo) intraconducto. Un conducto auditivo externo abierto es obligatorio para la estimulación acústica; y éste ya no está disponible luego de la cirugía de PST.

Pueden surgir contraindicaciones relativas en presencia de una infección purulenta activa del oído medio o la cavidad. Especialmente en infecciones con microorganismos multirresistentes o en la tuberculosis, esto es de importancia. El procedimiento puede realizarse cuando el riesgo de desarrollar meningitis o de no controlar la infección se considera demasiado elevado. En estos casos, debe realizarse una PST por separado con la erradicación total de la infección bajo cobertura antibiótica. Luego de 3 a 6 meses, cuando no hay ningún signo de infección, la cavidad obliterada puede reabrirse y puede proseguirse con la implantación coclear. El uso de grasa para obliterar la cavidad en vez de músculo facilita la identificación de los puntos de referencia durante la segunda etapa de la cirugía, debido al hecho de que hay menos adherencias. El mismo principio se aplica a los casos de colesteatoma cuando el cirujano no está seguro de la extirpación total de la patología.

Los riesgos atribuidos específicamente al abordaje de la PST son la infección de la grasa abdominal, la ruptura del cierre en fondo de saco realizado en el CAE, y la compresión del colesteatoma en la cavidad cerrada, llamado "colesteatoma atrapado". Los riesgos adicionales están relacionados con la herida abdominal para la recolección de la grasa: puede surgir una infección o un hematoma subcutáneo.

Aunque no sea el gold estándar para detectar un colesteatoma residual, las imágenes de TC para el seguimiento del paciente

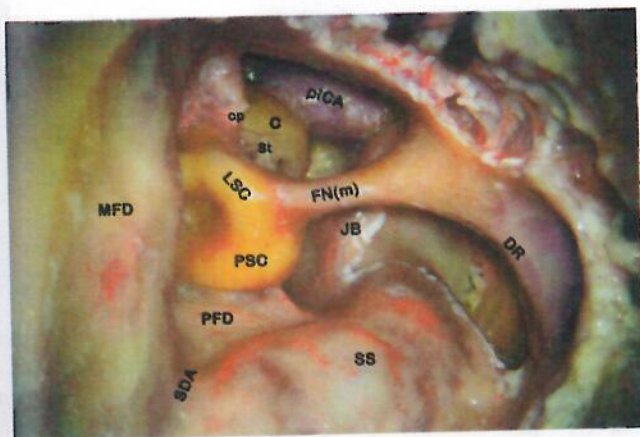


Figura 1. Fisura timpanomastoidea luego de la petrosectomía subtotal. MFD: dura de la fosa media, SDA: ángulo sinodural, SS: seno sigmoide, DR: cresta digástrica, PFD: duramadre de la fosa posterior, JB: bulbo yugular, PSC: canal semicircular posterior, LSC: canal semicircular lateral, FN(m): segmento mastoideo del nervio facial, cp: proceso cocleariforme, St: estribo, C: cóclea, pICA: segmento petroso de la arteria carótida interna.

al primer año, y a los 3, 5 y 10 años posteriores son una buena opción de seguimiento. La capacidad de la TC en esta situación en particular mejora con la presencia de grasa abdominal que crea una interface ideal para la diferenciación.^{1,36}

PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO

INCISIÓN CUTÁNEA

Una incisión retroauricular amplia, a lo largo de la línea de nacimiento del cabello otorga un mejor acceso; el pabellón auditivo y el tejido subcutáneo deben reflejarse anteriormente para el trabajo en el cierre del CAE en forma de fondo de saco.

COLGAJO PEDICULADO ANTERIOR

Se crea un colgajo subcutáneo o de periostio amplio, pediculado anteriormente, luego del abordaje clásico de PST.³⁷ Se deja sujeto anteriormente y se utiliza para el cierre de la segunda capa del canal auditivo externo. Además, el cartílago del trago puede utilizarse como segunda capa. También puede usarse un colgajo pediculado inferiormente o superiormente, según la cantidad de tejido y la preferencia del cirujano.

CIERRE EN FONDO DE SACO DEL CONDUCTO AUDITIVO EXTERNO

En el plano debajo del colgajo pediculado, la piel y el cartílago del canal auditivo externo se transeccionan. Anteriormente, puede pasarse una pinza debajo del tejido subcutáneo anterior desde el cartílago del trago para la protección de la cápsula vascular de la glándula parótida y las ramas del nervio facial. Una sección transversal más lateral de la piel y el cartílago del canal auditivo externo otorga un riesgo menor para la cápsula de la parótida y las ramas del nervio facial. La piel de la parte lateral del canal externo se eleva desde el cartílago en una longitud de 1 cm y posteriormente se evierte. Si se realiza con microscopio o con lupas oculares, se facilitará su realización. Los bordes de la piel, ahora afuera, se suturan con hilo de sutura vicryl 4.0 reabsorbible. La segunda capa, que consiste de tejido subcutáneo o cartílago del trago, ahora se pliega y se sutura al borde anterior del cartílago restante.

