

TESIS DOCTORAL



Análisis de la variación y estabilización de los parámetros de programación del implante coclear en relación al tiempo post implantación.

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA

FACULTAT DE MEDICINA I ODONTOLOGIA

DEPARTAMENT DE CIRURGIA

Programa de Doctorado 3139 MEDICINA

Doctoranda: Clara Espina González

DIRECTORES:

Dr. Antonio Morant Ventura

Dr. Ignacio Pla Gil

Prof. Jaime Marco Algarra

Valencia, enero 2023

ANTONIO MORANT VENTURA, Doctor en Medicina y Cirugía, Profesor Asociado de Otorrinolaringología de la Universidad de Valencia y Médico Adjunto del Servicio de Otorrinolaringología del Hospital Clínico Universitario de Valencia.

IGNACIO PLA GIL, Doctor en Medicina y Cirugía por la Universidad de Valencia, y Médico Adjunto del Servicio de Otorrinolaringología del Hospital Clínico Universitario de Valencia.

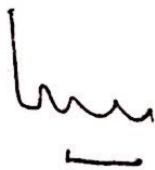
JAIME MARCO ALGARRA, Doctor en Medicina y Cirugía, Catedrático de Otorrinolaringología de la Universidad de Valencia y Jefe del Servicio de Otorrinolaringología del Hospital Clínico Universitario de Valencia.

CERTIFICA/N:

Que la presente memoria, titulada “**Análisis de la variación y estabilización de los parámetros de programación del implante coclear en relación al tiempo post implantación**” corresponde al trabajo realizado bajo su dirección por Dña.**CLARA ESPINA GONZÁLEZ**, para su presentación como Tesis Doctoral en el Programa de Doctorado en Fisiología de la Universitat de València.

Y para que conste firman el presente certificado en Valencia, a 24 de enero de 2023.

Fdo:



Antonio Morant Ventura



Ignacio Pla Gil



Jaime Marco Algarra

A mis padres,
quienes siempre han sido para mí
el más importante de los pilares sobre los que apoyarme.
Gracias por el amor incondicional, por la paciencia,
por empujarme siempre hacia adelante
y por acompañarme en el camino.

AGRADECIMIENTOS

Al Profesor Jaime Marco por transmitirme las enseñanzas de la profesión y contribuir a mi formación no solo como especialista en otorrinolaringología, sino como persona y parte de un gran equipo.

A mis directores de tesis, Dr. Morant y Dr. Pla, por su capacidad de análisis y su dedicación, por cada corrección y cada apunte.

A todos mis compañeros del Hospital Clínico de Valencia, en especial a María, Vicente, Tomás y Miguel. Gracias a todos por ser una familia para mi durante 4 años y gracias por formarme, por animarme con este proyecto y por ayudarme a convertirme en la médica que hoy soy.

A mis amigos Helen y Carbayo por estar siempre ahí, por darme ánimos en la recogida de datos y en el proceso de redacción y, en definitiva, por apoyarme en cada paso de este largo proceso.

Y por supuesto a Edu, por quererme y cuidarme siempre.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	7
ÍNDICE.....	9
LISTADO DE ABREVIATURAS	13
LISTADO DE FIGURAS Y TABLAS	19
LISTADO DE FIGURAS	21
LISTADO DE TABLAS.....	27
INTRODUCCIÓN	35
ESTADO ACTUAL DE LA CUESTIÓN	37
Aumento de prevalencia de la implantación coclear.....	37
HIPOACUSIA NEUROSENSORIAL.....	41
Definición	41
Clasificación	42
Etiología y epidemiología	43
Tratamiento y pronóstico.....	45
IMPLANTE COCLEAR	47
Recuerdo histórico	47
Definición y componentes del implante coclear.....	50
Modelos de implante coclear MED-EL	51
Indicaciones de implantación coclear.....	53
Diferencias en cuanto a la técnica quirúrgica de colocación de implante coclear.....	54
PARÁMETROS DE PROGRAMACIÓN DEL IMPLANTE COCLEAR.....	56
Modos de estimulación eléctrica	56
Definición de los parámetros de programación	57
Evolución de los parámetros de programación en el tiempo	61
Calendario de visitas de programación.....	66
JUSTIFICACIÓN DE LA TESIS.....	67
OBJETIVOS DE LA TESIS E HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	69

Hipótesis de trabajo	71
Objetivos	71
METODOLOGÍA	73
DISEÑO DEL ESTUDIO	75
VARIABLES ANALIZADAS	76
Variables clínicas.....	76
Variables relacionadas con el implante coclear.....	77
Variables auditivas	79
OBTENCIÓN DE LA MUESTRA Y BASE DE DATOS	80
Tamaño de la muestra.....	81
CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN	82
Criterios de inclusión.....	82
Criterios de exclusión.....	82
PROTOCOLO DE SEGUIMIENTO	84
Protocolo de realización de audiometrías.....	85
Dispositivos del implante coclear	86
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	87
Análisis descriptivo.....	87
Análisis inferencial.....	87
LIMITACIONES DEL DISEÑO DEL ESTUDIO	89
RESULTADOS	91
Estadística descriptiva	93
Antecedentes y etiología	94
Audiometría previa y adaptación protésica previa.....	95
Características del implante.....	96
Cirugía.....	97
Resultados auditivos tonales	98
Resultados auditivos verbales.....	99
Evolución en el tiempo de los parámetros de programación	101
MCL (umbral de confort).....	101
THR (umbral auditivo).....	105
Rango dinámico (DR)	109
Impedancia eléctrica	113

Evolución en el tiempo de los umbrales audiométricos tonales y verbales ...	117
Evolución de audiometrías tonales en campo libre.....	117
Evolución de las audiometrías verbales.....	118
Relación entre MCL, THR e impedancia con variables clínicas	123
Relación de MCL con otras variables clínicas	123
Relación con la edad de inicio de la hipoacusia	123
Relación con la edad de realización de la cirugía	126
Relación con el umbral auditivo previo.....	128
Relación con la adaptación audioprotésica previa	129
Relación con la técnica quirúrgica empleada	131
Relación con la etiología de la hipoacusia	131
Relación de THR con otras variables clínicas.....	133
Relación con el tiempo desde la estabilización de la hipoacusia	133
Relación con la edad de realización de la cirugía	134
Relación con el umbral auditivo previo.....	135
Relación con la adaptación audioprotésica previa	138
Relación con la técnica quirúrgica empleada	139
Relación con la etiología de la hipoacusia	142
Relación de la impedancia eléctrica con otras variables clínicas	143
Relación con la edad de realización de la cirugía	143
Relación con umbrales audiométricos previos.....	144
Relación con la técnica quirúrgica empleada	146
Relación con la etiología de la hipoacusia.....	146
Relación de los resultados audiométricos con variables clínicas.....	147
Relación de la audiometría tonal en campo libre con variables clínicas.....	147
Relación de las audiometrías verbales con variables clínicas.....	148
Relación con la edad de inicio de la hipoacusia	148
Relación con el tiempo de estabilización de la hipoacusia.....	150
Relación con los umbrales audiométricos previos.....	150
Relación con la adaptación bimodal contralateral	152
Correlación entre MCL, THR e impedancia	155
Correlación entre MCL, THR e impedancia con resultados audiométricos.....	159
Correlación con audiometría tonal en campo libre	159
Correlación con audiometrías verbales.....	160
Correlación audiometrías verbales con audiometría en campo libre.....	162

DISCUSIÓN.....	165
Recapitulación de los resultados	167
Estabilización en el tiempo.....	167
Factores que incluyen en MCL.....	168
Factores que influyen en THR.....	169
Factores que influyen en impedancia.....	171
Correlación de MCL, THR e impedancia	172
Estabilización de MCL	173
Estabilización de THR.....	180
Estabilización del rango dinámico (DR)	185
Estabilización de Impedancia eléctrica	186
Correlación entre MCL, THR e impedancia	191
Diseño de un protocolo hospitalario de seguimiento post-implantación.....	197
Perspectiva de futuro	203
CONCLUSIONES	207
BIBLIOGRAFÍA.....	211
ANEXOS.....	231

LISTADO DE ABREVIATURAS

AAA	American Academy of Audiology
AB	Advanced Bionics
AINE	Antiinflamatorio no esteroideo
ARS	Active stimulation range
BIAP	<i>Bureau</i> Internacional d'Audiophonologie
BTE	Behind the ear
C-Level	Current level
CAI	Conducto auditivo interno
CEIM	Comité ético de investigación con medicamentos del Hospital Clínico Universitario de Valencia
CODEPEH	Comisión para la detección precoz de la hipoacusia
Cu	Unidades clínicas
dB	Decibelios
DR	Dynamic Range
ECAP	Potencial de acción compuesta evocada
EDR	Electric Dynamic Range
EEUU	Estados Unidos
ESRT	Reflejo estapedial evocado eléctricamente

FDA	Food and Drugs Administration
GBI	Glasgow Benefit Index
HHIA	Hearing Handicap Inventory for Adults
HNS	Hipoacusia neurosensorial
Hz	Hertzio
I	Impedancia eléctrica
IC	Implante coclear
IDR	Input Dynamic range
INCLIVA	Instituto de Investigación Sanitaria (Valencia)
LSD	Prueba de la diferencia mínima significativa
MCL	Maximum comfort level
NCIQ	Nijmegen Cochlear Implant Questionnaire
NIDCD	National Institutes of Health. National Institute on Deafness and Other Communication Disorders
NIH	National Institute of Health
PTA	Pure tone average (Promedio de tonos puros)
Qu	Unidades de carga
RM	Resonancia magnética

SD	Standard deviation
SNCIQ	Spanish Nijmegen Cochlear Implant Questionnaire
T-level	Threshold level
TC	Tomografía computarizada
THR	Threshold level
WHO	World Health Organization

Tabla 1. Listado de abreviaturas utilizadas.

LISTADO DE FIGURAS Y TABLAS

LISTADO DE FIGURAS

1. Figura 1. Centros implantadores en España en 2020.
2. Figura 2. Figura adaptada de Bratt, Gene; Campbell K. et als. *Audiology Clinical Practice Algorithms and Statements*. *Audiol Today*. 2000;(Special Issue):32–49.
3. Figura 3. William F. House junto a Tracy, la primera niña menor de 5 años en recibir un implante coclear. Figura obtenida de <https://houseinstitute.com>.
4. Figura 4. Resumen gráfico de la historia y el desarrollo temporal del implante coclear. Adaptado de Sanna M, Free R, Merkus P, Falcioni Ma. *Surgery for Cochlear and Other Auditory Implants*. Thieme; 2016
5. Figura 5. Partes que componen un implante coclear. Implante coclear Synchrony 2. Figura adaptada de <https://www.medel.com>.
6. Figura 6. Procesador de audio Sonnet 2 y procesador RONDO. Figura obtenida de <https://www.medel.com>.
7. Figura 7. Input dynamic range. Figura obtenida de Wolfe J, Schafer E. *Programming Cochlear Implants. A volume in the Core Clinical Concepts in the Audiology Series*. 2nd ed. Plural Publishing Inc; 2015.
8. Figura 8. evolución de THR y MCL durante 12 meses postoperatorio. Figura obtenida de Ruiz Gómez M. *Potenciales del tronco cerebral evocados mediante estimulación eléctrica en pacientes con implante coclear*. Universidad de Granada; 2002.
9. Figura 9. Cambios en la impedancia a lo largo de los 12 primeros meses postoperatorios en función de la técnica quirúrgica. Figura obtenida de Gu P, Jiang Y, Gao X, Huang S, Yuan Y, Wang G, et al. *Effects of cochlear implant surgical technique on post-operative electrode impedance*. *Acta Otolaryngol*. 2016;136(7):677–81.
10. Figura 10. Apariencia de la pantalla de ajuste de MCL, THR e impedancia, entre otros factores. Software MAESTRO de MED-EL versión 7.0
11. Figura 11. Etiología de la hipoacusia.

12. Figura 12. Representación audiométrica de la media de los umbrales auditivos en la muestra de pacientes del estudio, en oído derecho (rojo) y en oído izquierdo (azul). El eje de abscisas corresponde a los dB y el de ordenadas corresponde a los Hz.
13. Figura 13. Distribución del número de pacientes implantados por año durante la recogida de datos para el desarrollo del estudio (2000-2015).
14. Figura 14. Promedio de los resultados de audiometrías en campo libre con implante coclear realizadas un año tras la cirugía. El eje de abscisas corresponde a los dB y el de ordenadas corresponde a los Hz.
15. Figura 15. Promedio de los resultados de audiometrías en campo libre con implante coclear realizadas 3 años tras la cirugía. El eje de abscisas corresponde a los dB y el de ordenadas corresponde a los Hz.
16. Figura 16. Promedio de los resultados de audiometrías en campo libre con implante coclear realizadas 5 años tras la cirugía. El eje de abscisas corresponde a los dB y el de ordenadas corresponde a los Hz.
17. Figura 17. Promedio de los resultados de audiometrías verbales (test de bisílabos y test de frases) con implante coclear o adaptación bimodal en casos de pacientes portadores de audífono contralateral al implante, realizadas en la visita preoperatoria, un año, 3 años y 5 años tras la cirugía. Resultados expresados en porcentajes (%).
18. Figura 18. Evolución a lo largo de los primeros 5 años tras la implantación coclear del parámetro MCL (umbral de confort).
19. Figura 19. Evolución de MCL en el tiempo. Cada caja concentra al 50% de los casos, la línea horizontal que la divide representa la mediana. Los bordes superior e inferior de la caja se corresponden con el 1er y 3er cuartil. Los círculos representan los valores atípicos, y los asteriscos los extremos.
20. Figura 20. Evolución a lo largo de los primeros 5 años tras la implantación coclear del parámetro THR (umbral auditivo).
21. Figura 21. Evolución de THR en el tiempo. Cada caja concentra al 50% de los casos, la línea horizontal que la divide representa la mediana. Los bordes superior e inferior de la caja se corresponden con el 1er y 3er cuartil. Los círculos representan los valores atípicos, y los asteriscos los extremos.

22. Figura 22. Evolución a lo largo de los primeros 5 años tras la implantación coclear del parámetro DR (rango dinámico).
23. Figura 23. Evolución de DR en el tiempo. Cada caja concentra al 50% de los casos, la línea horizontal que la divide representa la mediana. Los bordes superior e inferior de la caja se corresponden con el 1er y 3er cuartil. Los círculos representan los valores atípicos, y los asteriscos los extremos.
24. Figura 24. Evolución a lo largo de los primeros 5 años tras la implantación coclear del parámetro impedancia eléctrica.
25. Figura 25. Evolución de la impedancia en el tiempo. Cada caja concentra al 50% de los casos, la línea horizontal que la divide representa la mediana. Los bordes superior e inferior de la caja se corresponden con el 1er y 3er cuartil. Los círculos representan los valores atípicos, y los asteriscos los extremos.
26. Figura 26. Representación mediante diagrama de cajas y bigotes de las audiometrías en campo libre con implante coclear realizadas al año tras la cirugía, y a los 3 años y 5 años tras la cirugía. Cada caja concentra al 50% de los casos, la línea horizontal que la divide representa la mediana. Los bordes superior e inferior de la caja se corresponden con el 1er y 3er cuartil. Los círculos representan los valores atípicos, y los asteriscos los extremos.
27. Figura 27. Representación mediante diagrama de cajas y bigotes del test de bisílabos preoperatorios y los realizados al año tras la cirugía, y a los 3 años y 5 años tras la cirugía. Cada caja concentra al 50% de los casos, la línea horizontal que la divide representa la mediana. Los bordes superior e inferior de la caja se corresponden con el 1er y 3er cuartil. Los círculos representan los valores atípicos, y los asteriscos los extremos.
28. Figura 28. Representación mediante diagrama de cajas y bigotes del test de frases preoperatorios y los realizados al año tras la cirugía, y a los 3 años y 5 años tras la cirugía. Cada caja concentra al 50% de los casos, la línea horizontal que la divide representa la mediana. Los bordes superior e inferior de la caja se corresponden con el 1er y 3er cuartil. Los círculos representan los valores atípicos, y los asteriscos los extremos.

29. Figura 29. Evolución del parámetro MCL en cada grupo de electrodos según la edad de inicio de hipoacusia, en electrodos basales.
30. Figura 30. Evolución del parámetro MCL en cada grupo de electrodos según la edad de inicio de hipoacusia, en electrodos medios.
31. Figura 31. Evolución del parámetro MCL en cada grupo de electrodos según la edad de inicio de hipoacusia, en electrodos apicales.
32. Figura 32. Evolución del parámetro MCL en cada grupo de electrodos según la edad de realización de cirugía, en electrodos basales.
33. Figura 33. Evolución del parámetro MCL en cada grupo de electrodos según la edad de realización de la cirugía, en electrodos medios.
34. Figura 34. Evolución del parámetro MCL en cada grupo de electrodos según la edad de realización de la cirugía, en electrodos apicales.
35. Figura 35. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos según la media de los umbrales audiométricos previos (PTA) en el oído implantado, en electrodos basales.
36. Figura 36. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos según la media de los umbrales audiométricos previos (PTA) en el oído implantado, en electrodos medios.
37. Figura 37. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos según la media de los umbrales audiométricos previos (PTA) en el oído implantado, en electrodos apicales.
38. Figura 38. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos según la técnica quirúrgica empleada, en electrodos basales.
39. Figura 39. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos según la técnica quirúrgica empleada, en electrodos medios.
40. Figura 40. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos según la técnica quirúrgica empleada, en electrodos apicales.
41. Figura 41. Evolución del parámetro impedancia en cada grupo de electrodos según la edad de realización de la cirugía, en electrodos basales.
42. Figura 42. Evolución del parámetro impedancia en cada grupo de electrodos según la edad de realización de la cirugía, en electrodos medios.

43. Figura 43. Evolución del parámetro impedancia en cada grupo de electrodos según la audiometría tonal previa en el oído implantado, en electrodos basales.
44. Figura 44. Evolución del umbral auditivo en campo libre medio a lo largo del seguimiento según la audiometría tonal previa en el oído implantado.
45. Figura 45. Evolución del resultado del test de bisílabos a lo largo del seguimiento según la edad de inicio de la hipoacusia.
46. Figura 46. Evolución del resultado del test de frases a lo largo del seguimiento según la edad de inicio de la hipoacusia.
47. Figura 47. Evolución del resultado del test de bisílabos a lo largo del seguimiento según el umbral audiométrico previo a la cirugía en el oído contralateral.
48. Figura 48. Evolución del resultado del test de frases a lo largo del seguimiento según el umbral audiométrico previo a la cirugía en el oído contralateral.
49. Figura 49. Evolución del resultado del test de bisílabos a lo largo del seguimiento según la adaptación bimodal.
50. Figura 50. Evolución del resultado del test de frases a lo largo del seguimiento según la adaptación bimodal.
51. Figura 51. Gráfico de dispersión que representa la correlación débil entre MCL e impedancia en T2 (6 meses de la cirugía) en electrodos medios.
52. Figura 52. Gráfico de dispersión que representa la correlación débil entre MCL e impedancia en T2 (6 meses de la cirugía) en electrodos apicales.
53. Figura 53. Gráfico de dispersión que representa la correlación débil entre el test de bisílabos y el umbral audiométrico en campo libre a los 3 años tras cirugía (T6).
54. Figura 54. Gráfico de dispersión que representa la correlación débil entre el test de frases y el umbral audiométrico en campo libre a los 3 años tras cirugía (T6).
55. Figura 55. Cambios en MCL y THR a lo largo de los 12 primeros meses postoperatorios. Figura obtenida de Vargas JL, Sainz M, Roldan C, Alvarez I, de la Torre A. Long-term evolution of the electrical stimulation levels for cochlear implant patients. Clin Exp Otorhinolaryngol. 2012;5(4):194–200.

56. Figura 56. Cambios en la impedancia a lo largo de los 5 primeros años postoperatorios en los distintos electrodos. Figura obtenida de Sanderson AP, Rogers ETF, Verschuur CA, Newman TA. Exploiting routine clinical measures to inform strategies for better hearing performance in cochlear implant users. *Front Neurosci.* 2019; 13:1048.
57. Figura 57. Correlación negativa observada durante los 6 primeros meses del postoperatorio entre los valores de impedancia eléctrica y MCL. Figura obtenida de Fayed EA, Zaghloul HS, Morgan AE. Electrode impedance changes over time in MED El cochlear implant children recipients: Relation to stimulation levels and behavioral measures. *Cochlear Implants Int.* 2020 Jul;21(4):192–7.
58. Figura 58. Algoritmo resumen del protocolo hospitalario de diagnóstico y seguimiento de pacientes adultos portadores de implante coclear unilateral.

LISTADO DE TABLAS

1. Tabla 1. Listado de abreviaturas utilizadas.
2. Tabla 2. Clasificación de la hipoacusia. Tabla adaptada de Bureau International de Phonoaudiologie (BIAP). Clasificación audiométrica de las deficiencias auditivas. 1997;1–29.
3. Tabla 3. Causas frecuentes de hipoacusia. Tabla adaptada del texto: Flint PW, Haughey B, Lund V, Niparko J, Robbins T, Thomas R, et al. Cummings Otolaryngology Head and Neck Surgery. 6th ed. Elsevier Saunders, 2015.
4. Tabla 4. Modelos de procesador y de implante MED-EL.
5. Tabla 5. Guías de electrodo MED-EL: Standard, Medium, Compressed. Imágenes obtenidas de www.med-el.com.
6. Tabla 6. Indicaciones de colocación de implante coclear. Tabla adaptada de Manrique M, Ramos Á, de Paula Vernetta C, Gil-Carcedo E, Lassaletta L, Sanchez-Cuadrado I, et al. Guideline on cochlear implants. Acta Otorrinolaringol Esp. 2019;70(1):47–54. HNS: hipoacusia neurosensorial, S: severa, P: profunda, L: leve, M: moderada, IC: implante coclear
7. Tabla 7. Descripción de las visitas de seguimiento.
8. Tabla 8. Descripción de las variables utilizadas en relación a los parámetros de programación del implante coclear
9. Tabla 9. Características demográficas de los pacientes.
10. Tabla 10. Utilización de audioprótesis previa a la cirugía de implante coclear.
11. Tabla 11. Características de los implantes cocleares utilizados en los pacientes del estudio.
12. Tabla 12. Diferencias en la técnica quirúrgica de abordaje coclear en los pacientes del estudio.
13. Tabla 13. Resultados descriptivos de la evolución a lo largo de los primeros 5 años tras la implantación coclear del parámetro MCL (umbral de confort).

14. Tabla 14. Evolución del parámetro MCL en cada grupo de electrodos. Resultados test F del modelo ANOVA de medidas repetidas. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.
15. Tabla 15. Evolución de MCL en cada grupo de electrodos. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba de Bonferroni. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.
16. Tabla 16. Resultados descriptivos de la evolución a lo largo de los primeros 5 años tras la implantación coclear del parámetro THR (umbral auditivo).
17. Tabla 17. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos. Resultados test F del modelo ANOVA de medidas repetidas. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.
18. Tabla 18. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba de Bonferroni. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.
19. Tabla 19. Resultados descriptivos de la evolución a lo largo de los primeros 5 años tras la implantación coclear del parámetro DR (rango dinámico).
20. Tabla 20. Evolución del parámetro DR en cada grupo de electrodos. Resultados test F del modelo ANOVA de medidas repetidas. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.
21. Tabla 21. Evolución del parámetro DR en cada grupo de electrodos. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba de Bonferroni. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.
22. Tabla 22. Resultados descriptivos de la evolución a lo largo de los primeros 5 años tras la implantación coclear del parámetro impedancia eléctrica.
23. Tabla 23. Evolución del parámetro Impedancia eléctrica en cada grupo de electrodos. Resultados test F del modelo ANOVA de medidas repetidas. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.
24. Tabla 24. Evolución del parámetro I en cada grupo de electrodos. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba de Bonferroni. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

25. Tabla 25. Resultados descriptivos de la evolución a lo largo de los primeros 5 años tras la implantación coclear del parámetro PTA en campo libre postoperatorio con implante coclear..
26. Tabla 26. Evolución del parámetro PTA en campo libre durante el seguimiento postoperatorio. Resultados test F del modelo ANOVA de medidas repetidas. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
27. Tabla 27. Resultados descriptivos de la evolución a lo largo de los primeros 5 años tras la implantación coclear del “test de bisílabos” con implante coclear o adaptación bimodal.
28. Tabla 28. Resultados descriptivos de la evolución a lo largo de los primeros 5 años tras la implantación coclear del “test de frases” con implante coclear o adaptación bimodal.
29. Tabla 29. Evolución del parámetro “test de bisílabos” y “test de frases”. Resultados test F del modelo ANOVA de medidas repetidas. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
30. Tabla 30. Evolución de las audiometrías verbales (“test de bisílabos” y “test de frases”). Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
31. Tabla 31. Evolución del parámetro MCL en cada grupo de electrodos según la edad de inicio de hipoacusia. Resultados test F del modelo mixto ANOVA de medidas repetidas. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
32. Tabla 32. Evolución del parámetro MCL en cada grupo de electrodos según la edad de inicio de hipoacusia. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
33. Tabla 33. Evolución del parámetro MCL en cada grupo de electrodos según la edad de realización de la cirugía. Resultados test F del modelo mixto ANOVA de medidas repetidas. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
34. Tabla 34. Evolución del parámetro MCL en cada grupo de electrodos según la edad de realización de la cirugía. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
35. Tabla 35. Evolución del parámetro MCL en cada grupo de electrodos según el umbral audiométrico medio (PTA) previo en el oído implantado. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

36. Tabla 36. Evolución del parámetro MCL en cada grupo de electrodos según el umbral audiométrico medio (PTA) previo en el oído contralateral al implantado. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
37. Tabla 37. Evolución de MCL en cada grupo de electrodos en pacientes portadores de audífono previo en el oído del implante. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
38. Tabla 38. Evolución de MCL en cada grupo de electrodos en pacientes portadores de audífono previo en el oído contralateral al implante. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
39. Tabla 39. Evolución de MCL en cada grupo de electrodos en pacientes en los que se realizó inserción del electrodo del implante a través de la ventana redonda o mediante cocleostomía. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
40. Tabla 40. Evolución de THR en cada grupo de electrodos según el tiempo de estabilización de la hipoacusia previo a la cirugía. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
41. Tabla 41. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos según la edad de realización de la cirugía. Resultados test F del modelo mixto ANOVA de medidas repetidas. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
42. Tabla 42. Evolución de THR en cada grupo de electrodos según la edad de realización de la cirugía. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
43. Tabla 43. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos según el PTA prequirúrgico del oído implantado. Resultados test F del modelo mixto ANOVA de medidas repetidas. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
44. Tabla 44. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos según el umbral auditivo medio (PTA) prequirúrgico en el oído implantado. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

45. Tabla 45. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos según PTA prequirúrgico en oído contralateral. Resultados test F del modelo mixto ANOVA de medidas repetidas. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
46. Tabla 46. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos según adaptación con audífono prequirúrgico en el oído implantado. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
47. Tabla 47. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos según adaptación con audífono prequirúrgico en el oído contralateral. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
48. Tabla 48. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos según la técnica quirúrgica empleada. Resultados test F del modelo mixto ANOVA de medidas repetidas. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
49. Tabla 49. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos según la técnica quirúrgica empleada. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
50. Tabla 50. Evolución del parámetro impedancia en cada grupo de electrodos según la edad de realización de la cirugía. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
51. Tabla 51. Evolución del parámetro impedancia en cada grupo de electrodos según el PTA prequirúrgico del oído implantado. Resultados test F del modelo mixto ANOVA de medidas repetidas. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
52. Tabla 52. Evolución del parámetro impedancia en cada grupo de electrodos según la técnica quirúrgica empleada. Resultados test F del modelo mixto ANOVA de medidas repetidas. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
53. Tabla 53. Evolución de la media del campo libre en función de la media de umbrales auditivos previos (PTA) en oído implantado. Resultados test F del modelo mixto ANOVA de medidas repetidas. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
54. Tabla 54. Evolución de la media del test de bisílabos y frases en función de la edad de inicio de la hipoacusia. Resultados test F del modelo mixto ANOVA de medidas repetidas. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

55. Tabla 55. Evolución de la media del test de bisílabos y frases en función de los años desde la estabilización de la hipoacusia. Resultados test F del modelo mixto ANOVA de medidas repetidas. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
56. Tabla 56. Evolución de la media del test de bisílabos en función del umbral audiométrico previo en el oído implantado. Resultados test F del modelo mixto ANOVA de medidas repetidas. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
57. Tabla 57. Evolución de la media del test de bisílabos en función del umbral audiométrico previo en el oído contralateral al implante. Resultados test F del modelo mixto ANOVA de medidas repetidas. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
58. Tabla 58. Evolución de la media del test de bisílabos y frases en función de la adaptación bimodal. Resultados test F del modelo mixto ANOVA de medidas repetidas. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
59. Tabla 59. Correlación de los parámetros MCL, THR e impedancia en electrodos basales para cada visita de seguimiento. Coeficiente r de correlación de Pearson y test de nulidad (p-valor). * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
60. Tabla 60. Correlación de los parámetros MCL, THR e impedancia en electrodos medios para cada visita de seguimiento. Coeficiente r de correlación de Pearson y test de nulidad (p-valor). * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
61. Tabla 61. Correlación de los parámetros MCL, THR e impedancia en electrodos apicales para cada visita de seguimiento. Coeficiente r de correlación de Pearson y test de nulidad (p-valor). * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
62. Tabla 62. Correlación de los parámetros MCL, THR e impedancia con los umbrales audiométricos en audiometría tonal en campo libre, en cada visita de seguimiento en la que se realizaron audiometrías: T4 (1 año), T6 (3 años) y T8 (5 años). Coeficiente r de correlación de Pearson y test de nulidad (p-valor). * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
63. Tabla 63. Correlación de los parámetros MCL, THR e impedancia con el test de bisílabos en cada visita de seguimiento en la que se realizaron audiometrías: T4 (1 año), T6 (3 años) y T8 (5 años). Coeficiente r de correlación de Pearson y test de nulidad (p-valor). * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
64. Tabla 64. Correlación de los parámetros MCL, THR e impedancia con el test de frases en cada visita de seguimiento en la que se realizaron audiometrías: T4 (1 año), T6 (3 años) y T8 (5 años). Coeficiente r de correlación de Pearson y test de nulidad (p-valor). * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

65. Tabla 65. Correlación de las audiometrías verbales (test de bisílabos y test de frases) con la audiometría tonal en campo libre en cada visita de seguimiento en la que se realizaron audiometrías: T4 (1 año), T6 (3 años) y T8 (5 años). Coeficiente r de correlación de Pearson y test de nulidad (p-valor). * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$
66. Tabla 66. Protocolo hospitalario de diagnóstico y seguimiento de pacientes adultos portadores de implante coclear unilateral.

INTRODUCCIÓN

ESTADO ACTUAL DE LA CUESTIÓN

Aumento de prevalencia de la implantación coclear

La difusión y universalización de la implantación coclear a lo largo de los últimos años han supuesto cambios importantes en la perspectiva y pronóstico a largo plazo de los pacientes con hipoacusia neurosensorial (1–4).

El número de pacientes implantados está incrementándose en los últimos años, ya que las indicaciones se amplían (5), la esperanza de vida aumenta y se acreditan más centros implantadores a lo largo del territorio. Según un estudio publicado por De Raeve et al en 2020 (6), hasta 2016, analizando datos aportados por 15 países europeos, éstos representaron 107.439 beneficiarios de implantación coclear.

Extrapolando los números obtenidos, estos autores estiman que existen más de 170.000 usuarios portadores implante coclear en Europa según los datos hasta 2016. También recogieron que 8 países europeos (Bélgica, Finlandia, Alemania, Eslovaquia, España, Suecia, Suiza, Países Bajos y Reino Unido) tienen entre 20 y 30 receptores de implante coclear por millón de habitantes, y que la mayoría de los países muestran un incremento de las cifras entre 2010 y 2016 en implantación coclear en niños y adultos.

En diciembre de 2019, habían sido implantados aproximadamente 736.900 dispositivos en todo el mundo, según los datos publicados en el informe del NIDCD (National Institutes of Health. National Institute on Deafness and Other Communication Disorders) dependiente del Departamento de Salud del gobierno de EEUU (7). Los cálculos presentados en este informe, proporcionados por la FDA (Food and Drugs Administration), en Estados Unidos se han implantado aproximadamente 118.100 dispositivos en adultos y 65.000 en niños.

En España, contábamos con 50 centros implantadores repartidos por el territorio de la siguiente manera (figura 1), según la última actualización de mayo de 2020 y los datos obtenidos de la Federación de Asociaciones de Implantados Cocleares de España (8). Actualmente se habrá incorporado algún centro más:

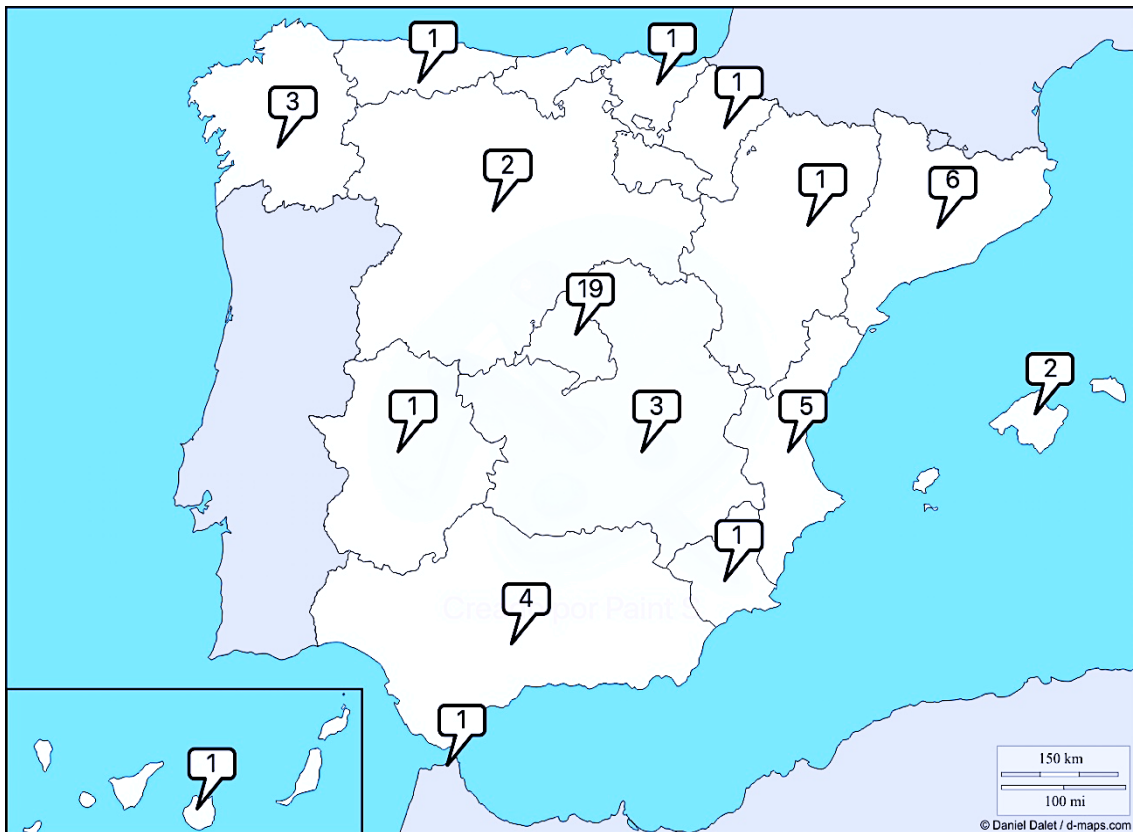


Figura 1. Centros implantadores en España en 2020.

- Andalucía: 4 centros
- Aragón: 1 centro
- Asturias: 1 centro
- Castilla la Mancha: 3 centros
- Castilla y León: 2 centros
- Cataluña: 6 centros
- Ciudad Autónoma de Ceuta: 1 centro

- Comunidad de Madrid: 19 centros
- Comunidad Valenciana: 5 centros
- Extremadura: 1 centro
- Islas Baleares: 2 centros
- Islas Canarias: 1 centro
- Galicia: 3 centros
- Comunidad de Murcia: 1 centro
- Comunidad Foral de Navarra: 1 centro
- País Vasco: 1 centro

La Comunidad Autónoma de La Rioja está adscrita al centro implantador Hospital Universitario de Donosti.

La Comunidad Autónoma de Cantabria está adscrita al centro implantador del Hospital Central de Asturias.

Melilla, a fecha de hoy, no tiene centro implantador propio de referencia.

Otro de los motivos a los que debemos la expansión de la cirugía de implantación coclear son los diversos estudios que han demostrado su coste-efectividad (9–14). El panel de consenso de Delphi (1) señaló que el implante coclear unilateral en adultos es rentable en comparación con ninguna intervención de implante y se asocia con un aumento del empleo y los ingresos, y que el grado de coste-eficacia variará según el país, el grado de pérdida auditiva y la edad de la persona.

En una revisión de la literatura publicada por Sturm et al (15) en 2021 se aportan diferentes estudios tanto en pacientes pediátricos como en adultos donde se obtienen resultados favorables respecto al coste-efectividad del implante coclear unilateral en el tratamiento de la hipoacusia bilateral severa/profunda. Se han realizado también estudios que evalúan específicamente la relación coste-efectividad y edad de implantación, de cara a posibles edades máximas en las que la implantación coclear no sería rentable (10,12).

A este respecto, varios estudios como el publicado por Neve et al (14) dividió a los pacientes en tres categorías según su edad y estudió el coste-beneficio en cada uno de ellos: niños con hipoacusia prelingual, adultos con hipoacusia bilateral severa/profunda, y pacientes de edad avanzada (> 70 años) con hipoacusia bilateral severa/profunda. En los tres grupos se demostró que la cirugía de implante coclear versus no implantación era positiva coste-beneficio, pero menor en el tercer grupo, de pacientes mayores de 70 años.

Por estos y otros motivos (aumento de centros implantadores, ampliación de las indicaciones de implantación coclear, beneficios auditivos y socioeconómicos en cuanto al coste efectividad cada vez más evidentes y mejora en la tecnología), se espera un incremento progresivo del número de cirugías de implante coclear a lo largo de los próximos años.

Todo ello sumado al seguimiento crónico postoperatorio de los pacientes ya implantados, nos pone ante una perspectiva de futuro incierta en cuanto a la organización de los servicios de Otorrinolaringología, y a plantearnos si existe capacidad asistencial, logística, de recursos hospitalarios y de personal médico y audiólogos para hacer frente al volumen de pacientes que cabe esperar según las estimaciones de los últimos años.

HIPOACUSIA NEUROSENSORIAL

Definición

Existen dos subtipos básicos de hipoacusia: neurosensorial y de transmisión. El diagnóstico se basará en establecer el sitio anatómico del daño, y de esta forma decidir el tratamiento más adecuado. Así podremos detectar si el paciente sufre una hipoacusia de transmisión, neurosensorial, central, funcional o una combinación de ellas (16).

La hipoacusia neurosensorial se produce cuando el daño está medialmente a la platina del estribo, es decir, oído interno, nervio auditivo o ambos. En la mayoría de los casos no es curable. En la hipoacusia de causa central el daño se sitúa en el sistema nervioso central, en algún punto desde el núcleo auditivo hasta el córtex (17).

El término hipoacusia neurosensorial fue desarrollado para reemplazar a la denominada “hipoacusia de percepción” e “hipoacusia neural”, ya que eran conceptos ambiguos. Alude a dos principales áreas afectadas (18). El término “sensorial” se utiliza cuando el daño se encuentra en el oído interno. Otros sinónimos de esta solo hipoacusia coclear o de oído interno. La hipoacusia “neural” se refiere a la patología del nervio auditivo, en algún punto en sus fibras entre la base de las células ciliadas y el núcleo auditivo. También se le denomina hipoacusia retrococlear (19).

Aunque normalmente las denominamos de forma común, diferenciar concretamente el origen del daño nos puede ayudar a establecer la etiología y el pronóstico auditivo (20).

Clasificación

El BIAP (International Bureau for Audiophonology) establece una clasificación de los grados de hipoacusia (21). Entre sus recomendaciones se encuentran realizar la medición en decibelios y calcular la media de decibelios entre las distintas frecuencias (500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz y 4000 Hz), redondeando a la unidad más alta. Cada frecuencia no percibida se debe catalogar como 120 dB.

De esta forma, se definen los siguientes subtipos que se detallan en la tabla 2:

Grado de hipoacusia	Media de las frecuencias (PTA)	Manifestaciones
Normoacusia	Por debajo de 20 dB	No consecuencias sociales
Leve	Entre 21 y 40 dB	El habla se percibe si la voz es normal, surgen dificultades si la voz es grave o distante del sujeto. La mayoría de los ruidos de la vida diaria son percibidos.
Moderada		El habla se percibe si la voz es fuerte.
- 1º grado	Entre 41 y 55 dB	El sujeto entiende mejor lo que se dice si puede ver a su interlocutor.
- 2º grado	Entre 56 y 70 dB	Algunos de los sonidos de la vida diaria aún son percibidos.
Severa		El habla se percibe si la voz es alta y está cerca del oído. Se perciben ruidos fuertes.
- 1º grado	Entre 71 y 80 dB	
- 2º grado	Entre 81 y 90 dB	
Profunda		No se percibe el habla. Solo se perciben los sonidos muy intensos.
- 1º grado	Entre 91 y 100 dB	
- 2º grado	Entre 101 y 110 dB	
- 3º grado	Entre 111 y 119 dB	
Total (cofosis)	Por encima de 120 dB	No se percibe nada.

Tabla 2. Clasificación de la hipoacusia. Tabla adaptada de Bureau International de Phonoaudiologie (BIAP). Clasificación audiométrica de las deficiencias auditivas. 1997;1–29.

Etiología y epidemiología

Los estudios más recientes establecen que la hipoacusia es más común en la actualidad que según lo publicado anteriormente (22,23). Según Agrawal et al (24) se calcula que 29 millones de estadounidenses en edades comprendidas entre 20 a 69 años padecen hipoacusia, y atribuyen este aumento de la prevalencia puede reflejar en parte el envejecimiento de la población y un mayor riesgo planteado por la exposición a ruidos intensos.

Según este estudio, se encontró pérdida auditiva, específicamente en frecuencias altas, en el 8,5% del grupo de edad más joven (20-29 años) y en el 17% del grupo de 30 a 39 años, lo que pone de manifiesto un aumento en la prevalencia en los grupos de edad más jóvenes. La prevalencia de la pérdida auditiva aumentó con la edad entre todos los grupos demográficos y en todos los niveles de tabaquismo, exposición al ruido y riesgos cardiovasculares. Es precisamente el envejecimiento de la población y el aumento de la prevalencia de hipoacusia en adultos mayores una de las causas del aumento de pacientes candidatos a implante coclear (22,25).

La Organización Mundial de la Salud, en su informe de marzo de 2021 sobre sordera y pérdida de audición (26), constata que a día de hoy 430 millones de personas padece una pérdida de audición incapacitante que requiere rehabilitación, y en 2050 serán más de 700 millones de personas, el 10% de la población. Además, es más prevalente entre los mayores de 60 años, en este grupo actualmente más del 25% padece hipoacusia incapacitante, donde el mejor oído tiene una pérdida mayor de 35 dB.

En la siguiente tabla (tabla 3) se recogen algunas de las etiologías más frecuentes de la hipoacusia neurosensorial progresiva de inicio en edad adulta (27):

Enfermedades hereditarias y trastornos del desarrollo	<p>Patologías hereditarias de inicio en edad adulta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hipoacusia hereditaria de origen no sindrómico - Síndrome de Waardenburg - Síndrome de Alport - Síndrome de Usher <p>Anomalías del oído interno: p.ej Acueducto vestibular dilatado</p>
Enfermedades infecciosas	<ul style="list-style-type: none"> - Laberintitis - Otitis media aguda y crónica - Infecciones virales - Otros: Sífilis, Rickettsiosis, Enfermedad de Lyme
Toxicidad farmacológica	<ul style="list-style-type: none"> - Aminoglucósidos - Diuréticos - Antipalúdicos - Salicilatos y AINEs - Vancomicina, eritromicina - Cisplatino y carboplatino - Vincristina y vinblastina - Otros
Traumatismos	<ul style="list-style-type: none"> - Traumatismo craneoencefálico - Hipoacusia y trauma acústico asociados al ruido - Barotrauma y fístula perilinfática - Radiación
Enfermedades neurológicas	<ul style="list-style-type: none"> - Esclerosis múltiple - Hipertensión intracraneal benigna
Enfermedades vasculares y hematológicas	<ul style="list-style-type: none"> - Migraña - Oclusión de la arteria vertebrobasilar - Discrasias sanguíneas
Enfermedades inmunes	<ul style="list-style-type: none"> - Enf. autoinmunes sistémicas y del oído interno - Síndrome de inmunodeficiencia humana adquirida
Enfermedades óseas	<ul style="list-style-type: none"> - Otosclerosis - Enfermedad de Paget
Origen desconocido	<ul style="list-style-type: none"> - Presbiacusia (25) - Enfermedad de Ménière e hidrops endolinfático
Otros	<ul style="list-style-type: none"> - Enfermedades renales - Neoplasias y síndromes paraneoplásicos - Pseudohipoacusia - Trastornos endocrino-metabólicos

Tabla 3. Causas frecuentes de hipoacusia. Tabla adaptada del texto: Flint PW, Haughey B, Lund V, Niparko J, Robbins T, Thomas R, et al. Cummings Otolaryngology Head and Neck Surgery. 6th ed. Elsevier Saunders, 2015.