EXTIRPACIÓN DE LA PIEL DE LA PARTE LATERAL DEL CANAL EXTERNO

La piel del canal externo se eleva desde el canal auditivo externo hasta el nivel del anulus. La parte lateral de la piel es extirpada. La parte más medial es extirpada en una etapa posterior junto con la membrana timpánica, el anillo y los huesecillos.

MASTOIDECTOMÍA ABIERTA

Luego de movilizar el tejido subcutáneo y el músculo temporal, ahora puede realizarse una mastoidectomía abierta, extrayendo la mayor cantidad posible de celdillas neumatizadas. Algunos cirujanos también extraen la punta mastoidea.

EXTIRPACIÓN DE LA PIEL DE LA PARTE MEDIAL DEL CONDUCTO AUDITIVO EXTERNO CON EL ANNULUS TIMPÁNICO, EL MARTILLO Y EL YUNQUE

Los restos mediales de la piel del canal auditivo externo con el annulus timpánico ahora se elevan. La articulación incudostapedial se separa. La piel, el annulus y la membrana timpánica con el martillo y el yunque ahora pueden extirparse en bloque para disminuir el riesgo de epidermis residual.

EXPOSICIÓN Y CIERRE DE LA TROMPA DE EUSTAQUIO

El hueso alrededor del orificio de la trompa de Eustaquio puede extirparse. Las celdillas peritubáricas también deben erradicarse porque pueden formar una vía para el LCR hacia la nasofaringe, sorteando la trompa de Eustaquio cerrada. El revestimiento mucoso de la entrada de la trompa de Eustaquio se moviliza y se pliega hacia ésta. La mucosa puede cauterizarse con coagulación bipolar, luego de la cual el orificio se rellena con músculo, cartílago y cera de hueso para el bloqueo de la caja timpánica. Un trozo de fascia de músculo temporal puede utilizarse como segunda capa. Además, se extirpa toda la mucosa de la caja del tímpano. Esto podría brindar una mejor adhesión de la grasa al hueso y también prevenir quistes de la mucosa.

FRESADO DEL LECHO PARA EL RECEPTOR

Según el tipo de implante, se fresa un lecho para el receptor, o se crea un bolsillo debajo del músculo temporal.

RECOLECCIÓN DE LA GRASA ABDOMINAL

La grasa abdominal se recolecta justo debajo y medial al nivel de la espina ilíaca anterior con el uso de una incisión horizontal de aproximadamente 2 cm. Preferentemente, la grasa se recolecta del lado izquierdo para evitar la confusión con una incisión de

apendicectomía en el futuro. La hemostasia es importante, ya que muchos vasos pequeños pasan por la grasa, y se realiza con el uso de coagulación bipolar y suturas. La herida abdominal se cierra en dos capas.

EXPOSICIÓN DE LA VENTANA REDONDA

En comparación con la implantación coclear normal, el nicho de la ventana redonda se ensancha fresando los márgenes anterior e inferior.

INSERCIÓN DEL ELECTRODO COCLEAR

Se realiza una inserción a través de la ventana redonda comparable a la implantación coclear estándar, o una cocleostomía, según la patología.

PRUEBAS AUDIOFISIOLÓGICAS

Se miden las impedancias, los reflejos estapediales y la respuesta telemétrica neural (RTN).

SELLADO DE LA COCLEOSTOMÍA

La GE se fija con un pequeño trozo de fascia temporal en el nicho de la ventana redonda. El receptor-estimulador se fija con una sutura no reabsorbible, a través de dos canales óseos perforados, o mediante tornillos, según el tipo de implante. El músculo temporal cubre y protege al receptor-estimulador y permanece en su ubicación anatómica.

OBLITERACIÓN DE LA CAVIDAD CON GRASA

La cavidad luego se rellena con la grasa abdominal, la cual se corta en pedazos pequeños. Puede utilizarse cola de fibrina.