Tratamiento y pronóstico

Actualmente no existe ningún tratamiento que cure la hipoacusia neurosensorial, y los diferentes tratamientos que podemos ofrecer son paliativos, es decir que corrigen el déficit funcional disminuyendo sus repercusiones.

La *American Academy of Audiology* establece, en su guía “Audiology Clinical Practice Algorithms and Statements” (28), el proceso de diagnóstico y opciones de tratamiento de los pacientes con hipoacusia neurosensorial (figura 2). Según esta guía, la evaluación de estos pacientes tiene varios componentes que nos ayudarán en la toma de decisiones, según las necesidades del paciente y del entorno y la interpretación de las pruebas diagnósticas y opciones de rehabilitación e incluye, entre otros:

- Historia clínica
- Examen físico (otoscopia)
- Umbrales de tonos puros de conducción de aire con enmascaramiento adecuado
- Umbrales de tonos puros de conducción ósea con enmascaramiento adecuado
- Umbrales de voz con enmascaramiento adecuado
- Medidas de reconocimiento de voz con enmascaramiento adecuado
- Timpanometría y umbrales de reflejo acústico
- Evaluación de las necesidades de rehabilitación
- Evaluación de otros síntomas otorrinolaringológicos: patología del VIII par, trastornos del sistema nervioso central, problemas de equilibrio, acúfenos
- Análisis de la situación sociosanitaria del paciente: educación del paciente y de la familia, apoyo familiar, facilidad del seguimiento y rehabilitación, orientación y asesoramiento audiológico

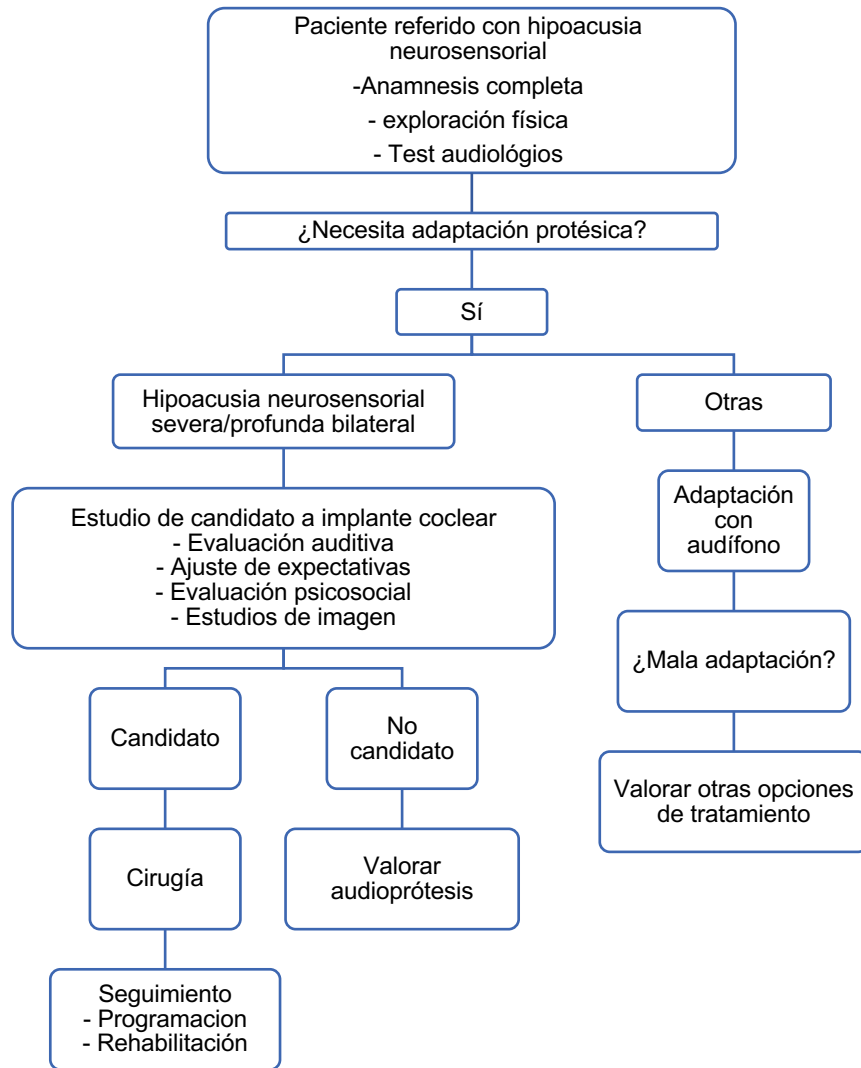


Figura 2. Figura adaptada de Bratt, Gene; Campbell K. et als. Audiology Clinical Practice Algorithms and Statements. Audiol Today. 2000;(Special Issue):32–49.

IMPLANTE COCLEAR

Recuerdo histórico

Alessandro Volta (1745-1827) fue el que se considera pionero por su interés en estimular la audición utilizando electricidad. En 1790 conectó una batería con una diferencia de potencial de 50 voltios a dos varas de metal y se las colocó en los oídos. Escuchó un fuerte sonido y después un sonido como de “sopa en ebullición”, aunque lo definió como una “experiencia desagradable”, y además sin conseguir una diferenciación tonal (29).

La primera estimulación directa del nervio auditivo la llevaron a cabo en los años 50 los franceses Andre Djourno y Charles Eyries. En 1957 introdujeron una bobina bajo el músculo temporal y colocaron el electrodo activo a nivel del nervio auditivo, en un paciente con hipoacusia bilateral tras resección de un colesteatoma bilateral. Tras recibir rehabilitación postoperatoria, el paciente consiguió detectar sonidos, con discriminación entre frecuencias graves y agudas, pero no reconocía el lenguaje. Esta experiencia hace que se considere al 1957 como el año del inicio del desarrollo de los implantes cocleares (30).

William F. House (figura 3) y los hermanos Doyle, que trabajaban en Los Ángeles, utilizaron la estimulación eléctrica para restaurar audición en dos pacientes, utilizando estimulación a través de la ventana oval y del promontorio, de forma satisfactoria, ya que los pacientes refirieron escuchar el estímulo durante el procedimiento. James Doyle y Earle Ballentyne patentaron el primer implante multielectrodo en 1969, a pesar de que, al aplicar la misma señal en todos los electrodos, no se consiguió la discriminación tonal.



Figura 3. William F. House junto a Tracy, la primera niña menor de 5 años en recibir un implante coclear. Figura obtenida de <https://houseinstitute.com>.

En 1962, Simmons, investigador de la universidad de Standford, implantó un electrodo con 6 canales de forma percutánea, estimulando los electrodos de forma separada, y obteniendo percepciones diferentes relacionadas con estimulación de los distintos segmentos de la cóclea (31,32).

Fue William House quien consiguió en 1984 la aprobación de la FDA de su dispositivo de un único canal House/3M, que fue el primer dispositivo en ser implantado en un gran número de pacientes en todo el mundo (33).

El informe Bilger, publicado por los National Institutes of Health (NIH) en 1975 estableció como conclusiones sobre el implante coclear:

1. Da apoyo en la lectura labial.
2. Mejora la calidad de vida.
3. Los pacientes implantados mejoran la producción del discurso.

Con esto, concluyeron que el implante suponía una ayuda a los pacientes con hipoacusia, con unos riesgos mínimos (34).

En 1977 en Viena se implantó uno de los primeros dispositivos multicanal, desarrollado por Ingeborg y Erwin Hochmair, quienes posteriormente fundaron MED-EL en 1989. En 1978 Graeme Clark, un otorrinolaringólogo australiano, implantó otro de los primeros dispositivos multicanal y fundó lo que más tarde se convertiría en la compañía Cochlear. Este mismo grupo de trabajo demostró que la inserción a través de ventana redonda resultaba en un traumatismo menor, y

que los electrodos de platino eran más seguros en cuanto a la estimulación a medio y largo plazo (35).

En España, el primer intento de colocación de un implante coclear fue llevado a cabo por Bosch y Prades con el ingeniero Colominas, en 1977 (36), pero sin éxito. La primera cirugía de implantación coclear fue realizada por el Dr. Emilio García Ibáñez en 1985, con los doctores Benito y Torres de Gassó, con resultados positivos (37,38). Implantaron un dispositivo de la serie House 3-M. El equipo implantó a 7 pacientes. El 26 de enero de 1989, realizó el primer implante multicanal (39).

Se puede observar el resumen gráfico de la línea temporal en la siguiente figura (figura 4):

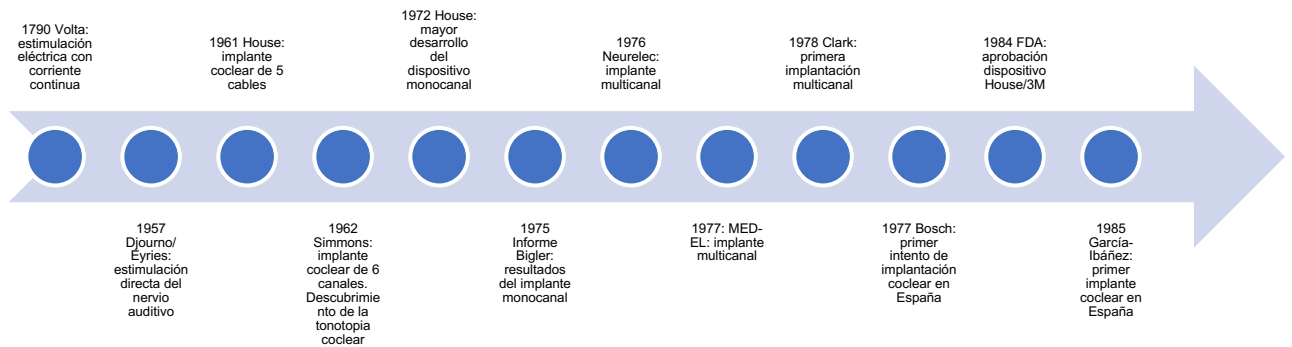


Figura 4. Resumen gráfico de la historia y el desarrollo temporal del implante coclear. Adaptado de Sanna M, Free R, Merkus P, Falcioni Ma. Surgery for Cochlear and Other Auditory Implants. Thieme; 2016

Definición y componentes del implante coclear

Graeme M Clark definió el implante coclear como: “A cochlear implant is a device which restores some hearing in severely-to-profoundly deaf people by electrically stimulating residual auditory nerve fibres in the cochlea. It is required when the organ of Corti has not developed or is destroyed by disease or injury to such an extent no satisfactory hearing can be obtained with a hearing aid” (40).

El implante coclear se divide en dos componentes principales: la parte interna del implante y la externa. La parte interna se compone de una guía de electrodos, con los contactos intracocleares en su extremo, y un receptor-estimulador que incluye todos los elementos necesarios para asegurar el acoplamiento con la parte externa y la generación de impulsos eléctricos, así como un imán que permite orientar las bobinas interna y externa y que acoplen correctamente (41–43) (figura 5).



Figura 5. Partes que componen un implante coclear. Implante coclear Synchrony 2.

Figura adaptada de <https://www.medel.com>.

La parte externa se compone del procesador o unidad de control, el micrófono que normalmente va incorporado en el procesador, diferentes sistemas de alimentación, la bobina transmisora y los cables que conectan los distintos elementos. Esta parte externa puede ser retroauricular, similar a los audífonos BTE (behind the ear), por ejemplo, el procesador Sonnet 2 de MED-EL, o puede

ser totalmente integrado en una sola unidad que se une mediante el imán a la parte interna, sin apoyarse en el pabellón, como el modelo Rondo de MED-EL (figura 6).



Figura 6. Procesador de audio Sonnet 2 y procesador RONDO. Figura obtenida de <https://www.medel.com>.

Modelos de implante coclear MED-EL

Existen distintas casas de implantes cocleares, entre las más conocidas se encuentran Cochlear, Advanced Bionics, MED-EL, oticon medical etc.

Advanced Bionics (AB) cuenta con el procesador retroauricular Naída™ CI y con los procesadores independientes Neptune™ y Chorus™. En cuanto a implante coclear ofrecen el modelo HiRes™ Ultra 3D (44). Los electrodos son los llamados HiFocus™, y entre los distintos modelos cuentan con HiFocus™ MidScala, HiFocus™ 1j y HiFocus™ Helix Electrode (45).

Cochlear cuenta con procesadores de sonido retroauriculares, la gama llamada Nucleus™, y procesadores de sonido integrados Kanso™. Tienen distintos dispositivos implantables, con electrodos tanto perimodiolares como de pared lateral, todos ellos compuestos de 22 electrodos. Entre los modelos de implante coclear de los que disponen encontramos (46,47):

- Nucleus Profile Plus™ serie CI600: CI632 con electrodo Slim Modiolar, CI622 con electrodo Slim Straight, CI612 con electrodo Contour Advance
- Nucleus Profile Plus™ serie CI500: CI532 con electrodo Slim Modiolar, CI522 con electrodo Slim Straight, CI512 con electrodo Contour Advance
- Nucleus™ serie CI24RE: CI422 con electrodo recto de media banda, CI24RE con electrodo contour Advance, CI24RE con electrodo recto de banda completa.

Dado que en este estudio se trabaja con datos de pacientes implantados con dispositivos MED-EL, en este apartado se detallarán los modelos de implante, electrodo y procesador de los que dispone esta casa, en la tabla 4. (28,48–53).

Modelo	Año de lanzamiento	Características
Procesadores		
TEMPO+	1999	Retroauricular (BTE)
OPUS 1	2006	Retroauricular (BTE)
OPUS 2	2008 (actualizado 2011)	Retroauricular (BTE)
RONDO	2013	Procesador de una sola unidad
SONNET	2014	Retroauricular (BTE)
RONDO 2	2017	Procesador de una sola unidad
SONNET 2	2019	Retroauricular (BTE)
RONDO 3	2020	Procesador de una sola unidad
Implantes		
COMBI 40	1994	8 canales / 31 mm
PULSAR C100	2004	Carcasa de cerámica
SONATA TI100	2006	Compatible con RM de 1,5 Teslas
CONCERTO	2011	Titanio con cobertura de silicona
SYNCHRONY	2014	Compatible con RM de 3 Teslas
SYNCHRONY 2	2019	Compatible con RM de 3 Teslas

Tabla 4. Modelos de procesador y de implante MED-EL.

Las guías de electrodos de las que dispone MED-EL actualmente son: Standard, Medium y Compressed (tabla 5), la línea FLEX con los electrodos FLEXSOFT,

FLEX20, FLEX24, FLEX26 y FLEX28, y de reciente aparición, la línea FORM, con los electrodos FORM24 y FORM19.

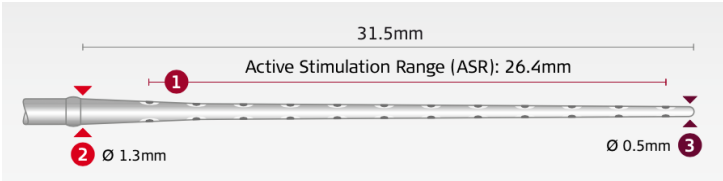
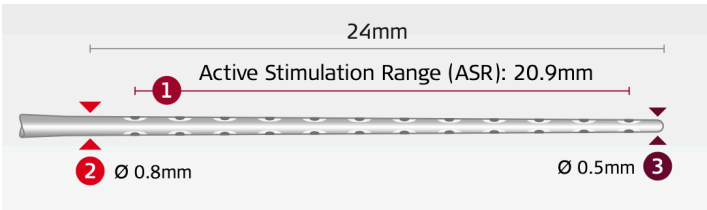
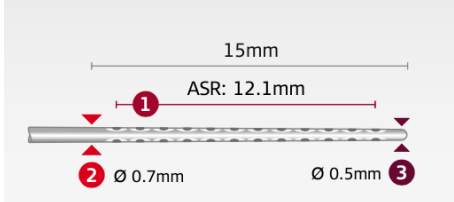
<p>Electrodo Standard</p>	 <p>Diagram of the Standard Electrode showing a total length of 31.5mm and an Active Stimulation Range (ASR) of 26.4mm. The diameter at the base is 1.3mm (Ø 1.3mm) and at the tip is 0.5mm (Ø 0.5mm). Red arrows and numbers 1, 2, and 3 indicate specific points on the electrode.</p>
<p>Electrodo Medium</p>	 <p>Diagram of the Medium Electrode showing a total length of 24mm and an Active Stimulation Range (ASR) of 20.9mm. The diameter at the base is 0.8mm (Ø 0.8mm) and at the tip is 0.5mm (Ø 0.5mm). Red arrows and numbers 1, 2, and 3 indicate specific points on the electrode.</p>
<p>Electrodo Compressed</p>	 <p>Diagram of the Compressed Electrode showing a total length of 15mm and an Active Stimulation Range (ASR) of 12.1mm. The diameter at the base is 0.7mm (Ø 0.7mm) and at the tip is 0.5mm (Ø 0.5mm). Red arrows and numbers 1, 2, and 3 indicate specific points on the electrode.</p>

Tabla 5. Guías de electrodo MED-EL: Standard, Medium, Compressed. Imágenes obtenidas de www.med-el.com.

Indicaciones de implantación coclear

El número de pacientes implantados va en aumento durante los últimos años, asociado a una ampliación progresiva de las indicaciones de implantación coclear (54,55). La indicación clásica de colocación de un implante coclear en adultos es la hipoacusia profunda bilateral en un paciente que no obtiene beneficio del uso de audífonos (56–59).

Aparte de la indicación anterior, que consideraremos “establecida”, existen otras indicaciones que se consideran “emergentes” y “especiales” y que detallan

Manrique et al en la guía sobre implantes cocleares (60). En la tabla 6 se resumen las indicaciones actuales de colocación de implante coclear unilateral y bilateral en adultos.

Indicación emergente hace referencia a aquella indicación cuyos resultados iniciales son buenos, a la espera de los resultados de estudio de coste-beneficio. La indicación especial se aplica a casos concretos, valorando la situación en función de las características de cada paciente.

Tipo de hipoacusia	Indicación de ayuda auditiva	Tipo de indicación
Hipoacusia simétrica		
HNS S/P bilateral	IC unilateral	Establecida
HNS S/P bilateral	IC bilateral	Especial
HNS L-P + HNS L-P	(IC + audífono) + Audífono	Establecida
Hipoacusia asimétrica o unilateral		
HNS P + HNS M/S	IC unilateral + audífono contralateral	Emergente
HNS P + Normoacusia / HNS L	IC unilateral	Especial

Tabla 6. Indicaciones de colocación de implante coclear. Tabla adaptada de Manrique M, Ramos Á, de Paula Vernetta C, Gil-Carcedo E, Lassaletta L, Sanchez-Cuadrado I, et al. Guideline on cochlear implants. Acta Otorrinolaringol Esp. 2019;70(1):47–54.

HNS: hipoacusia neurosensorial, S: severa, P: profunda, L: leve, M: moderada, IC: implante coclear

Diferencias en cuanto a la técnica quirúrgica de colocación de implante coclear

Sobre la cuestión del abordaje quirúrgico a la cóclea, tradicionalmente, el abordaje se realizaba mediante cocleostomía, perforando anterior/inferiormente a la membrana de la ventana redonda y de esta forma se realizaba el acceso a la rampa timpánica. De unos años a este punto la técnica clásica de cocleostomía anteroinferior se ha relegado a un segundo plano por el potencial riesgo de producir alteraciones en el ligamento espiral y la membrana basilar. A

día de hoy la técnica de abordaje más utilizada es la inserción del electrodo de forma cuidadosa y lenta a través de la ventana redonda (29,61), de tal forma que se produzca el menor daño posible y la inserción tenga los menores riesgos.

Como se comentará a lo largo de los siguientes apartados, la inserción a través de ventana redonda también parece implicar un mejor rendimiento del implante a nivel de parámetros de programación objetivos y subjetivos, conservación de los restos auditivos en determinados pacientes y rendimiento auditivo en las pruebas verbales realizadas durante el seguimiento (62–64).

No obstante, aún hay diversos autores que continúan recomendando y realizando el abordaje clásico mediante cocleostomía anteroinferior por considerarla óptima y sin suficiente evidencia que demuestre su inferioridad de resultados con respecto a la inserción a través de ventana redonda (65–67).

PARÁMETROS DE PROGRAMACIÓN DEL IMPLANTE COCLEAR

La programación consiste en ajustar los parámetros del implante coclear de tal forma que se logre la máxima calidad acústica en función de las características anatómicas de cada paciente y su percepción subjetiva. Los distintos parámetros de programación influyen en la forma de codificar la señal acústica en cuanto a la intensidad, frecuencia y tiempo (48).

Modos de estimulación eléctrica

El modo de estimulación se refiere al flujo de corriente eléctrica, es decir, la ubicación del electrodo de referencia en relación con el electrodo activo. Hay dos tipos principales (48,68):

- Estimulación monopolar: el electrodo de referencia o de tierra se encuentra fuera de la cóclea.
- Estimulación bipolar: tanto el electrodo activo como el electrodo de referencia se sitúan dentro de la cóclea.

El modo de estimulación monopolar es más amplio y con él se obtienen umbrales más bajos debido a una mayor separación física entre los electrodos activos y de tierra, lo que puede prolongar la vida útil de la batería. Además, permite un valor de umbral más consistente para los electrodos adyacentes, ya que la dispersión de la corriente es mayor (69).

Con la estimulación bipolar, los campos eléctricos producidos se concentran en una región pequeña del ganglio espiral, y los parámetros de programación dependerán entonces principalmente de las terminaciones nerviosas situadas en la región donde el campo eléctrico es máximo, obteniendo distribuciones de los parámetros de programación muy irregulares (70).

Los dispositivos Nucleus de Cochlear se pueden programar en modo monopolar o bipolar, mientras que los de MED-EL y Advanced Bionics solo pueden programarse en monopolar.

Definición de los parámetros de programación

Medidas subjetivas

Los parámetros que miden la interacción del nervio auditivo con los electrodos del implante vienen determinados por la activación de cada electrodo, y de las medidas del umbral de percepción (THR o T-level) y del máximo nivel de confort (MCL o C-level, maximum comfortable level) de cada uno de ellos (71).

- Threshold level (THR) o umbral auditivo: Se define como el mínimo nivel de estimulación eléctrica que el paciente es capaz de percibir.
- Upper stimulation level, current level (MCL) o máximo nivel de confort: se define como el máximo nivel de estimulación que el paciente tolera sin llegar a percibirlo como una sensación molesta.

THR y MCL son parámetros independientes para cada electrodo y su ajuste se basa en las respuestas subjetivas de los pacientes ante una serie de estímulos a diferentes intensidades, lo que requiere una comunicación y colaboración activa por parte del paciente.

Los niveles de estimulación para dispositivos MED-EL se miden en unidades de carga (qu), que se definen como el producto de la amplitud de la corriente de estímulo y el ancho de pulso dividido entre 1000, es decir:

$$\text{unidad de carga} = (\text{amplitud de corriente} \times \text{ancho de pulso}/1000)$$

Esta unidad de estimulación representa la carga constante. También se pueden mostrar unidades clínicas (cu).

Para realizar el ajuste de THR durante la programación, se realiza una medida subjetiva en la que se pide al paciente que levante la mano cuando escuche el pulso de señal. De esta manera, THR sería el umbral por debajo del cual el paciente no es capaz de identificar el estímulo. Si THR se ajusta demasiado bajo, el paciente puede referir mala audición para sonidos suaves, en cambio cuando se ajusta demasiado alto, el sujeto puede referir demasiado sonido ambiente.

Algunas de las casas de implantes cocleares, como por ejemplo MED-EL, proponen una opción de ajuste de THR que puede ayudar a acelerar el proceso de programación y que consiste en no realizar la medición del umbral eléctrico. En cambio, el umbral eléctrico se establece en 0 unidades de estimulación o en un determinado porcentaje (por ejemplo 5% o 10 %) del nivel máximo de estimulación (MCL) (71,72). De esta manera, se elimina cierto ruido audible, que ocurre si THR se configura demasiado alto.

Existe evidencia tanto a favor como en contra de este modelo de ajuste, algunos estudios establecen que el nivel de discriminación en sonidos suaves y de inteligibilidad es igual que ajustando THR (73), mientras que otros estudios demuestran que los umbrales de detección y el reconocimiento de palabras a un volumen bajo es mejor cuando se ajusta THR por encima del 0 o del 10% de MCL. Holden et al (74) en su estudio realizado en dispositivos Advanced Bionics, obtienen como resultado que elevar los niveles de THR por encima del 10% de MCL y usando un input dynamic range (que definiremos a continuación) amplio (65 – 80 dB) puede ayudar al paciente a obtener un mejor campo de sonido a niveles de umbral y por lo tanto, una mejor detección del sonido, y una percepción mejorada del habla suave.

Sobreestimar THR parece tener peores resultados audiológicos que infraestimarlos (70). Sainz afirma que una infraestimación del THR al 50% de su mejor valor implica una reducción de la sensibilidad en 5dB para el canal afectado, mientras que una sobreestimación del 50% por encima del valor óptimo reduce la sensibilidad en 7dB para el canal afectado, y 5 dB para el resto de

canales. De esta forma, una infraestimación del THR solo afecta de forma sensitiva al canal afectado, en cambio una sobreestimación afecta tanto al canal afectado como al resto de los canales.

Al igual que para el ajuste de THR, para realizar el ajuste de MCL durante la programación se realizarán mediciones subjetivas, esto es, cuando el paciente localiza el estímulo que es “alto, pero no incómodo” (48).

Infraestimar el umbral máximo o MCL puede empobrecer la discriminación verbal y disminuir la calidad del sonido. Sobrestimarlo, por otro lado, puede causar sensación de falta de confort en el paciente y una reacción negativa en el paciente con respecto al implante.

El umbral máximo de confort o MCL puede también establecerse en función del ESRT (reflejo estapedial evocado eléctricamente), que puede servir de guía a la hora de ajustar el MCL en pacientes que no puedan responder con reacción subjetiva fiable a la programación (75). Los valores de MCL no deberían estar más de un 10-15% por encima de la medida de ESRT.

El ajuste de THR y MCL determina varias medidas relacionadas con ellos, como son el llamado “electric dynamic range” o rango dinámico eléctrico, y el “input dynamic range” o IDR. El rango dinámico eléctrico es la diferencia en unidades eléctricas entre THR y MCL. El IDR consiste en el rango de impulsos acústicos que se traduce eléctricamente en el rango dinámico eléctrico (76). El IDR normalmente oscila entre 40 y 60 dB. Los inputs acústicos que están por debajo del extremo inferior del IDR se asignan por debajo del rango dinámico eléctrico y, de esta forma, son inaudibles para el paciente. Por otro lado, a los inputs acústicos que quedan por encima del límite superior del IDR se les somete a una compresión infinita (figura 7).

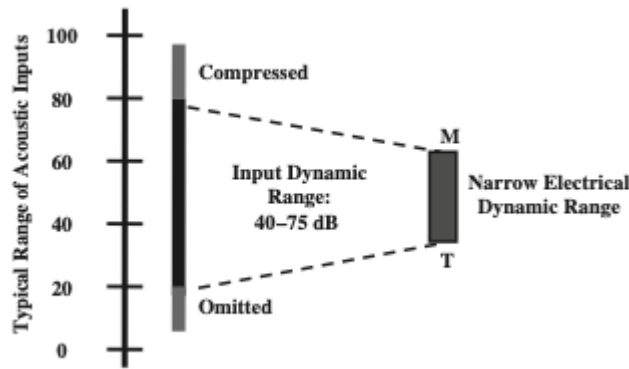


Figura 7. Input dynamic range. Figura obtenida de Wolfe J, Schafer E. Programming Cochlear Implants. A volume in the Core Clinical Concepts in the Audiology Series. 2nd ed. Plural Publishing Inc; 2015.

A la hora de realizar las visitas de programación, el otorrinolaringólogo o el audiólogo deberán tener en cuenta que los pacientes requieren normalmente variaciones graduales tanto de THR como de MCL a lo largo de las visitas. Es importante encontrar el equilibrio entre modificar correcta y paulatinamente los umbrales y sobreestimar el oído implantado durante las primeras visitas de programación.

Telemetría

La telemetría se utiliza para transmitir señales hacia el dispositivo interno durante las sesiones de ajuste. La telemetría inversa se utiliza para transmitir señales desde el dispositivo interno hacia la bobina externa, procesador u ordenador de programación, y de esta forma permite medir la integridad del dispositivo y las respuestas del nervio auditivo (69,76).

La impedancia eléctrica implica la resistencia eléctrica de cada uno de los electrodos del implante coclear al flujo de la corriente eléctrica. Está influenciado por el contacto del electrodo y por el cable del electrodo que está acoplado al contacto, pero también por el medio que rodea al electrodo, como los fluidos cocleares, fibrosis, osificación, proteínas y otros (77).

Al principio de cada sesión de programación se realiza la medición de la impedancia, enviando una pequeña cantidad de corriente eléctrica, inaudible para el paciente, secuencialmente a cada electrodo intracoclear activo.

Las anomalías en cuanto a la impedancia nos aportan información sobre la función de los electrodos (71). Así por ejemplo impedancias muy bajas implican un “short circuit” o cortocircuito entre los electrodos, y las impedancias muy altas implican un “open circuit”, lo cual significa que no se puede transmitir la corriente eléctrica. De esta forma, los electrodos problemáticos pueden ser desactivados durante el proceso de programación (78).

Los circuitos abiertos se pueden producir por anomalías como osificación o burbujas de aire, o depósito de proteínas. Los cortocircuitos se pueden producir por contacto físico entre dos electrodos, por excesiva tensión entre la guía de electrodos entre otras causas, y estos electrodos deben ser desactivados (79).

Si se observan cambios de impedancia en sesiones consecutivas, se debe llevar a cabo una visita con una anamnesis minuciosa con el paciente para analizar las posibles causas (69).

Evolución de los parámetros de programación en el tiempo

THR y MCL

Según demuestran distintos estudios publicados en los últimos años (80–82), los valores de THR y MCL se estabilizan pasado un tiempo determinado postoperatorio, que según los autores varía entre 6 meses y 2 años.

Gajadeera et al (80) realizaron una medición del máximo umbral y del umbral de confort, no sufren variaciones importantes a lo largo de los primeros 10 años de

seguimiento, incluso en los pacientes que hayan sufrido grandes variaciones durante los primeros meses o en pacientes que estén años sin ser programados. Esto podría llevar a plantearnos que si logramos determinar cuándo se estabilizan dichos parámetros, podríamos espaciar las visitas de programación ya que esto no cambiaría en gran medida el comportamiento de estos índices.

Leone et al (83) establecieron la impedancia como una buena medida de programación debido a su objetividad, que nos ofrece información sobre la integridad de los electrodos y de su entorno. Además, no está influida por los daños producidos en las fibras del VIII par craneal. Establecen que se produce un incremento de la impedancia en mayor medida a expensas de los electrodos basales, y que estos aumentos de la impedancia se ven relacionados con cifras más bajas de umbral de audición y de confort.

Mosca et al (84) determinaron en un estudio con 26 adultos que los umbrales de audición y de confort se estabilizaban a los 12 meses de activación del implante, con los cambios más significativos hasta el tercer mes. Plantea que los incrementos entre la activación y el mes 12 pueden deberse en parte a una excesiva reducción de los valores en la primera visita, más que a un incremento real durante los primeros 12 meses. En cuanto al umbral de audición, se obtuvieron valores más altos en los electrodos basales, consistentes con un aumento de la fibrosis.

Según Trosman (85), en el deterioro auditivo de los pacientes implantados influyen más variables, como la presbiacusia que, a pesar de la programación óptima del dispositivo, puede suponer una pérdida más marcada en las frecuencias más agudas. Este deterioro no debe considerarse un fallo del dispositivo ni una patología interna, si no un proceso fisiológico.

Es importante destacar que el comportamiento de todos estos parámetros no es igual en pacientes implantados durante la edad adulta y en niños. Sobre este tema, Greisiger et al (86) postularon que los niveles de THR Y MCL (umbral de audición y de confort) tienen variaciones mayores en los adultos. Destacan también que durante el seguimiento los adultos aportan una información más

veraz y fiable. El tiempo de hipoacusia también parece jugar un papel importante en el ajuste del umbral de confort en los adultos, que necesitan niveles más altos en los electrodos apicales y más bajos en los basales. Esto puede deberse a que el tiempo de hipoacusia es mayor en las frecuencias agudas. (87)

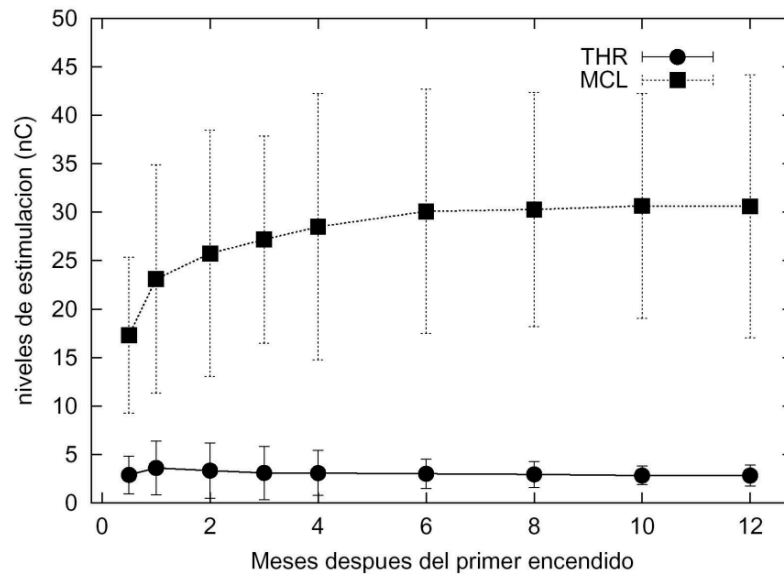


Figura 8. Evolución de THR y MCL durante 12 meses postoperatorio. Figura obtenida de Ruiz Gómez M. Potenciales del tronco cerebral evocados mediante estimulación eléctrica en pacientes con implante coclear. Universidad de Granada; 2002.

(87)

Impedancia

La impedancia es generalmente más baja en el intervalo de prueba intraoperatorio y más alta en la estimulación inicial (69), y se estabiliza durante los primeros meses de uso del implante. Se mide en kilohms.

La impedancia no depende únicamente del electrodo del implante, sino que ciertos factores pueden causar cambios en la misma, incluso tiempo después de su estabilización, por ejemplo:

- Tiempo de uso reducido del dispositivo.
- Reimplantación: este supuesto requerirá visitas de programación de nuevo como al inicio de la implantación
- Sobreestimulación del dispositivo.
- Cambios hormonales.
- Procesos patológicos (por ejemplo: otitis media, otosclerosis) o respuesta inflamatoria coclear ya sea temprana o tardía.
- Migración de la matriz de electrodos.

Si se observan cambios de impedancia se deben tener en cuenta las cuestiones anteriores, pero también un posible problema del implante (69). Conviene conocer e identificar ciertos patrones, como la alternancia de impedancias altas y bajas en números pares e impares o el descenso en los valores de impedancia o incluso cortocircuito, pueden deberse a daños en el electrodo o en la silicona de recubrimiento.

Si estos problemas además se asocian con disminución del rendimiento del implante, debemos programar una visita de control clínica y una visita de programación, y desactivar si es necesario los electrodos implicados (69).

También diversos estudios recientes apoyan esta evolución temporal de la impedancia. Sanderson et al (79) determinaron en un estudio retrospectivo a 5 años las variaciones de las impedancias, estableciendo que las estas cambian en función de la posición de los electrodos. En esto también insisten Leone et al (83), que establecen que las impedancias aumentan más en los electrodos basales que en los apicales y mediales, probablemente en relación a la formación de tejido fibroso en esta región de la cóclea.

Es de especial importancia establecer la relación de las variaciones de la impedancia con otras variables clínicas o con variaciones de la técnica quirúrgica. En este sentido, Gu et al (88) postulan que el método de cirugía mínimamente invasiva y acceso por ventana redonda redujo la impedancia del

electrodo en la activación inicial y en el seguimiento ya que preserva mejor la anatomía y el microambiente coclear (figura 9).

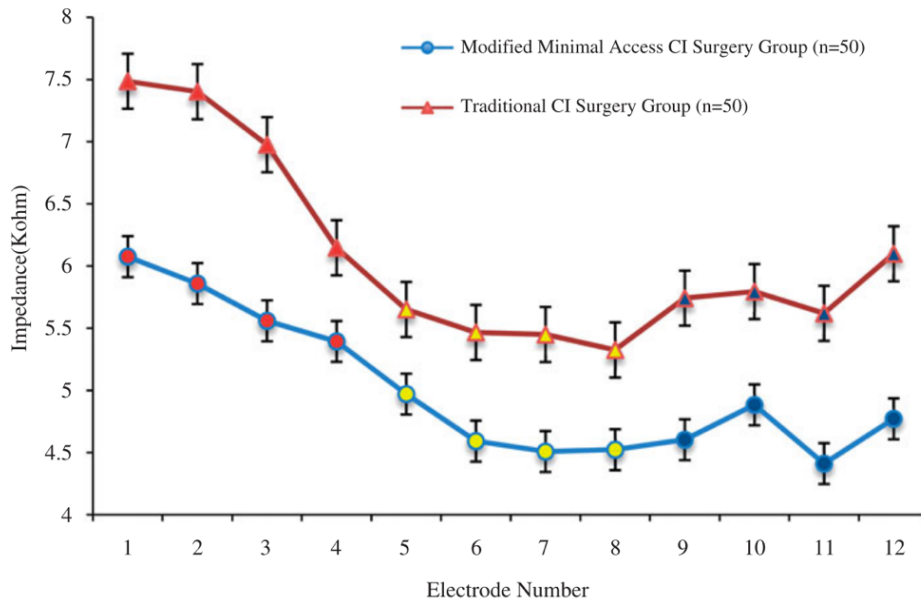


Figura 9. Cambios en la impedancia a lo largo de los 12 primeros meses postoperatorios en función de la técnica quirúrgica. Figura obtenida de Gu P, Jiang Y, Gao X, Huang S, Yuan Y, Wang G, et al. Effects of cochlear implant surgical technique on post-operative electrode impedance. *Acta Otolaryngol.* 2016;136(7):677–81.

Interesa también especialmente establecer la relación entre impedancias, umbrales de confort y umbrales máximos con la discriminación verbal y satisfacción subjetiva con el implante coclear. En relación con esto, El Shennawy et al (89) demostraron que estos parámetros no son buenos predictores de la discriminación y satisfacción. Esto nos lleva a cuestionar si las revisiones post implantación después del tiempo de estabilización deberían basarse principalmente en la satisfacción subjetiva y no tanto en la programación del dispositivo.

Calendario de visitas de programación

De esta forma, varios autores establecen el calendario que consideran adecuado para realizar la programación en sucesivas visitas postoperatorias (90). La primera visita para activación del implante suele realizarse durante las primeras semanas hasta un mes tras la cirugía (69).

Tras la activación, se aconseja realizar visitas periódicas, algunos autores proponen:

- 1 mes tras la activación
- 3 meses tras la activación
- 4-5 meses tras la activación (si precisa)
- 6 meses tras la activación
- 12 meses tras la activación

Concluido este período, se plantean diferentes protocolos según distintos autores. Shapiro et al (48) proponen realizar visitas con intervalos de 3 meses en niños, siendo más flexible en la programación de pacientes adultos.

En la guía clínica sobre implantes cocleares de la American Academy of Audiology (69) se propone realizar un seguimiento dependiente del progreso individual de cada paciente, que puede ser bianual, anual o cada 6 meses. Podemos concluir de esta forma que no hay un consenso claro sobre el calendario óptimo de seguimiento de los pacientes implantados.

JUSTIFICACIÓN DE LA TESIS

Durante los últimos años varios grupos de investigación han establecido las líneas de trabajo en relación a la programación de un implante coclear, y más concretamente sobre qué momento del tiempo postoperatorio supone una estabilización de estos.

Realizando una búsqueda bibliográfica en cualquiera de las principales bases de datos como PubMed, Cochrane o Embase, se obtienen decenas de publicaciones referentes a la programación de implantes cocleares y las variables a tener en cuenta.

De todo lo expuesto en los apartados anteriores sobre definición de variables de programación y estabilización de las mismas a lo largo del tiempo, podemos concluir que no hay un consenso sobre el tiempo de estabilización de los umbrales (MCL y THR) y de la impedancia.

Tampoco podemos establecer claramente los factores que influyen sobre ellos, ni la relación entre su medición y la satisfacción subjetiva de los pacientes implantados, con lo que creemos que el estudio que planteamos puede ser de gran utilidad para ayudar a esclarecer estos conceptos. Sería importante conocer la influencia de factores como el tiempo de hipoacusia, la edad de implantación, la etiología de la hipoacusia, el estado del oído contralateral, la utilización de audífonos previamente, el estado cognitivo y emocional del paciente, el tiempo de uso del implante y otros factores, y su relación con los valores medidos durante las visitas de programación.

Tras realizar la revisión bibliográfica sobre el tema en cuestión, observamos que los artículos están encaminados hacia una estabilización relativamente rápida de los parámetros a estudio, en cambio no se determina el tiempo en el que este tipo de pacientes deberían pasar a tener otro tipo de revisión más centrada en la clínica y en la satisfacción subjetiva, ni cuándo debemos plantearnos ajustar la

programación, una vez pasado el tiempo en que en teoría se estabilizaría el implante.

Consideramos que estos resultados serían interesantes y prometedores, tanto a la hora de establecer el tiempo tras la cirugía en el que el umbral máximo, el umbral de confort y la impedancia se nivelan, como a la hora de correlacionarlo con la satisfacción clínica. Yendo más allá, consideramos que de este estudio puede extraerse un protocolo que a nivel de consultas externas nos permita ofrecer una atención más centrada en el paciente, tratándose además de un grupo de pacientes cada vez más numeroso, y cuyas visitas a largo plazo deberíamos tratar de optimizar para ofrecer la mejor atención.

Según todo lo anteriormente descrito, creemos que nuestro estudio tiene una importante relevancia clínica al protocolizar el seguimiento a largo plazo de los pacientes con implante coclear, una situación a la que nos enfrentamos en la práctica clínica diaria y sobre la que no hay suficiente evidencia científica a partir de la cual establecer un plan de seguimiento.

OBJETIVOS DE LA TESIS E HIPÓTESIS DE TRABAJO

Hipótesis de trabajo

Se produce una estabilidad en los valores de MCL, THR e impedancia eléctrica en un punto del seguimiento antes de los 5 años tras la cirugía de implantación coclear, y estos cambios hasta alcanzar la estabilidad y tras haberla alcanzado están influenciados por variables clínicas.

Objetivos

El objetivo principal de nuestro estudio es determinar el tiempo de estabilización postoperatoria de las variables de programación MCL, THR e impedancia eléctrica en los pacientes implantados en nuestro centro.

Los objetivos secundarios son:

- Valorar la relación a lo largo del tiempo entre las variables subjetivas MCL y THR, y los valores de impedancia.
- Estudiar la evolución auditiva de los pacientes implantados en nuestro centro, relacionando los resultados auditivos medidos en pruebas audiológicas con las variaciones de los parámetros de programación.
- Realizar un análisis descriptivo de los pacientes implantados en nuestro centro durante el tiempo de realización del estudio.
- Establecer un protocolo hospitalario de seguimiento de los pacientes implantados en nuestro centro a partir de los resultados obtenidos, estableciendo el momento del postoperatorio en el que las visitas pasarán a ser clínicas, apoyándose de modificaciones en la programación únicamente ante incidencias, solicitud del paciente o bajo rendimiento auditivo.

METODOLOGÍA

DISEÑO DEL ESTUDIO

Se realizó un estudio unicéntrico retrospectivo. La población en estudio fueron todos aquellos sujetos diagnosticados con hipoacusia neurosensorial bilateral severa-profunda por el Servicio de Otorrinolaringología del centro participante en el estudio (Hospital Clínico Universitario de Valencia), en los cuales, siguiendo el protocolo habitual de la Unidad de Audiología, se decidió realizar cirugía de implante coclear unilateral.

Los pacientes recogidos fueron intervenidos entre el año 2000 y el 2015, y tuvieron un seguimiento ambulatorio en consultas externas de Otorrinolaringología durante al menos 5 años postoperatorios.

El estudio fue evaluado y aprobado por la Comisión de Investigación del Instituto de Investigación Sanitaria INCLIVA y el Comité ético de investigación con medicamentos del Hospital Clínico Universitario de Valencia (CEIM).

El estudio se llevó a cabo de conformidad con los principios enunciados en la Declaración de Helsinki (2013) y la Conferencia Internacional sobre la Armonización de Buena Práctica Clínica.