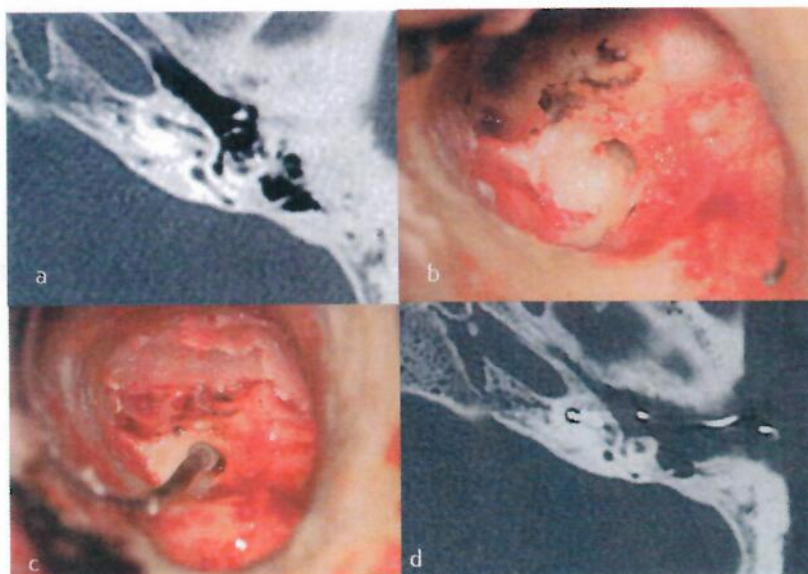


Figura 2. Caso de osificación de la espira basal con rampa vestibular evidente. **a.** Paciente con otoesclerosis avanzada. La ventaja de una PST es un acceso quirúrgico más amplio con un control completo de las espiras cocleares y un procedimiento de perforación más seguro. **b.** La perforación de la espira basal de la cóclea mostró sólo la rampa vestibular. **c.** La matriz se insertó en la rampa vestibular. **d.** TC postoperatoria confirmando inserción de la matriz.

CIERRE

La herida se cierra en 2 o 3 capas, con el uso de suturas no reabsorbibles. Los colgajos de periostio y superiormente el músculo

temporal, que permanecen en su ubicación anatómica, cubren la grasa. Se coloca un vendaje cefálico durante al menos 48 horas.