VARIABLES ANALIZADAS

Las variables recogidas y analizadas durante la realización de este trabajo son las siguientes:

Variables clínicas

- Anamnesis: edad y fecha de nacimiento, sexo, antecedentes personales y familiares relacionados con hipoacusia, edad de inicio de la hipoacusia, edad de estabilización de la hipoacusia, años desde estabilización de la hipoacusia, desarrollo del lenguaje
- Relacionadas con el tipo de hipoacusia: congénita o adquirida, etiología de la hipoacusia, súbita o progresiva, prelingual / perilingual / postlingual.
- Audioprótesis preoperatoria: en el oído implantado, en el oído contralateral, rendimiento subjetivo de la audioprótesis, edad de adaptación audióptorésica.
- Pruebas de imagen preoperatorias: resultado del TC de peñascos, resultado de la RM de oído interno
- Relacionadas con la cirugía: edad de realización de la cirugía, técnica quirúrgica de abordaje del oído interno, complicaciones inmediatas, complicaciones tardías, incidencias en la colocación del electrodo.

Variables relacionadas con el implante coclear

Se recogieron los valores de THR, MCL e impedancia, ya descritos en el apartado de introducción, en cada uno de los 12 electrodos del implante, a lo largo de las visitas postoperatorias descritas en la tabla 7.

Visita	Tiempo tras la cirugía
Visita 1	1 mes tras la cirugía. Visita de activación del procesador.
Visita 2	3 meses tras la cirugía.
Visita 3	6 meses tras la cirugía.
Visita 4	1 año tras la cirugía.
Visita 5	2 años tras la cirugía.
Visita 6	3 años tras la cirugía.
Visita 7	4 años tras la cirugía.
Visita 8	5 años tras la cirugía.

Tabla 7. Descripción de las visitas de seguimiento.

Los datos se obtuvieron del software MAESTRO, como se detallará en el siguiente apartado. Se recogieron también los electrodos desactivados en cada una de las visitas y el motivo de desactivación.

Los datos obtenidos en cada uno de los 12 electrodos se agruparon en:

- Electrodos basales: del electrodo número 9 al 12
- Electrodos medios: del electrodo número 5 al 8
- Electrodos apicales: del electrodo número 1 al 4

Los datos se analizaron de forma agrupada para facilitar la interpretación de los resultados y su significación clínica. Se calculó el promedio de cada parámetro por grupo de electrodos obteniendo 9 variables respuesta primarias de la investigación, descritas en la tabla 8.

Variable	Descripción
MCL basal	Promedio electrodos 9-12 para umbral de confort
MCL medio	Promedio electrodos 5-8 para umbral de confort
MCL apical	Promedio electrodos 1-4 para umbral de confort
THR basal	Promedio electrodos 9-12 para umbral auditivo
THR medio	Promedio electrodos 5-8 para umbral auditivo
THR apical	Promedio electrodos 1-4 para umbral auditivo
Impedancia basal	Promedio electrodos 9-12 para impedancia
Impedancia media	Promedio electrodos 5-8 para impedancia
Impedancia apical	Promedio electrodos 1-4 para impedancia

Tabla 8. Descripción de las variables utilizadas en relación a los parámetros de programación del implante coclear

VARIABLES AUDITIVAS

Se determinó la ganancia tonal conseguida con el uso del implante auditivo. Para ello realizamos estudios mediante audiometrías tonales liminares en campo libre, obteniendo los umbrales tonales en dB para las frecuencias 500, 1000, 2000 y 4000 Hz con el implante colocado, o con estimulación bimodal en el caso de los pacientes que sean portadores de audífono contralateral.

Se analizó del mismo modo la ganancia auditiva en pruebas verbales. Se realizó a todos los pacientes un “test de bisílabos” constituido por las listas de palabras bisilábicas estandarizadas desarrolladas por Marrero-Cárdenas en español (91). También se realizó el test de frases (CID sentence test) (41), compuesto por 100 frases distribuidas en 10 listas, que el paciente debe repetir sin ayuda.

Más adelante se detallará el protocolo seguido para la realización de las pruebas audiológicas en cabina.

Los test audiológicos (audiometría tonal, test de bisílabos y frases), se realizaron durante las siguientes visitas:

- Visita 4: 1 año después de la cirugía.
- Visita 6: 3 años después de la cirugía.
- Visita 8: 5 años después de la cirugía.

OBTENCIÓN DE LA MUESTRA Y BASE DE DATOS

Se realizó la recogida de datos del mediante sistema de software MAESTRO versión 7.0 (92), como se muestra en la figura 10.



Figura 10. Apariencia de la pantalla de ajuste de MCL, THR e impedancia, entre otros factores. Software MAESTRO de MED-EL versión 7.0

Se diseñó un cuaderno de recogida de datos en versión digital mediante un archivo de EXCEL, que posteriormente fue volcado para su análisis mediante el programa SPSS.

La codificación del número de historia clínica y nombre del paciente mantiene los criterios de confidencialidad previstos en la Ley Orgánica 3/2018 de 5 de diciembre de protección de datos personales y garantía de los derechos digitales y el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento europeo y del Consejo de 27 de

abril de 2016 de Protección de Datos (RGPD). Dichos datos solo fueron accesibles para la autora de la tesis doctoral y los directores de tesis.

Tamaño de la muestra

Se realizó un estudio previo del tamaño muestral necesario. Los artículos de Tubishi (93) y El Shennawy (89) proporcionan estimaciones de la desviación estándar (SD) de la impedancia media en tiempos entre 1 y 3 años tras la cirugía. Estas cifras se sitúan en el rango 1,6-1,8 y fueron utilizadas para nuestros cálculos muestrales.

Se concluyó que son necesarios un mínimo de 75 pacientes para detectar una diferencia de 10% entre dos valores medios de impedancia como significativos con una potencia del 80% y asumiendo un nivel de confianza del 95%. Un estudio piloto de los primeros pacientes del estudio actual reveló una menor variabilidad (SD=1,3), por lo que una muestra de 75 pacientes alcanzaría una potencia del 80% para detectar diferencias de sólo un 7%.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Se incluyeron pacientes con hipoacusia neurosensorial que cumplieron todos los criterios de inclusión y ninguno de exclusión:

Criterios de inclusión

- Pacientes portadores de implante coclear unilateral MED-EL.
- Hipoacusia neurosensorial bilateral de grado severo o profundo.
- Pacientes con edad a partir de 18 años en el momento de la cirugía.
- Con un seguimiento clínico y visitas de programación siguiendo el protocolo de implante coclear de la Unidad de Audiología del servicio de Otorrinolaringología, como mínimo durante 5 años tras la cirugía.

Criterios de exclusión

- Pacientes no candidatos a cirugía de implante coclear por comorbilidades.
- Alteraciones estructurales en resonancia magnética o en tomografía computarizada que contraindicaran implantación coclear.
- Comorbilidades psicológicas o neurológicas que contraindicaran la implantación coclear.
- Pacientes con implantación bilateral.
- Pacientes que no hayan cumplido todas las visitas de seguimiento comprendidas en el protocolo del servicio, durante los primeros 5 años tras la cirugía.
- Controles audiométricos insuficientes para valorar la respuesta auditiva tras el implante coclear.

- Menores de 18 años.

La información de cada uno de los sujetos incluidos en el estudio se obtuvo a partir de la historia clínica (electrónica o en papel) de cada uno de ellos.

PROTOCOLO DE SEGUIMIENTO

Mediante la revisión de las historias clínicas en papel y en formato electrónico, se recogió la información relativa al momento del diagnóstico y a las pruebas de imagen realizadas preoperatoriamente, comprendiendo las variables descritas previamente en el apartado de Variables Clínicas.

Durante el seguimiento postoperatorio de los primeros 5 años tras la implantación coclear se recogieron los siguientes datos de cada uno de los 12 electrodos del implante:

- Variables de programación según el software MAESTRO:
 - o Impedancia.
 - o MCL (umbral de confort).
 - o THR (umbral auditivo).

Se recogió también el número de electrodos desactivados en cada visita y motivo de la desactivación.

La recogida de datos relativos al implante coclear se produjo en diferentes visitas a lo largo de 5 años:

- Visita 1: 1 mes tras la cirugía. Activación del procesador.
- Visita 2: fecha de programación. 3 meses tras la cirugía
- Visita 3: fecha de programación 6 meses tras la cirugía.
- Visita 4: fecha de programación 1 año tras la cirugía.
- Visita 5: fecha de programación 2 años tras la cirugía.
- Visita 6: fecha de programación 3 años tras la cirugía.
- Visita 7: fecha de programación 4 años tras la cirugía.
- Visita 8: fecha de programación 5 años tras la cirugía.

Se recogió también información del resultado auditivo subjetivo durante las visitas 4, 6 y 8. Se recogieron los datos relativos a las frecuencias auditivas 500, 1000, 2000 y 4000 Hz en audiometría tonal liminar en campo libre con implante o con estimulación bimodal en caso de llevarla, así como los resultados de las pruebas verbales (test de bisílabos y test de frases), según lo expuesto en apartados anteriores.

Protocolo de realización de audiometrías

Los estudios mediante audiometría de todos los pacientes se realizaron en una cabina insonorizada siguiendo las normas ISO 389 (Internacional Standard Organization) y ANSI S3.6-2004 (American National Standard Institute), con un audiómetro Interacoustics AC40®. Los auriculares utilizados son los TDH 39 (Calibración vía aérea Norma ISO 389 / ANSI S3.6- 1996) y el transductor de vía ósea Radioear B71 (Calibración vía ósea ISO 7566 / ANSI S3.43- 1992).

La cabina en la que se realizaron las audiometrías cumple las especificaciones detalladas en los “Niveles máximos de ruido permitidos para las habitaciones de audiometría ANSI S3.1-1999”.

Se realizaron audiometrías tonales mediante auriculares para vía aérea y transductores óseos para vía ósea al momento del diagnóstico, y seguimiento mediante audiometrías en campo libre con el implante coclear, o estimulación bimodal en los pacientes portadores de audífono contralateral. Cada estímulo sonoro se aplicó durante 1-2 segundos, y para confirmar el resultado se requieren dos respuestas de entre tres presentaciones de un estímulo a la misma intensidad.

En cuanto al test de bisílabos, se exploraron 4 intensidades (35, 50, 65 y 80 dB) en cada oído. Para homogeneizar los resultados del estudio y poder comparar

entre pacientes recogidos a lo largo de los 15 años de implantación, a la hora de analizar los resultados auditivos se utilizó la cifra obtenida al explorar campo libre a 65dB. En cada una de las intensidades exploradas, se reprodujeron listas de 25 bisílabos, provenientes de las listas de Marrero y Cárdenas (91) de palabras de vocabulario cotidiano. Las palabras aparecen en la lista con la misma proporción que en el lenguaje hablado, deben estar representados todos los fonemas del lenguaje hablado y deben tener una dificultad similar (41). El resultado se expresó en palabras acertadas frente al total de palabras emitidas, obteniendo un porcentaje resultante.

Por último, el test de frases (CID sentences test) (41) está compuesto por 100 frases distribuidas en 10 listas, que el paciente debe repetir sin ayuda. Se contabilizan las respuestas, contando las palabras claves que componen la frase, subrayadas en las listas y su resultado se expresa en porcentaje (94). De igual manera que con el test de bisílabos, se exploraron 4 intensidades (35, 50, 65 y 80 dB) en cada oído, y para facilitar la comparación entre pacientes recogidos a lo largo de los 15 años, a la hora de analizar los resultados auditivos se utilizó la cifra obtenida al explorar campo libre a 65dB.

Dispositivos del implante coclear

Todos los pacientes fueron implantados con implantes cocleares MED-EL. Los distintos modelos de implante coclear utilizados en los pacientes de nuestra base de datos fueron: PULSAR C100, SONATA TI100 Y COMBI 40.

En cuanto a los procesadores, los distintos modelos fueron: OPUS 2, TEMPO + y RONDO.

Los electrodos utilizados fueron: Flex 28, Flex soft y Standard.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se dispone de toda la información relativa al perfil demográfico y clínico del paciente, características de la enfermedad y del implante. Todas ellas asumen el rol de variables independientes en el estudio, pues se desea saber en qué medida afectan al tiempo de estabilización.

Análisis descriptivo

El análisis descriptivo proporciona los estadísticos más relevantes para todas las variables recogidas en la investigación: media, desviación estándar, mínimo, máximo, mediana y percentiles 25 y 75 para los parámetros continuos y frecuencias absolutas y relativas para los categóricos

En base al gran tamaño de la muestra implicada en el estudio, los objetivos se abordan mediante un enfoque de análisis estadístico paramétrico.

Análisis inferencial

El análisis inferencial tiene por objeto estudiar en qué momento se produce la estabilización de los ajustes para los parámetros MCL, THR, rango dinámico e Impedancia, así como la relación con los factores independientes. Las pruebas utilizadas han sido:

- Modelo lineal general ANOVA de medidas repetidas para cada parámetro en cada grupo de electrodos. Las comparaciones múltiples se limitan a los tiempos de medición consecutivos y fueron corregidas por el criterio

de Bonferroni. La estabilización se alcanza cuando, a partir de cierto tiempo, todas las comparaciones son no significativas.

- Modelo lineal mixto ANOVA de medidas repetidas para evaluar la influencia de un factor independiente en la historia de ajustes y el tiempo hasta la estabilización en los niveles de ese factor. Para determinar este tiempo, las comparaciones múltiples se basaron en la prueba de la diferencia mínima significativa (LSD); ya que al realizar estas comparaciones en grupos de tamaño muestral más pequeño (hasta un 66% respecto al total), la penalización con Bonferroni es excesiva y lleva a tiempos de estabilización muy tempranos tras la cirugía.
- Para la correlación entre las variables MCL, THR e impedancia se empleó el coeficiente r de correlación de Pearson y test de nulidad (p -valor).

El nivel de significatividad empleado en los análisis ha sido el 5% ($\alpha=0.05$). Cualquier p -valor menor a 0.05 es indicativo de una relación estadísticamente significativa. Por contra, un p -valor mayor o igual a 0.05 indica ausencia de relación.

El software que se utilizó para el análisis estadístico de los datos fue el software SPSS (Versión 25).

LIMITACIONES DEL DISEÑO DEL ESTUDIO

Este trabajo se trata de un estudio unicéntrico y retrospectivo, basado en los datos de pacientes implantados con dispositivos de unas características determinadas (implante coclear unilateral) todos ellos dispositivos MED-EL, existiendo en el mercado distintas casas que comercializan dispositivos de implante coclear, y distintos tipos de dispositivos con ajustes diferentes.

Otros estudios publicados con objetivos similares al presente trabajo analizar distintas variables audiométricas, realizando test de los que no se puede disponer en este estudio, dada la recogida retrospectiva de los datos, y que suponen una limitación del mismo.

Además, alguna de las variables clínicas depende exclusivamente de lo recogido en la historia y referido por el paciente, constituyendo un posible sesgo de memoria. Por último, no se recogieron datos relativos a cuestionarios de calidad de vida, que habrían supuesto una forma de cuantificar o unificar los resultados subjetivos de rendimiento en comparación con la audición subjetiva y calidad de vida previas a la cirugía.

RESULTADOS

Estadística descriptiva

En la siguiente tabla 9 se describen las variables demográficas y clínicas de los pacientes, así como las características de la hipoacusia.

Características demográficas		
Sexo	Hombres	42,3%
	Mujeres	57,7%
Oído implantado	Izquierdo	33,3%
	Derecho	66,7%
Antecedentes familiares	No	64,1%
	1er grado	32,1%
	2º grado	3,8%
Edad inicio hipoacusia	Media 21,1 años (DT 18,6)	
Años desde pérdida completa	Media 11,1 años (DT 12,2)	
Grado de hipoacusia oído implantado (PTA) previo	Media 103,3 (DT 11,7)	
Grado de hipoacusia oído contralateral (PTA) previo	Media 98,9 (DT 13,5)	
Adquisición del lenguaje	Prelingual	10,3%
	Perilingual	6,4%
	Postlingual	83,3%
Edad cirugía	Media 52,7 (DT 14,6)	

Tabla 9. Características demográficas de los pacientes.

La edad media de inicio de la hipoacusia es $21,1 \pm 18,6$ años, produciéndose la estabilización de la pérdida, o la pérdida completa, a los $41,5 \pm 21,0$. La cirugía tuvo lugar a los $52,7 \pm 14,6$ años del paciente tras un período medio de $11,1 \pm 12,1$ desde la estabilización de la hipoacusia.

Antecedentes y etiología

En cuanto a los antecedentes familiares de hipoacusia, el 64,1% no refirió ningún antecedente de interés, el 32,1% refirieron antecedentes de hipoacusia en familiares de primer grado, y el 3,8% de los pacientes lo refirieron en familiares de segundo grado.

Estudiando la etiología de la hipoacusia, que se resume en la siguiente figura 11, se puede observar que en un 59% de los pacientes la etiología continúa siendo desconocida.

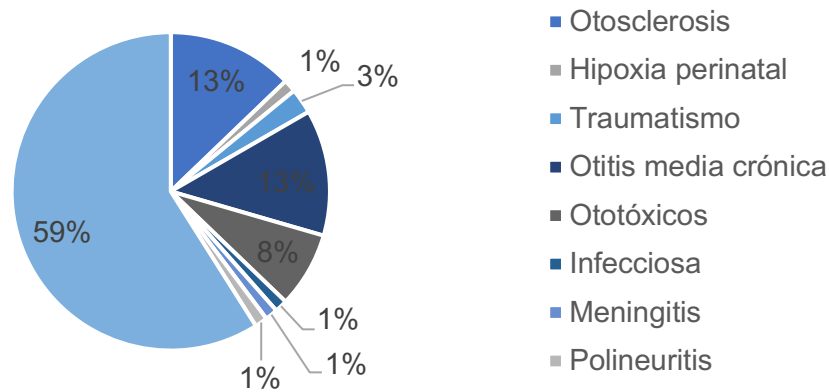


Figura11. Etiología de la hipoacusia.

En un 87,2% de los casos la hipoacusia apareció de forma progresiva, mientras en el 5,1% apareció de forma súbita.

Las pruebas radiológicas evidencian alteraciones en el 17,9% de los TC de peñascos, tales como hallazgos de otosclerosis, cambios postquirúrgicos, ocupación de oído medio, disrupciones de cadena, fractura de peñasco entre otros; y el 6,4% de las RM, entre las que se encontraron encefalomalacia y poroencefalia basal y de lóbulos temporales, ausencia de representación de conductos semicirculares bilaterales, defecto de repleción en el inicio de ambas espiras basales, o una esclerosis del conducto semicircular superior izquierdo.

Audiometría previa y adaptación protésica previa

En cuanto a la adaptación protésica previa a la implantación, como se puede observar en la tabla 10, el 53,8% de los pacientes llevó audífono en el oído implantado y el 73,1% en el contralateral antes de la intervención. La edad media de colocación de los mismos se cifra en torno a los 35 ± 20 años, con un resultado subjetivo no satisfactorio en un 81,8% de los pacientes.

Utilización de audioprótesis previa a la cirugía		
Oído implantado	Sí	53,8%
	No	46,2%
Oído contralateral	Sí	73,1%
	No	26,9%

Tabla 10. Utilización de audioprótesis previa a la cirugía de implante coclear.

Analizando los resultados de audiometría tonal en el momento de la indicación del implante coclear unilateral, el umbral audiométrico medio cuantificado mediante el PTA en el oído implantado fue de $103,3 \pm 11,7$ dB, y $98,9 \pm 13,5$ dB en el oído contralateral. En la figura 12 se puede observar la media de las frecuencias auditivas del oído izquierdo y el oído derecho.

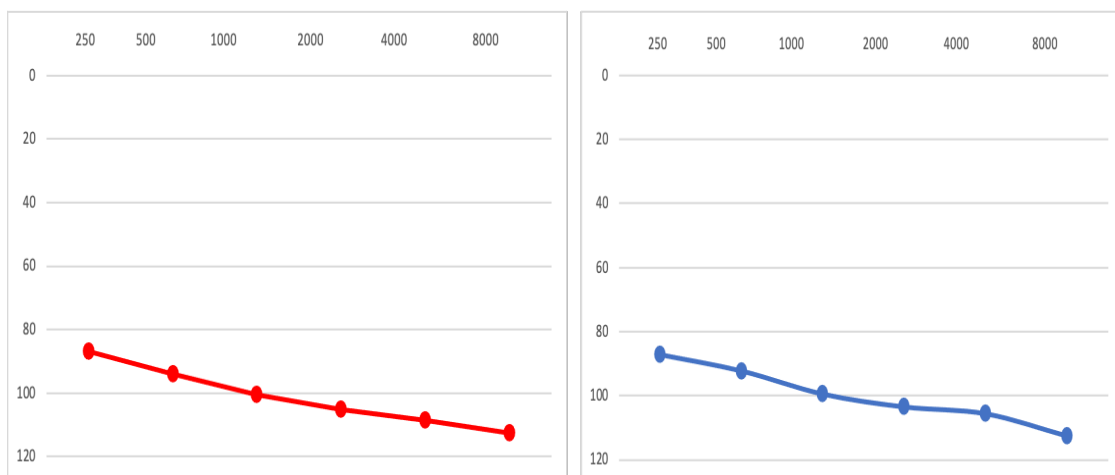


Figura 12. Representación audiométrica de la media de los umbrales auditivos en la muestra de pacientes del estudio, en oído derecho (rojo) y en oído izquierdo (azul). El eje de abscisas corresponde a los dB y el de ordenadas corresponde a los Hz.

Características del implante

En la siguiente tabla 11 se describen las características de los implantes utilizados, todos ellos MED-EL. Los modelos de implante coclear fueron PULSARci100, SONATAti100 y Combi 40. En cuanto a los procesadores empleados, encontramos el Opus 2, Rondo y Tempo +. Los electrodos implantados fueron el standard, en el 96,2% de los pacientes, el Flex 28 en el 2,6% y el Flex Soft en el 1,3% de los pacientes.

Características de los implantes cocleares		
Modelo implante coclear	PULSARci100	11,5%
	SONATAti100	85,9%
	Combi 40	2,6%
Modelo procesador	Opus 2	84,6%
	Rondo	11,5%
	Tempo +	3,8%
Modelo electrodo	Standard	96,2%
	Flex 28	2,6%
	Flex Soft	1,3%

Tabla 11. Características de los implantes cocleares utilizados en los pacientes del estudio.

El 46,2% de los pacientes son usuarios de adaptación bimodal postoperatoria contralateral mediante audioprótesis.

En los datos recogidos de forma retrospectiva no se pudo analizar el número de casos con inserciones de la guía de electrodos completas e incompletas debido a la falta de información en varios pacientes, pero sí se analizó el número de electrodos desactivados y las causas.

Se desactivaron un total de 45 electrodos a lo largo del seguimiento. Las desactivaciones se produjeron en electrodos basales en un 80% de los casos, siendo el electrodo número 12 el que se desactivó en más ocasiones, en 20 pacientes. Las causas más frecuentes de desactivación fueron:

- Ausencia de percepción auditiva: 38%
- Impedancias demasiado altas: 20%
- Cortocircuito: 18%

Cirugía

Con respecto a las características de la cirugía de implante coclear, en la siguiente figura se puede ver la distribución de los pacientes por año de implantación. (figura 13).

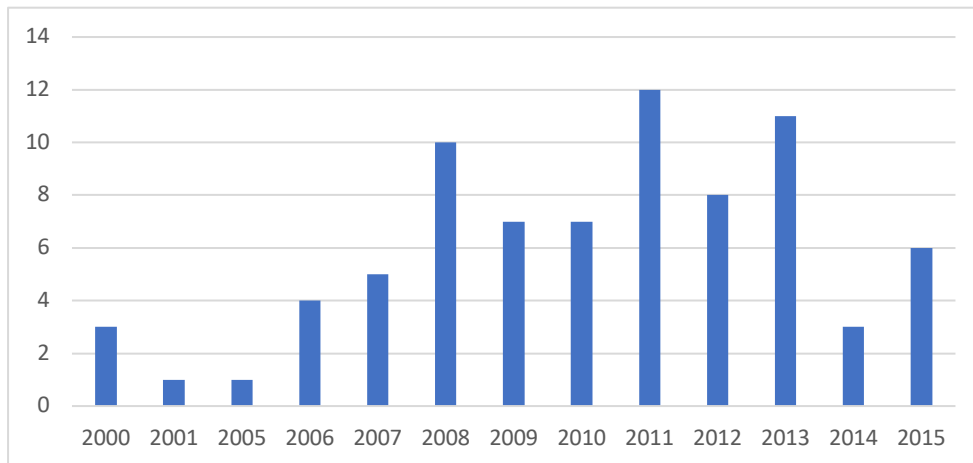


Figura 13. Distribución del número de pacientes implantados por año durante la recogida de datos para el desarrollo del estudio (2000-2015).

En cuanto a la técnica quirúrgica utilizada, al 42,3% de los pacientes se les realizó un abordaje mediante cocleostomía, mientras que al 57,7% de los pacientes se les realizó un abordaje a través de ventana redonda (tabla 12).

Técnica quirúrgica	
Cocleostomía	42,3%
Ventana redonda	57,7%

Tabla 12. Diferencias en la técnica quirúrgica de abordaje coclear en los pacientes del estudio.

Resultados auditivos tonales

En cuanto a los resultados auditivos en campo libre con el implante coclear, se recogieron datos relativos al año tras la cirugía, 3 años tras la cirugía y 5 años tras la cirugía. En las siguientes figuras se puede observar como la media de las frecuencias es similar durante los 5 años de seguimiento (figura 14, 15 y 16). La impresión descriptiva es que, en la muestra global, el parámetro parece bastante estabilizado tras 1 año de la cirugía.

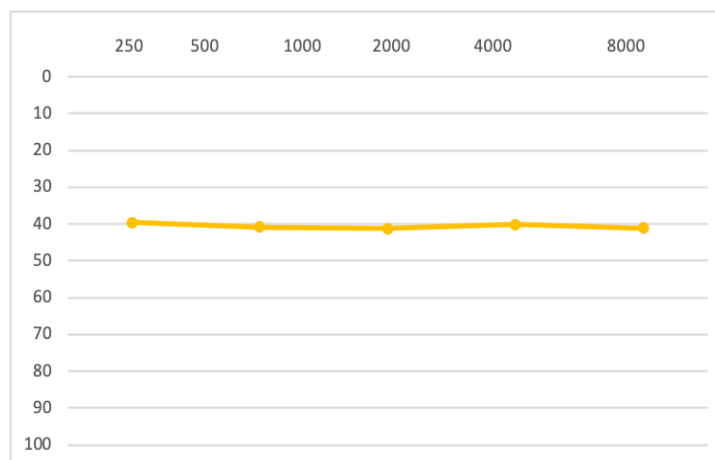


Figura 14. Promedio de los resultados de audiometrías en campo libre con implante coclear realizadas un año tras la cirugía. El eje de abscisas corresponde a los dB y el de ordenadas corresponde a los Hz.

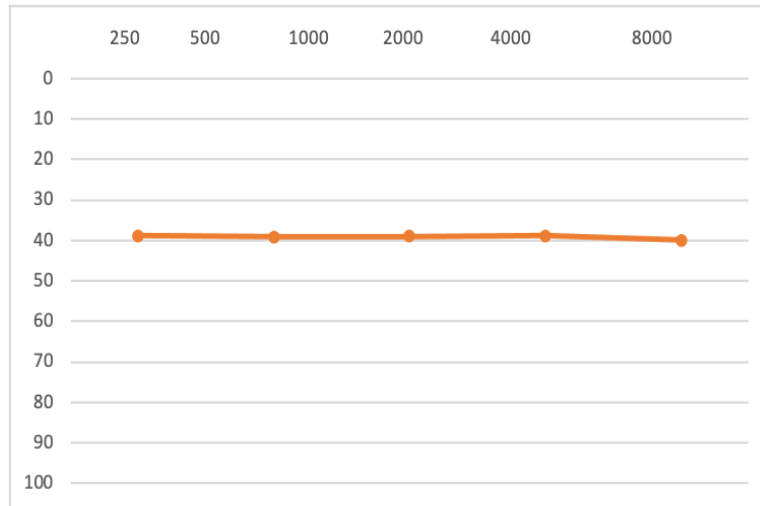


Figura 15. Promedio de los resultados de audiometrías en campo libre con implante coclear realizadas 3 años tras la cirugía. El eje de abscisas corresponde a los dB y el de ordenadas corresponde a los Hz.

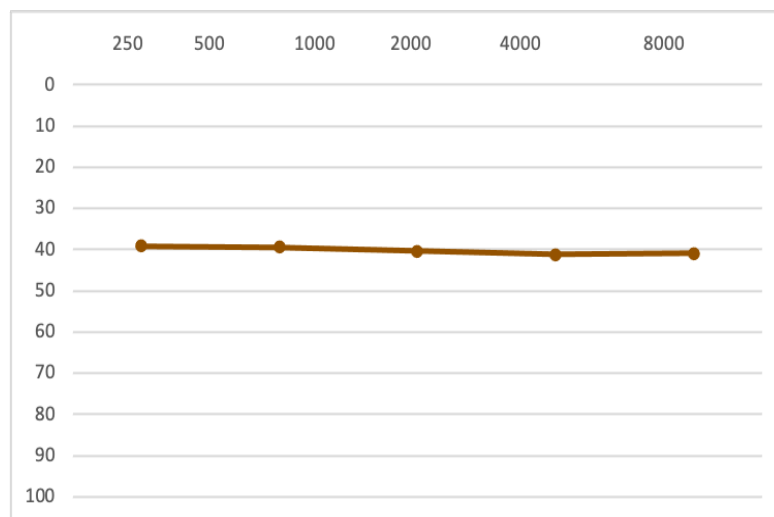


Figura 16. Promedio de los resultados de audiometrías en campo libre con implante coclear realizadas 5 años tras la cirugía. El eje de abscisas corresponde a los dB y el de ordenadas corresponde a los Hz.

Resultados auditivos verbales

En cuanto a los resultados auditivos en audiometrías verbales (test de bisílabos y test de frases) con el implante coclear o adaptación bimodal en pacientes

portadores de prótesis auditiva contralateral al implante, se recogieron datos relativos a la visita preoperatoria, al año tras la cirugía, 3 años tras la cirugía y 5 años tras la cirugía.

En la siguiente figura se puede observar la media del resultado expresada en porcentajes, durante los 5 años de seguimiento. (figura 17). La impresión descriptiva es que, en la muestra global, el parámetro aumenta durante todo el seguimiento.

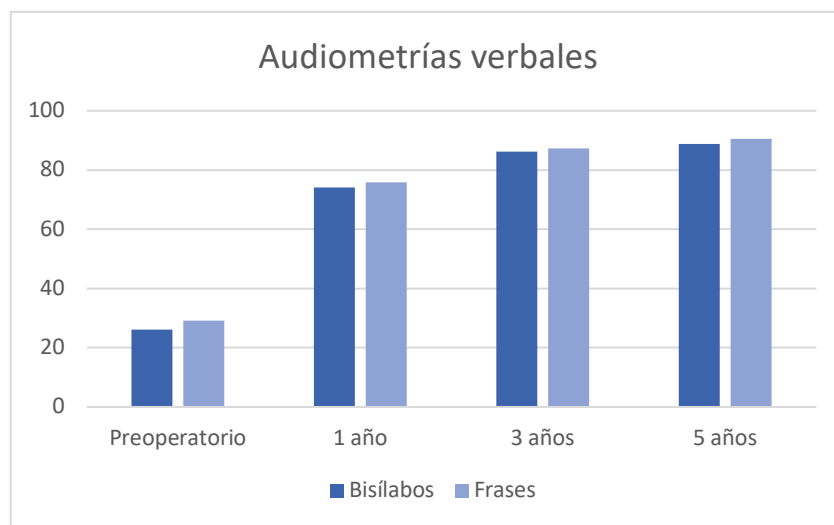


Figura 17. Promedio de los resultados de audiometrías verbales (test de bisílabos y test de frases) con implante coclear o adaptación bimodal en casos de pacientes portadores de audífono contralateral al implante, realizadas en la visita preoperatoria, un año, 3 años y 5 años tras la cirugía. Resultados expresados en porcentajes (%).

Evolución en el tiempo de los parámetros de programación

MCL (umbral de confort)

En la siguiente tabla 13 se puede observar la evolución a lo largo de las visitas del valor MCL (Umbral de confort) con su desviación típica. En electrodos basales, el valor medio en la primera visita al mes de la cirugía, es 19,3 qu con una desviación típica de 7,1. En cambio, en la visita 8, a los 5 años de la cirugía, el valor medio son 25,5 con una desviación típica de 9,5.

En cuanto a la evolución del valor MCL en electrodos medios con su desviación típica, el valor medio en la primera visita, al mes de la cirugía, es 18,6 con una desviación típica de 7,1. En cambio, en la visita 8, a los 5 años de la cirugía, el valor medio son 25,7 con una desviación típica de 9,6.

Por último, se expone la evolución del valor MCL en electrodos apicales con su desviación típica. En este caso, el valor medio en la primera visita, al mes de la cirugía, es 16,6 con una desviación típica de 5,7. En cambio, en la visita 8, a los 5 años de la cirugía, el valor medio son 23,5 con una desviación típica de 9,6. La impresión descriptiva es que a partir de la visita T6 (3 años) hay una notable estabilización del parámetro.

En la figura 18 se puede ver la evolución a lo largo de los primeros 5 años tras la implantación coclear del parámetro MCL (umbral de confort), distribuida en electrodos basales, medios y apicales.

MCL en electrodos basales		
	Media	Desviación típica
Visita 1 (1 mes)	19,3	7,1
Visita 2 (3 meses)	20,7	7,2
Visita 3 (6 meses)	22,0	7,3
Visita 4 (1 año)	23,5	8,0
Visita 5 (2 años)	24,9	8,3
Visita 6 (3 años)	25,6	8,8
Visita 7 (4 años)	26,0	9,4
Visita 8 (5 años)	25,5	9,5
MCL en electrodos medios		
	Media	Desviación típica
Visita 1 (1 mes)	18,6	7,1
Visita 2 (3 meses)	20,2	7,2
Visita 3 (6 meses)	21,9	7,9
Visita 4 (1 año)	23,2	8,4
Visita 5 (2 años)	24,7	8,6
Visita 6 (3 años)	25,6	9,1
Visita 7 (4 años)	26,0	9,6
Visita 8 (5 años)	25,7	9,6
MCL en electrodos apicales		
	Media	Desviación típica
Visita 1 (1 mes)	16,6	5,7
Visita 2 (3 meses)	18,3	6,1
Visita 3 (6 meses)	19,7	6,4
Visita 4 (1 año)	21,1	7,4
Visita 5 (2 años)	22,7	8,4
Visita 6 (3 años)	23,6	9,2
Visita 7 (4 años)	23,9	9,5
Visita 8 (5 años)	23,5	9,6

Tabla 13. Resultados descriptivos de la evolución a lo largo de los primeros 5 años tras la implantación coclear del parámetro MCL (umbral de confort).

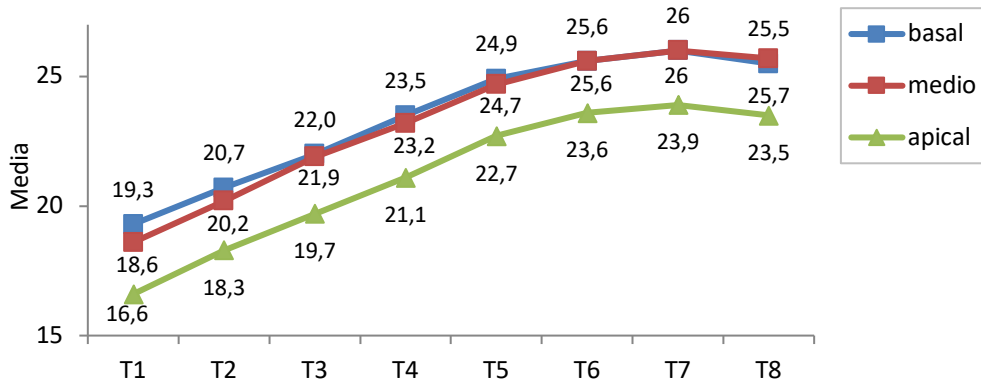


Figura 18. Evolución a lo largo de los primeros 5 años tras la implantación coclear del parámetro MCL (umbral de confort).

La figura 19 muestra las distribuciones de los valores del ajuste, lo que permite apreciar también los rangos habituales y la posible presencia de casos atípicos y/o extremos. Se trata de un diagrama de cajas, donde se representan los valores de umbral de confort (MCL) y sus valores atípicos y extremos.

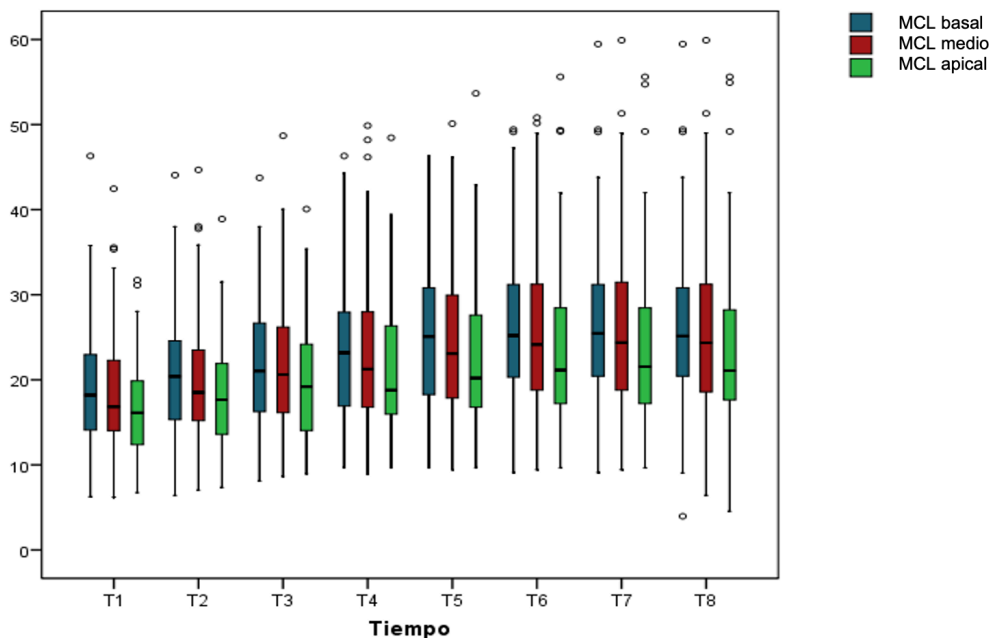


Figura 19. Evolución de MCL en el tiempo. Cada caja concentra al 50% de los casos, la línea horizontal que la divide representa la mediana. Los bordes superior e inferior de la caja se corresponden con el 1er y 3er cuartil. Los círculos representan los valores atípicos, y los asteriscos los extremos.

Se estima un modelo ANOVA para el parámetro en cada grupo de electrodos, representado en la tabla 14.

	F	p-valor
Basales	9,53	<0,001***
Medios	10,8	<0,001***
Apicales	11,0	<0,001***

Tabla 14. Evolución del parámetro MCL en cada grupo de electrodos. Resultados test F del modelo ANOVA de medidas repetidas. *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Es decir, en los 3 grupos de electrodos puede hablarse de variaciones significativas del parámetro a lo largo del seguimiento ($p < 0,001$). Se realizó también una comparación múltiple para tiempos consecutivos, que se muestra en la tabla 15.

	T1-T2	T2-T3	T3-T4	T4-T5	T5-T6	T6-T7	T7-T8
Basales	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	0,154	0,420	1,000
Medios	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	0,049*	0,154	1,000
Apicales	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	0,065	0,095	1,000

Tabla 15. Evolución de MCL en cada grupo de electrodos. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba de Bonferroni. *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Por tanto, en los electrodos basales el valor medio se incrementa significativamente visita a visita hasta T5 (2 años). No hay diferencias ya entre T5 y T6 ($p = 0,154$), ni entre visitas contiguas posteriores (T6 vs. T7 $p = 0,420$ y T7 vs. T8 $p = 1,000$). El tiempo de estabilización del umbral de confort (MCL) en electrodos basales serían por tanto los 2 años postoperatorios.

Para los electrodos medios, la estabilidad tarda más alcanzarse, y se produce en el tiempo T6 (3 años) postoperatorio.

Para los electrodos apicales, la estabilidad se alcanza en T5 (2 años); pero hay que admitir una cierta tendencia a la variación ($p < 0,1$) hasta T7.

THR (umbral auditivo)

El análisis de THR tiene algunas diferencias, ya que durante las primeras visitas se estimó en algunos casos en relación a MCL y en otras ocasiones estableciendo por defecto el valor de 0 y ajustándolo en sucesivas visitas. De los pacientes recogidos en la base de datos, 18 de ellos fueron ajustados con un THR de valor 0 en la primera visita de activación. Por lo tanto, aumenta durante todas las visitas, y está especificado en la siguiente tabla 16.

Se puede observar la evolución a lo largo de las visitas del valor THR (Umbral auditivo) con su desviación típica en los electrodos basales. El valor medio en la primera visita, al mes de la cirugía, es 0,97 con una desviación típica de 0,94. En cambio, en la visita 8, a los 5 años de la cirugía, el valor medio son 1,28 con una desviación típica de 1,04.

En cuanto a la evolución del valor THR en electrodos medios con su desviación típica, el valor medio en la primera visita, al mes de la cirugía, es 0,92 con una desviación típica de 0,93. En cambio, en la visita 8, a los 5 años de la cirugía, el valor medio son 1,25 con una desviación típica de 1,05.

Por último, se expone la evolución del valor THR en electrodos apicales con su desviación típica. En este caso, el valor medio en la primera visita, al mes de la cirugía, es 0,81 con una desviación típica de 0,80. En cambio, en la visita 8, a los 5 años de la cirugía, el valor medio son 1,12 con una desviación típica de 0,97.

En la figura 20 se puede ver la evolución a lo largo de los primeros 5 años tras la implantación coclear del parámetro THR (umbral auditivo), distribuida en electrodos basales, medios y apicales.

La figura 21 muestra las distribuciones de los valores del ajuste, lo que permite apreciar también los rangos habituales y la posible presencia de casos atípicos

y/o extremos. Se trata de un diagrama de cajas, donde se representan los valores de umbral auditivo (THR) y sus valores atípicos y extremos.

THR en electrodos basales		
	Media	Desviación típica
Visita 1 (1 mes)	0,97	0,94
Visita 2 (3 meses)	1,06	0,97
Visita 3 (6 meses)	1,15	1,04
Visita 4 (1 año)	1,11	1,04
Visita 5 (2 años)	1,25	1,17
Visita 6 (3 años)	1,29	1,12
Visita 7 (4 años)	1,32	1,11
Visita 8 (5 años)	1,28	1,04
THR en electrodos medios		
	Media	Desviación típica
Visita 1 (1 mes)	0,92	0,93
Visita 2 (3 meses)	1,03	0,95
Visita 3 (6 meses)	1,13	1,04
Visita 4 (1 año)	1,07	1,01
Visita 5 (2 años)	1,18	1,13
Visita 6 (3 años)	1,25	1,10
Visita 7 (4 años)	1,29	1,11
Visita 8 (5 años)	1,25	1,05
THR en electrodos apicales		
	Media	Desviación típica
Visita 1 (1 mes)	0,81	0,80
Visita 2 (3 meses)	0,91	0,86
Visita 3 (6 meses)	1,00	0,92
Visita 4 (1 año)	0,94	0,90
Visita 5 (2 años)	1,06	1,03
Visita 6 (3 años)	1,14	1,05
Visita 7 (4 años)	1,16	1,06
Visita 8 (5 años)	1,12	0,97

Tabla 16. Resultados descriptivos de la evolución a lo largo de los primeros 5 años tras la implantación coclear del parámetro THR (umbral auditivo).

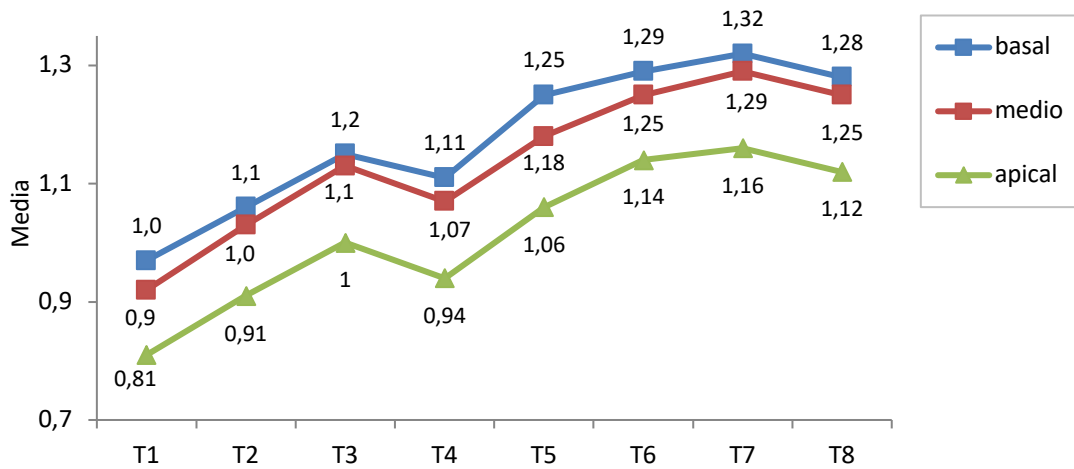


Figura 20. Evolución a lo largo de los primeros 5 años tras la implantación coclear del parámetro THR (umbral auditivo).