REFERENCIAS

- Sanna M, Free R, Merkus P, et al. *Surgery for Cochlear and Other Auditory Implants*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2016.
- Cassery P, Friedland PL, Atlas MD. The role of subtotal petrosectomy in cochlear implantation. *J Laryngol Otol*. 2016;130:S35-40.
- Polo R, Del Mar Medina M, Aristegui Met al. Subtotal Petrosectomy for Cochlear Implantation: Lessons Learned After 110 Cases. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2016; 125:485-94.
- Barañano CF, Kopelovich JC, Dunn CC, Gantz BJ, Hansen MR. Subtotal Petrosectomy and Mastoid Obliteration in Adult and Pediatric Cochlear Implant Recipients. *Otol Neurotol*. 2013; Dec;34(9):1656-9.
- Szymański M, Ataide A, Linder T. The use of subtotal petrosectomy in cochlear implant candidates with chronic otitis media. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2016;273:363-370.
- Postelmans JTF, Stokroos RJ, Linmans JJ, Kremer B. Cochlear implantations in patients with chronic otitis media: 7-years' experience in Maastricht. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2009;266:1159-1165.
- Bernardeschi D, Nguyen Y, Smail M, et al. Middle Ear and Mastoid Obliteration for Cochlear Implant in Adults: Indications and Anatomical Results. *Otol Neurotol*. 2015;36:604-9.
- Free RH, Falcioni M, Di Trapani G, Giannuzzi AL, Russo A, Sanna M. The role of subtotal petrosectomy in cochlear implant surgery—a report of 32 cases and review on indications. *Otol Neurotol*. 2013;34:1033-1040.
- Altuna, X., García, L., Martínez, Z., Pinedo MF. The role of subtotal petrosectomy in cochlear implant recipients. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2017;274: 4149.
- Issing PR, Schonemark MP, Winkelmann S, et al. Cochlear implantation in patients with chronic otitis: indications for subtotal petrosectomy and obliteration of the middle ear. *Skull Base* 1998; 3:127Y31
- Gray RF, Irving RM. Cochlear implants in chronic suppurative otitis media. *Am J Otol* 1995;16:682-686
- Leung R, Briggs RJS. Indications for and outcomes of mastoid obliteration in cochlear implantation *Otol Neurotol* 2007;28:330Y4.
- Vincenti V, Pasanisi E, Bacciu A, Bacciu S. Long-term results of external auditory canal closure and mastoid obliteration in cochlear implantation after radical mastoidectomy: a clinical and radiological study. *Eur Arch Otolaryngol*. 2014;27:2127-2130.
- Kim CS, Chang SO, Lee HJ et al. Cochlear implantation in patients with a history of chronic otitis media. *Acta Otolaryngol* 2004;124:1033-1038
- Incesulu A, Kocaturk S, Vural M: Cochlear implantation in chronic otitis media. *J Laryngol Otol* 2004;118:3-7.
- Sanna M, Dispenza F, Flanagan S, De Stefano A, Falcioni M. Management of chronic otitis by middle ear obliteration with blind sac closure of the external auditory canal. *Otol Neurotol*. 2008 Jan;29:19-22.
- Prasad SC, Roustan V, Piras G, Caruso A, Lauda L, Sanna M. Subtotal petrosectomy: Surgical technique, indications, outcomes, and comprehensive review of literature. *Laryngoscope*. 2017;127:2833-2842.
- Vashishth A, Fulcheri A, Prasad SC, Dandinarsaiah M, Caruso A, Sanna M. Cochlear Implantation in Chronic Otitis Media With Cholesteatoma and Open Cavities: Long-term Surgical Outcomes. *Otol Neurotol*. 2018;39:45-53.
- Cohen NL, Hoffman R. Complications of cochlear implant surgery in adults and children. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1991;100:708-711.
- Vashishth A, Fulcheri A, Prasad SC, Bassi M, Rossi G, Caruso A, Sanna M. Cochlear Implantation in Cochlear Ossification: Retrospective Review of Etiologies, Surgical Considerations, and Auditory Outcomes. *Otol Neurotol*. 2018 ;39:17-28.
- Vashishth A, Fulcheri A, Rossi G, Prasad SC, Caruso A, Sanna M. Cochlear Implantation in Otosclerosis: Surgical and Auditory Outcomes With a Brief on Facial Nerve Stimulation. *Otol Neurotol*. 2017;38: e345-e353.
- van der Putten L, de Bree R, Plukker JT, Langendijk JA, Smits C, Burlage FR, Leemans CR. Permanent unilateral hearing loss after radiotherapy for parotid gland tumors. *Head Neck*. 2006;28(10):902-8
- Adunka OF, Buchman CA. Cochlear implantation in the irradiated temporal bone. *J Laryngol Otol*. 2007 Jan;121(1):83-6.
- Pasanisi E, Vincenti V, Bacciu A, Guida M, Berghenti T. Cochlear implantation in radical mastoidectomy cavities. *Otol Head Neck Surg*. 2002; 127:432-6
- Sanna M, Khrais T, Guida M, Falcioni M. Auditory brainstem implant in a child with severely ossified cochlea. *Laryngoscope* 2006; 116:1700-03
- Sennaroglu L: Cochlear implantation in inner ear malformations – a review article. *Cochlear Implants Int* 2010;11(1):4-41.
- Farhood Z, Nguyen SA, Miller SC, Holcomb MA, Meyer TA, Rizk HG. Cochlear Implantation in Inner Ear Malformations: Systematic Review of Speech Perception Outcomes and Intraoperative Findings. 2017;156:783-793
- Isaiah A, Lee D, Lenes-Voit F, et al. Clinical outcomes following cochlear implantation in children with inner ear anomalies. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2017; Feb 1;93:1-6.
- Ehmer DR Jr, Booth T, Kutz JW Jr, Roland PS. Radiographic diagnosis of trans-stapedial cerebrospinal fluid fistula. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2010;142(5):694-8.
- Khwaja S, Mawman D, Nichani J, Bruce I, Green K, Lloyd S. Cochlear implantation in patients profoundly deafened after head injury. *Otol Neurotol*. 2012;33:1328-32.
- Serin GM, Derinsu U, Sarı M, et al. Cochlear implantation in patients with 470 bilateral cochlear trauma. *Am J Otolaryngol*. 2010;31:350-5.
- Medina M, Di Lella F, Di Trapani G, et al. Cochlear implantation versus auditory brainstem implantation in bilateral total deafness after head trauma: personal experience and review of the literature. *Otol Neurotol*. 2014;35:260-70.
- Sudhoff H, Linthicum FH: Temporal bone fracture and latent meningitis: temporal bone histopathology - study of the month. *Otol Neurotol* 2003; 24:521-522.
- Feenstra L, Sanna M, Zini C, Gamoletti R, Delogu P. Surgical treatment of brain herniation into the middle ear and mastoid. *Am J Otolaryngol* 1985; 4:311-313
- Von Ilberg CA, Baumann U, Kiefer J, Tillein J, Adunka OF: Electric-acoustic stimulation of the auditory system: a review of the first decade. *Audiol Neurootol* 2011; 16:1-30.
- De Foer B, Vercruyse JP, Pouillon M, et al. Value of high-resolution computed tomography and magnetic resonance imaging in the detection of residual cholesteatomas in primary bony obliterated mastoids. *Am J Otolaryngol* 2007; 28:230-234
- Fisch U, Mattox D. *Microsurgery of the skull base*, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1988
- McElveen, JT, Carrasco VN, Miyamoto RT, Linthicum FH. Cochlear implantation in common cavity malformations using a transmastoid labyrinthotomy approach. *Laryngoscope* 1997;107:1032-1036
- Roehm PC, Gantz BJ: Cochlear implant explantation as a sequel of severe chronic otitis media: case report and review of the literature. *Otol Neurotol* 2006; 27:332-336