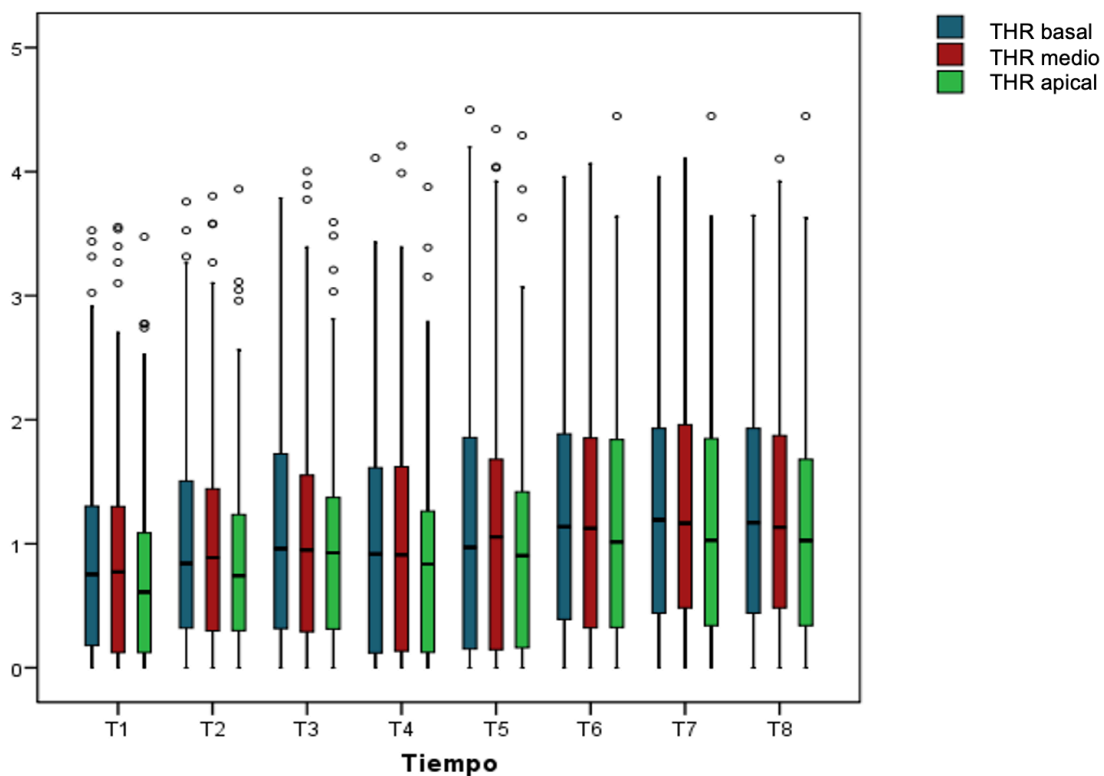


Figura 21. Evolución de THR en el tiempo. Cada caja concentra al 50% de los casos, la línea horizontal que la divide representa la mediana. Los bordes superior e inferior de la caja se corresponden con el 1er y 3er cuartil. Los círculos representan los valores atípicos, y los asteriscos los extremos.

	F	p-valor
Basales	4,33	<0,001***
Medios	4,12	0,001**
Apicales	4,98	<0,001***

Tabla 17. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos. Resultados test F del modelo ANOVA de medidas repetidas. *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

En la tabla 17 se puede observar el resultado del test F del modelo ANOVA de medidas repetidas para analizar la variación en el tiempo del parámetro THR. Se observan diferencias estadísticamente significativas en los tres segmentos cocleares, es decir, en los 3 casos puede hablarse de variaciones significativas del parámetro a lo largo del seguimiento ($p \leq 0,001$).

	T1-T2	T2-T3	T3-T4	T4-T5	T5-T6	T6-T7	T7-T8
Basales	0,007**	0,203	1,000	0,021*	1,000	1,000	1,000
Medios	<0,001***	0,049*	1,000	0,049*	1,000	1,000	1,000
Apicales	<0,001***	0,161	1,000	0,007**	0,714	1,000	1,000

Tabla 18. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba de Bonferroni. *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

En las curvas de las figuras anteriores (figuras 20 y 21) se puede ver una primera meseta alrededor de T3 para, posteriormente seguir creciendo. Esto es totalmente consistente con los resultados de las comparaciones.

Por tanto, en los electrodos basales el valor medio de THR se incrementa significativamente de T1 a T2; permanece estable hasta T4 y prosigue su aumento. Entre T5 y T6 ya no hay diferencias significativas ($p=1,000$), por lo que 2 años es el tiempo de estabilización.

Para los electrodos medios, el resultado se repite, con estabilidad a los 2 años, y para los electrodos apicales, la estabilidad se alcanza también a 2 años (tabla 18).

Rango dinámico (DR)

DR en electrodos basales		
	Media	Desviación típica
Visita 1 (1 mes)	18,34	6,58
Visita 2 (3 meses)	19,60	6,63
Visita 3 (6 meses)	20,80	6,76
Visita 4 (1 año)	22,35	7,37
Visita 5 (2 años)	23,60	7,67
Visita 6 (3 años)	24,32	8,36
Visita 7 (4 años)	24,64	8,91
Visita 8 (5 años)	24,22	9,05
DR en electrodos medios		
	Media	Desviación típica
Visita 1 (1 mes)	17,66	6,56
Visita 2 (3 meses)	19,13	6,74
Visita 3 (6 meses)	20,75	7,37
Visita 4 (1 año)	22,14	7,86
Visita 5 (2 años)	23,55	7,94
Visita 6 (3 años)	24,37	8,58
Visita 7 (4 años)	24,71	9,05
Visita 8 (5 años)	24,41	9,13
DR en electrodos apicales		
	Media	Desviación típica
Visita 1 (1 mes)	15,79	5,36
Visita 2 (3 meses)	17,39	5,71
Visita 3 (6 meses)	18,71	6,05
Visita 4 (1 año)	20,19	6,90
Visita 5 (2 años)	21,68	7,90
Visita 6 (3 años)	22,44	8,76
Visita 7 (4 años)	22,70	9,00
Visita 8 (5 años)	22,41	9,16

Tabla 19. Resultados descriptivos de la evolución a lo largo de los primeros 5 años tras la implantación coclear del parámetro DR (rango dinámico).

El rango dinámico es la diferencia entre MCL y THR y por tanto tiene relación directa con los dos últimos, y su variación en el tiempo dependerá de los mismos.

En la tabla 19 se puede observar la evolución a lo largo de las visitas del valor DR (rango dinámico). En los electrodos basales, el valor medio en la primera visita, al mes de la activación, es 18,34 con una desviación típica de 6,58. En cambio, en la visita 8, a los 5 años de la cirugía, el valor medio son 24,22 con una desviación típica de 9,05. En electrodos medios el valor medio en la primera visita, al mes de la cirugía, es 17,66 con una desviación típica de 6,56. En cambio, en la visita 8, a los 5 años de la cirugía, el valor medio son 24,41 con una desviación típica de 9,13. Por último, en electrodos apicales el valor medio en la primera visita, al mes de la cirugía, es 15,79 con una desviación típica de 5,36. En cambio, en la visita 8, a los 5 años de la cirugía, el valor medio son 22,41 con una desviación típica de 9,16.

La impresión descriptiva con respecto al rango dinámico es que aumenta globalmente, y que a partir de la visita T6 (3 años) hay una notable estabilización del parámetro (figuras 22 y 23).

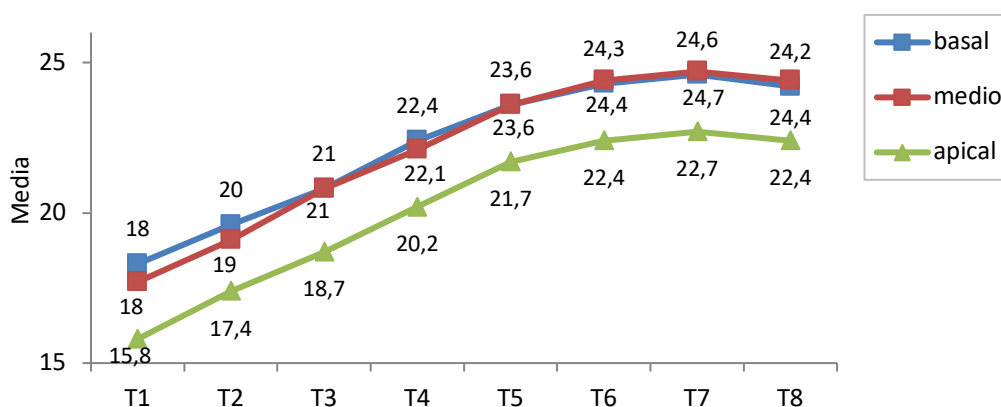


Figura 22. Evolución a lo largo de los primeros 5 años tras la implantación coclear del parámetro DR (rango dinámico).

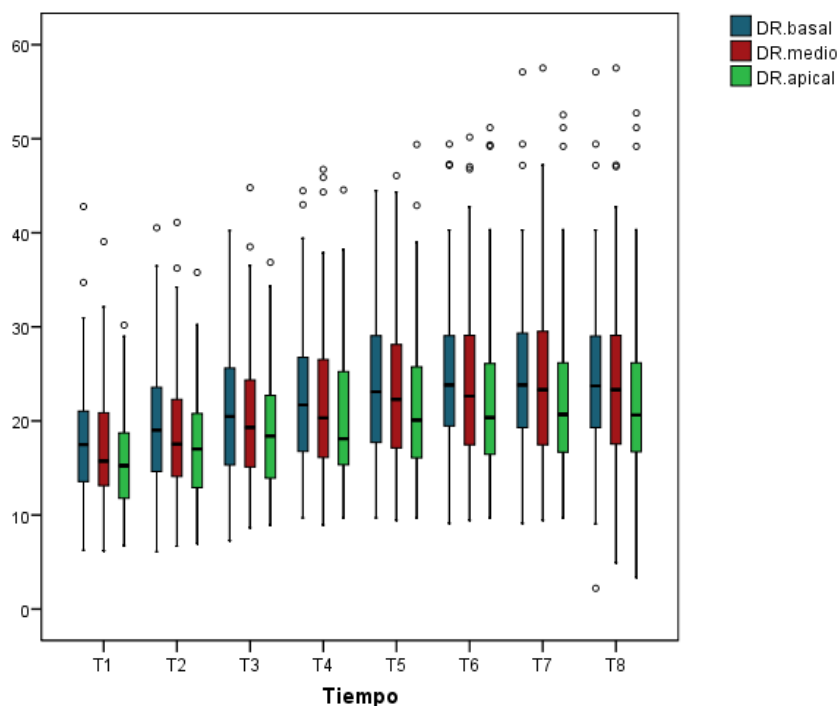


Figura 23. Evolución de DR en el tiempo. Cada caja concentra al 50% de los casos, la línea horizontal que la divide representa la mediana. Los bordes superior e inferior de la caja se corresponden con el 1er y 3er cuartil. Los círculos representan los valores atípicos, y los asteriscos los extremos.

En la tabla 20 se muestra el resultado del test F del modelo ANOVA de medidas repetidas para analizar la variación en el tiempo del parámetro DR. De nuevo, igual que en el caso de MCL y THR, se observan diferencias estadísticamente significativas en los tres segmentos cocleares, es decir, en los 3 casos puede hablarse de variaciones significativas del parámetro a lo largo del seguimiento ($p \leq 0,001$).

	F	p-valor
Basales	9,44	<0,001***
Medios	10,4	<0,001***
Apicales	10,9	<0,001***

Tabla 20. Evolución del parámetro DR en cada grupo de electrodos. Resultados test F del modelo ANOVA de medidas repetidas. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

	T1-T2	T2-T3	T3-T4	T4-T5	T5-T6	T6-T7	T7-T8
Basales	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	0,182	0,371	1,000
Medios	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	0,077	0,147	1,000
Apicales	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	0,126	0,070	1,000

Tabla 21. Evolución del parámetro DR en cada grupo de electrodos. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba de Bonferroni. *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Realizando el test de comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba de Bonferroni (tabla 21) se obtiene que en electrodos basales el valor medio se incrementa significativamente visita a visita hasta T5 (2 años). No hay diferencias ya entre T5 y T6 ($p=0,182$), ni entre visitas contiguas posteriores. El tiempo de estabilización sería por lo tanto 2 años.

Para los electrodos medios, la estabilidad se alcanza en el mismo tiempo; pero hay fuertes diferencias aún entre T5 y T6 ($p=0,077$).

Para los electrodos apicales la estabilidad se alcanza en T5 (2 años); pero hay que admitir una cierta tendencia a la variación ($p=0,070$) hasta T7.

Impedancia eléctrica

La impedancia eléctrica tiende a disminuir a lo largo de las visitas de programación. En la tabla 22 se detalla la evolución del parámetro durante los 5 años postoperatorios.

Se puede observar la evolución a lo largo de las visitas del valor impedancia con su desviación típica en los electrodos basales, que permanece prácticamente estable a lo largo de las programaciones. El valor medio en la primera visita, al mes de la cirugía, es 6,33 con una desviación típica de 1,28. En cambio, en la visita 8, a los 5 años de la cirugía, el valor medio son 6,61 con una desviación típica de 1,74.

En cuanto a la evolución del valor impedancia en electrodos medios con su desviación típica, se ve una disminución. El valor medio en la primera visita, al mes de la cirugía, es 6,13 con una desviación típica de 1,01. En cambio, en la visita 8, a los 5 años de la cirugía, el valor medio es 5,29 con una desviación típica de 1,43.

Por último, se expone la evolución del valor de impedancia en electrodos apicales con su desviación típica, que también disminuye en el tiempo. En este caso, el valor medio en la primera visita, al mes de la cirugía, es 6,94 con una desviación típica de 1,48. En cambio, en la visita 8, a los 5 años de la cirugía, el valor medio son 5,76 con una desviación típica de 1,53.

En la figura 24 se puede ver la evolución a lo largo de los primeros 5 años tras la implantación coclear del parámetro impedancia, distribuida en electrodos basales, medios y apicales.

La figura 25 muestra las distribuciones de los valores del ajuste, lo que permite apreciar también los rangos habituales y la posible presencia de casos atípicos y/o extremos. Se trata de un diagrama de cajas, donde se representan los valores de impedancia y sus valores atípicos y extremos.

Impedancia en electrodos basales		
	Media	Desviación típica
Visita 1 (1 mes)	6,33	1,28
Visita 2 (3 meses)	6,31	1,33
Visita 3 (6 meses)	6,38	1,31
Visita 4 (1 año)	6,69	1,69
Visita 5 (2 años)	6,58	1,60
Visita 6 (3 años)	6,57	1,61
Visita 7 (4 años)	6,61	1,63
Visita 8 (5 años)	6,61	1,74
Impedancia en electrodos medios		
	Media	Desviación típica
Visita 1 (1 mes)	6,13	1,01
Visita 2 (3 meses)	5,84	1,15
Visita 3 (6 meses)	5,69	1,28
Visita 4 (1 año)	5,68	1,85
Visita 5 (2 años)	5,35	1,32
Visita 6 (3 años)	5,33	1,42
Visita 7 (4 años)	5,28	1,39
Visita 8 (5 años)	5,29	1,43
Impedancia en electrodos apicales		
	Media	Desviación típica
Visita 1 (1 mes)	6,94	1,48
Visita 2 (3 meses)	6,71	1,59
Visita 3 (6 meses)	6,43	1,69
Visita 4 (1 año)	6,18	1,74
Visita 5 (2 años)	5,91	1,58
Visita 6 (3 años)	5,85	1,55
Visita 7 (4 años)	5,84	1,55
Visita 8 (5 años)	5,76	1,53

Tabla 22. Resultados descriptivos de la evolución a lo largo de los primeros 5 años tras la implantación coclear del parámetro impedancia eléctrica.

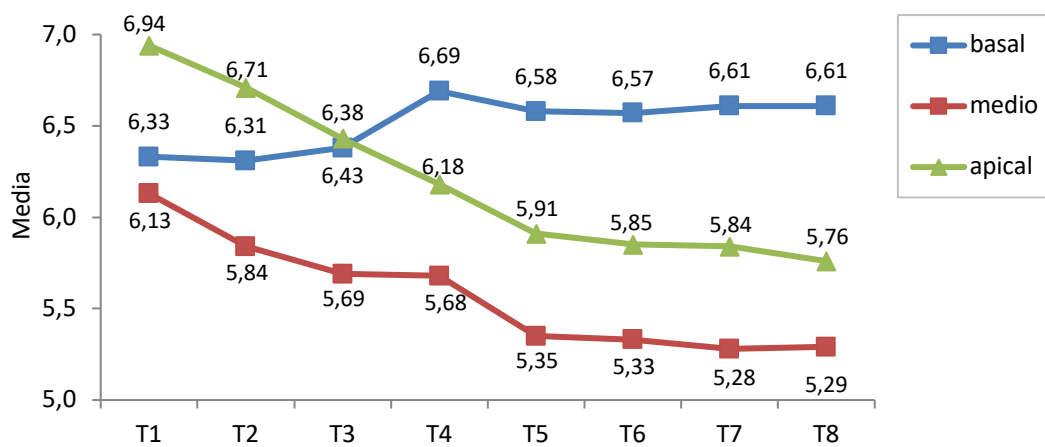


Figura 24. Evolución a lo largo de los primeros 5 años tras la implantación coclear del parámetro impedancia eléctrica.

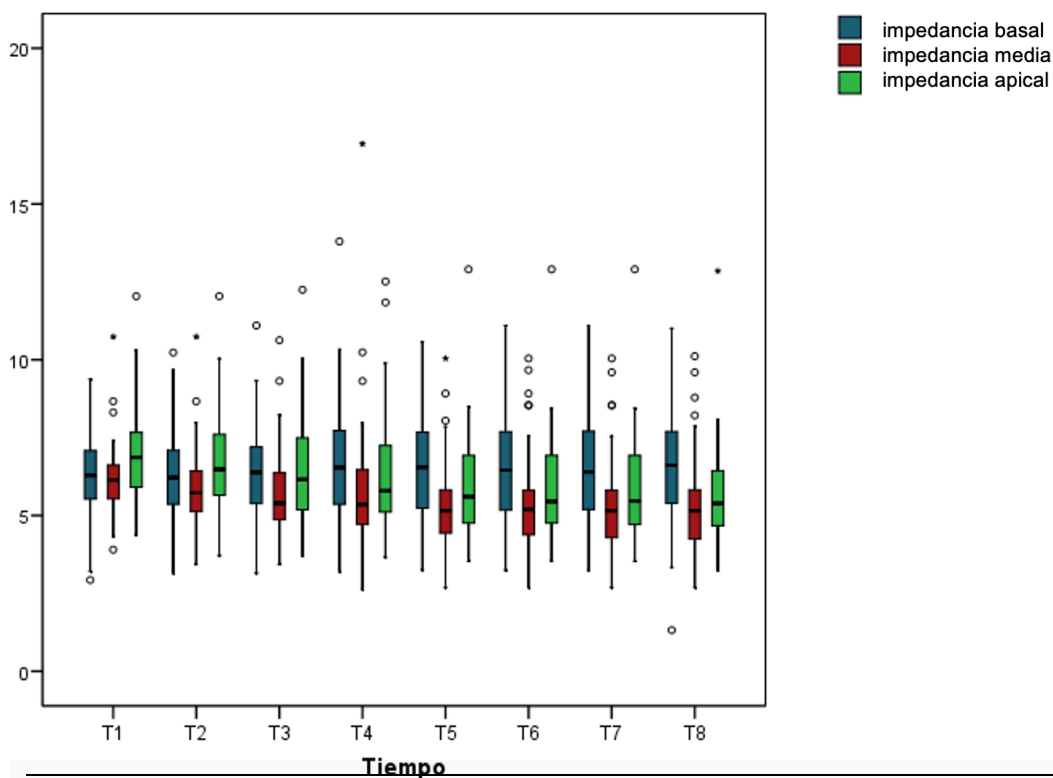


Figura 25. Evolución de la impedancia en el tiempo. Cada caja concentra al 50% de los casos, la línea horizontal que la divide representa la mediana. Los bordes superior e inferior de la caja se corresponden con el 1er y 3er cuartil. Los círculos representan los valores atípicos, y los asteriscos los extremos.

	F	p-valor
Basales	0,99	0,442
Medios	6,32	<0,001***
Apicales	14,4	<0,001***

Tabla 23 Evolución del parámetro Impedancia eléctrica en cada grupo de electrodos. Resultados test F del modelo ANOVA de medidas repetidas. *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Los valores promedio de los grupos medio y apical cambian significativamente durante el seguimiento ($p < 0,001$); pero para los electrodos basales hay que aceptar la estabilidad general ($p = 0,442$) como se observa en la tabla 23..

	T1-T2	T2-T3	T3-T4	T4-T5	T5-T6	T6-T7	T7-T8
Basales	1,000	1,000	0,308	1,000	1,000	1,000	1,000
Medios	0,007**	0,651	1,000	0,546	1,000	1,000	1,000
Apicales	0,043*	<0,001***	0,252	0,126	0,714	1,000	0,252

Tabla 24. Evolución del parámetro I en cada grupo de electrodos. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba de Bonferroni. *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

En los electrodos basales no hay ni un solo salto significativo entre visitas (el más importante de T3 a T4 queda lejos de la significancia; $p = 0,308$), como vemos en la tabla 24.

Para los electrodos medios, solo entre T1 y T2 puede hablarse de una reducción significativa ($p = 0,007$). La estabilidad se alcanza ya a los 3 meses (T2).

Para los electrodos apicales, se tienen disminuciones significativas hasta T3. La estabilidad se alcanza a los 6 meses (T3).

Evolución en el tiempo de los umbrales audiométricos tonales y verbales

Evolución de audiometrías tonales en campo libre

En la siguiente tabla (tabla 25) se puede observar la evolución a lo largo de las visitas del umbral medio (PTA) en campo libre con implante coclear, con su desviación típica en las visitas de seguimiento en las que se realizó audiometría tonal en campo libre (visita 4, 6 y 8). Se evidencia que la ganancia auditiva media en campo libre con implante coclear es estable a lo largo de las visitas.

PTA en campo libre postoperatorio con implante coclear		
	Media	Desviación típica
Visita 4 (1 año)	40,9	8,5
Visita 6 (3 años)	39,2	9,0
Visita 8 (5 años)	40,5	8,2

Tabla 25. Resultados descriptivos de la evolución a lo largo de los primeros 5 años tras la implantación coclear del parámetro PTA en campo libre postoperatorio con implante coclear.

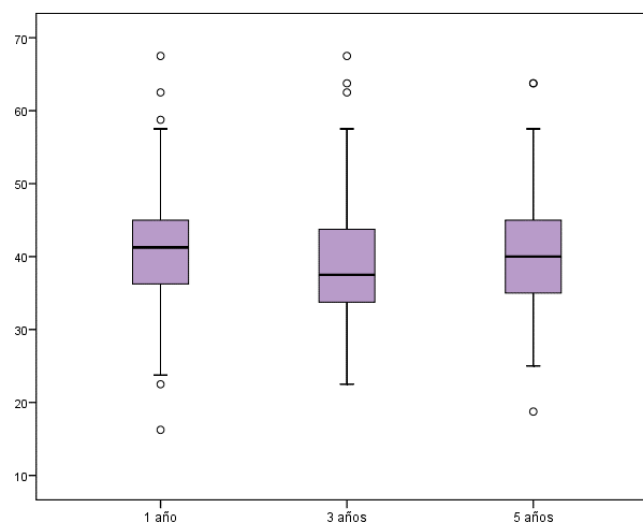


Figura 26. Representación mediante diagrama de cajas y bigotes de las audiometrías en campo libre con implante coclear realizadas al año tras la cirugía, y a los 3 años y 5 años tras la cirugía. Cada caja concentra al 50% de los casos, la línea horizontal que la divide representa la mediana. Los bordes superior e inferior de la caja se corresponden con el 1er y 3er cuartil. Los círculos representan los valores atípicos, y los asteriscos los extremos.

Se realizó un test F del modelo ANOVA de medidas repetidas para valorar la evolución de la media de frecuencias auditivas en campo libre (PTA), medidas al año, 3 años y 5 años postoperatorios. Se confirma la estabilidad en este período, ya que no hay diferencias estadísticamente significativas ($p=0,144$), representado en la tabla 26.

	F	p-valor
PTA en campo libre	1,99	0,144

Tabla 26. Evolución del parámetro PTA en campo libre durante el seguimiento postoperatorio. Resultados test F del modelo ANOVA de medidas repetidas. * $p<0,05$; ** $p<0,01$;

Evolución de las audiometrías verbales

En las tablas 27 y 28 se puede observar la evolución a lo largo de las visitas, tanto preoperatorio como de seguimiento del test de bisílabos y el test de frases con implante coclear y estimulación bimodal en los pacientes portadores de audífono contralateral postoperatorio, con su desviación típica en las visitas de seguimiento en las que se realizó audiometría verbal (visita 4, 6 y 8). Se evidencia que la ganancia auditiva media en audiometrías verbales mejora a lo largo de las visitas.

Audiometría verbal: Test de bisílabos		
	Media	Desviación típica
Preoperatorio	26,2%	30,9
Visita 4 (1 año)	74,1%	23,8
Visita 6 (3 años)	86,2%	18,7
Visita 8 (5 años)	88,8%	17,6

Tabla 27. Resultados descriptivos de la evolución a lo largo de los primeros 5 años tras la implantación coclear del “test de bisílabos” con implante coclear o adaptación bimodal.

Audiometría verbal: Test de frases		
	Media	Desviación típica
Preoperatorio	29,1%	31,1
Visita 4 (1 año)	75,9%	22,9
Visita 6 (3 años)	87,3%	19,1
Visita 8 (5 años)	90,6%	17,5

Tabla 28. Resultados descriptivos de la evolución a lo largo de los primeros 5 años tras la implantación coclear del “test de frases” con implante coclear o adaptación bimodal.

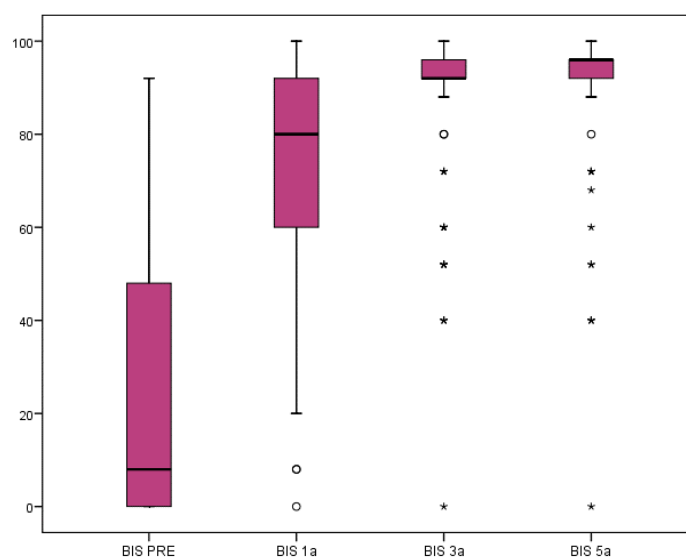


Figura 27. Representación mediante diagrama de cajas y bigotes del test de bisílabos preoperatorios y los realizados al año tras la cirugía, y a los 3 años y 5 años tras la cirugía. Cada caja concentra al 50% de los casos, la línea horizontal que la divide representa la mediana. Los bordes superior e inferior de la caja se corresponden con el 1er y 3er cuartil. Los círculos representan los valores atípicos, y los asteriscos los extremos.

La mejoría más destacable de las audiometrías verbales se produce tras el implante, pero más allá de la visita anual se constata aún una mejora. Hay una presencia de unos pocos pacientes con resultados pobres a 3 y 5 años (figura

27). La evolución del test de frases es bastante similar a la ya estudiada para bisílabos (figura 28).

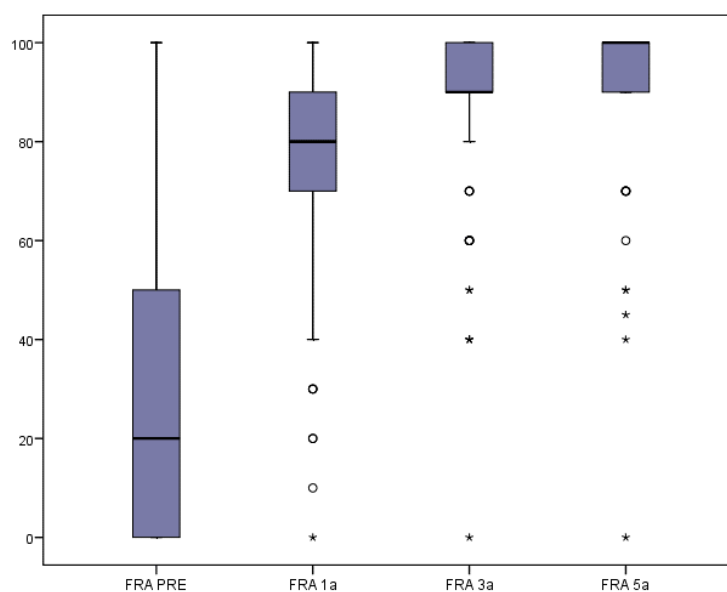


Figura 28. Representación mediante diagrama de cajas y bigotes del test de frases preoperatorios y los realizados al año tras la cirugía, y a los 3 años y 5 años tras la cirugía. Cada caja concentra al 50% de los casos, la línea horizontal que la divide representa la mediana. Los bordes superior e inferior de la caja se corresponden con el 1er y 3er cuartil. Los círculos representan los valores atípicos, y los asteriscos los extremos.

Se realizó un test F del modelo ANOVA de medidas repetidas para valorar la evolución de la media de los resultados obtenidos en los test de bisílabos y frases, obtenidos al año, 3 años y 5 años postoperatorios. Se confirma la mejoría del parámetro a lo largo del período tanto para el test de bisílabos como para el de frases ($p < 0,001$), como se muestra en la tabla 29.

	F	p-valor
BISILABOS	108,7	<0,001***
FRASES	110,9	<0,001***

Tabla 29. Evolución del parámetro “test de bisílabos” y “test de frases”. Resultados test F del modelo ANOVA de medidas repetidas. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

	Pre-T4	T4-T6	T6-T8
BISILABOS	<0,001***	<0,001***	0,001**
FRASES	<0,001***	<0,001***	<0,001***

Tabla 30. Evolución de las audiometrías verbales (“test de bisílabos” y “test de frases”). Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD. *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

El implante coclear supone una mejora significativa de las audiometrías verbales entre la visita preoperatoria y el año post-implantación, pero también es significativo el cambio de 1 a 3 años e, incluso, entre 3 y 5 años, tanto para el test de bisílabos como para el test de frases (tabla 30).

Relación entre MCL, THR e impedancia con variables clínicas

Relación de MCL con otras variables clínicas

En este apartado se detallan las relaciones estadísticamente significativas halladas entre el parámetro de umbral de confort (MCL) con otras variables clínicas.

Relación con la edad de inicio de la hipoacusia

Se analizó la evolución de MCL en cada grupo de electrodos en función la edad de inicio de la hipoacusia, y para ello se dividió a los pacientes en 3 grupos de edad de inicio de la hipoacusia (<10 años, 10-29 años y ≥ 30 años). Los puntos de corte para definir los intervalos se eligen para obtener una distribución balanceada de los pacientes en los 3 grupos. Así, la descriptiva es más comparable y, además, la potencia será similar en los 3 grupos cuando se estudie el tiempo de estabilización en cada uno de ellos.

En la tabla 31 podemos observar los resultados del test F del modelo mixto ANOVA para medidas repetidas. Se puede concluir que la edad de inicio de la hipoacusia determina cómo es la curva de los ajustes, ya que la relación es estadísticamente significativa en los electrodos basales ($p=0,014$) y medios ($p=0,024$). En los apicales, la tendencia apunta con fuerza a lo mismo, aunque no resulta estadísticamente significativo ($p=0,077$).

	Tiempo	Edad	Tiempo x Edad
Basales	<0,001***	0,231	0,014*
Medios	<0,001***	0,084	0,024*
Apicales	<0,001***	0,126	0,077

Tabla 31. Evolución del parámetro MCL en cada grupo de electrodos según la edad de inicio de hipoacusia. Resultados test F del modelo mixto ANOVA de medidas repetidas. *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

En el análisis de comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD (tabla 32), dividiendo los pacientes en 3 grupos de edad de inicio de la hipoacusia (<10 años, 10-29 años y ≥30 años), también se evidencia que en los grupos de edad de <10 años, y 10-29 años la estabilidad tarda más tiempo en alcanzarse que en los pacientes con una edad de inicio de la hipoacusia ≥30 años. Esto se puede apreciar tanto en electrodos basales, medios y apicales. Cabe destacar que en pacientes con inicio tardío de la hipoacusia (≥30 años), la estabilización se alcanza ya en T4, es decir, al primer año post-implantación.

	EDAD	T1-T2	T2-T3	T3-T4	T4-T5	T5-T6	T6-T7	T7-T8
Basales	<10 años	<0,001***	0,004**	0,003**	<0,001***	0,008**	0,572	0,971
	10-29	0,476	<0,001***	0,030*	0,140	0,991	0,014*	0,441
	>=30 años	<0,001***	0,069	0,022*	0,105	0,224	0,663	0,362
Medios	<10 años	<0,001***	<0,001***	0,001**	<0,001***	0,003**	0,463	0,935
	10-29	0,064	<0,001***	0,034*	0,245	0,853	0,002**	0,515
	>=30 años	<0,001***	0,042*	0,049*	0,053	0,145	0,764	0,327
Apicales	<10 años	<0,001***	0,001**	<0,001**	<0,001***	0,003**	0,095	0,961
	10-29	0,079	<0,001***	0,006**	0,003**	0,740	0,022*	0,490
	>=30 años	<0,001***	0,003**	0,014*	0,297	0,254	0,659	0,303

Tabla 32. Evolución del parámetro MCL en cada grupo de electrodos según la edad de inicio de hipoacusia. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD. *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

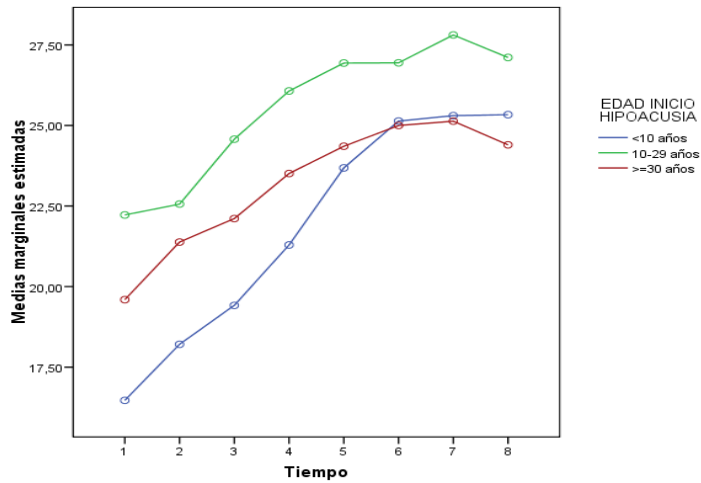


Figura 29. Evolución del parámetro MCL en cada grupo de electrodos según la edad de inicio de hipoacusia, en electrodos basales.

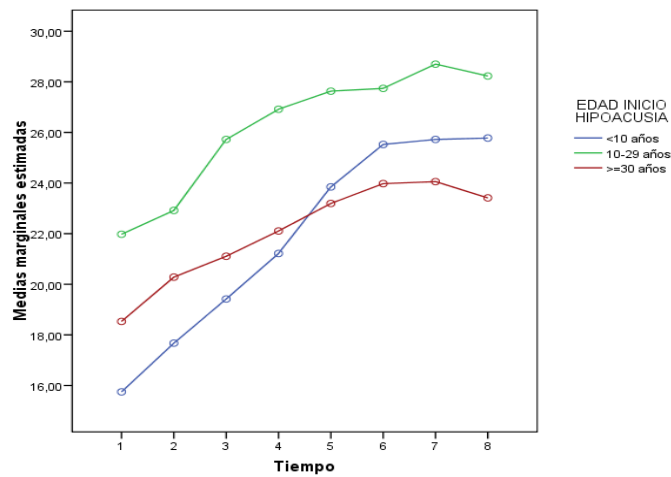


Figura 30. Evolución del parámetro MCL en cada grupo de electrodos según la edad de inicio de hipoacusia, en electrodos medios.

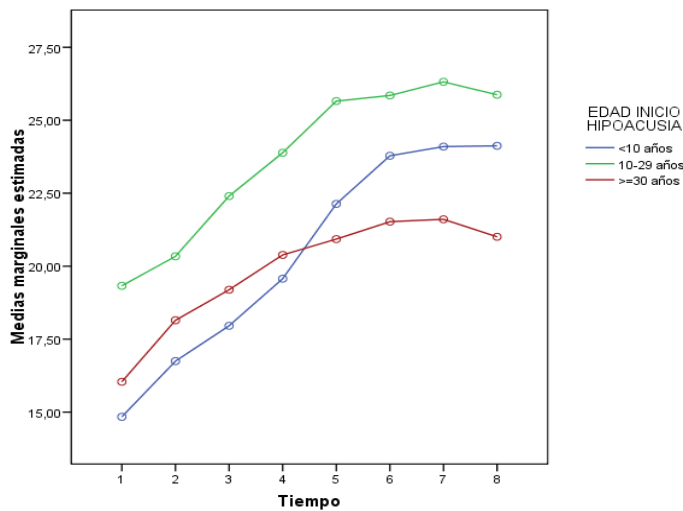


Figura 31. Evolución del parámetro MCL en cada grupo de electrodos según la edad de inicio de hipoacusia, en electrodos apicales.

Relación con la edad de realización de la cirugía

Ajustando la evolución de MCL por la edad de realización de la cirugía, en los electrodos basales, la edad en la cirugía determina el nivel de la curva ($p=0,043$); pero no cómo ésta cambia a lo largo del tiempo ($p=0,524$) (tabla 33).

	Tiempo	Edad	Tiempo x Edad
Basales	<0,001***	0,043*	0,524
Medios	<0,001***	0,160	0,606
Apicales	<0,001***	0,190	0,766

Tabla 33. Evolución del parámetro MCL en cada grupo de electrodos según la edad de realización de la cirugía. Resultados test F del modelo mixto ANOVA de medidas repetidas.

* $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

Se dividen los pacientes en tres grupos de edad de cirugía: < 50 años, 50-59 años y ≥ 60 años. Si se analiza el tiempo de estabilización en función de los tres grupos de edad con la comparación múltiple para tiempos consecutivos con prueba LSD, se observa que, en los pacientes mayores de 60 años, MCL no está estabilizado ni siquiera en la última visita recogida, a los 5 años (tabla 34).

	EDAD	T1-T2	T2-T3	T3-T4	T4-T5	T5-T6	T6-T7	T7-T8
Basales	<50 años	<0,001***	0,004**	0,092	0,003**	0,462	0,655	0,868
	50-59	0,072	0,020*	0,006**	0,023*	0,148	0,475	0,886
	≥ 60 años	<0,001***	0,014*	0,002**	0,034*	0,071	0,029*	0,039*
Medios	<50 años	<0,001***	<0,001***	0,071	0,001**	0,375	0,212	0,758
	50-59	0,006**	<0,001***	0,018*	0,021*	0,059	0,588	0,868
	≥ 60 años	<0,001***	0,001**	0,001**	0,084	0,052	0,022*	0,030*
Apicales	<50 años	0,006**	0,001**	0,030*	0,003**	0,224	0,040*	0,871
	50-59	<0,001***	<0,001***	0,006**	0,003**	0,136	0,621	0,859
	≥ 60 años	<0,001***	<0,001***	0,003**	0,011*	0,065	0,071	0,031*

Tabla 34. Evolución del parámetro MCL en cada grupo de electrodos según la edad de realización de la cirugía. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD.

* $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

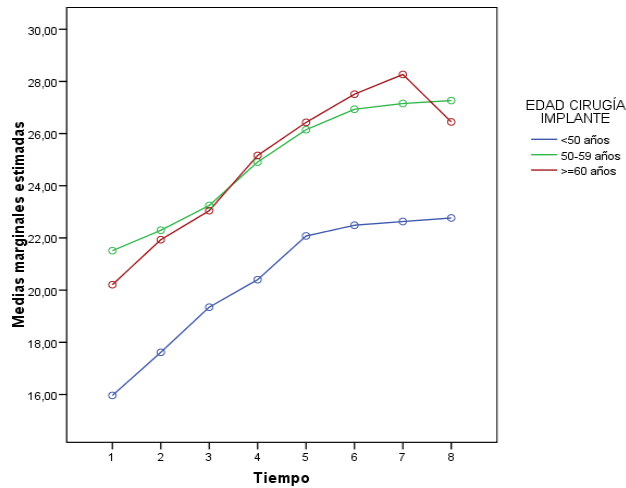


Figura 32 Evolución del parámetro MCL en cada grupo de electrodos según la edad de realización de cirugía, en electrodos basales.

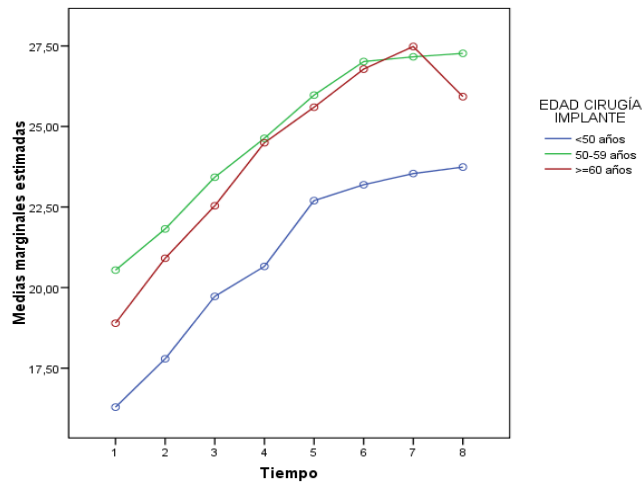


Figura 33. Evolución del parámetro MCL en cada grupo de electrodos según la edad de realización de la cirugía, en electrodos medios.

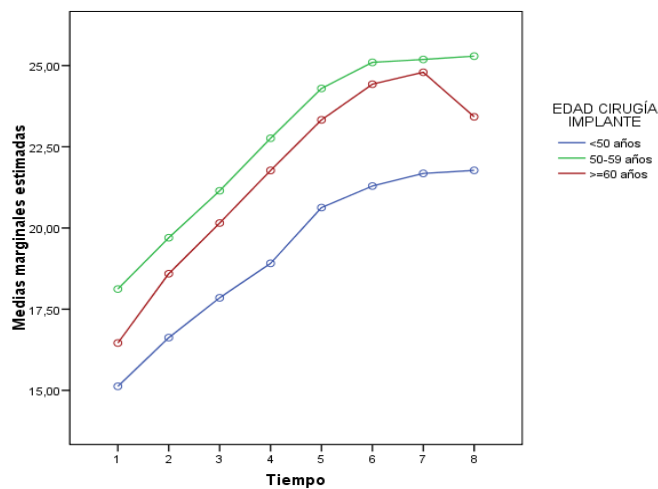


Figura 34. Evolución del parámetro MCL en cada grupo de electrodos según la edad de realización de la cirugía, en electrodos apicales.

En las figuras 32, 33 y 34 se puede ver como las curvas en el grupo de pacientes de <50 años tienen valores absolutos menores. En el grupo de edad de cirugía >60 años se evidencia una caída en los valores de MCL en la última visita de los 5 años, que es estadísticamente significativa tanto en electrodos basales (p=0,039), medios (p=0,030) y apicales (p=0,031) (tabla 34).

Relación con el umbral auditivo previo

	PTA	T1-T2	T2-T3	T3-T4	T4-T5	T5-T6	T6-T7	T7-T8
Basales	<100	0,006**	0,038*	0,166	0,079	0,287	0,551	0,921
	100-109	<0,001***	0,002**	0,005**	0,009**	0,511	0,938	0,207
	>=110	0,026*	<0,001***	0,001**	0,002**	0,027*	0,011*	0,591
Medios	<100	0,448	0,417	0,143	0,013*	0,204	0,506	0,940
	100-109	<0,001***	<0,001***	0,005**	0,017*	0,404	0,365	0,331
	>=110	0,003**	<0,001***	0,001**	0,011*	0,560	0,015*	0,490
Apicales	<100	0,041*	<0,001***	0,128	0,079	0,247	0,439	0,931
	100-109	<0,001***	0,003**	0,001**	0,001**	0,204	0,460	0,328
	>=110	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	0,036*	0,005**	0,412

Tabla 35. Evolución del parámetro MCL en cada grupo de electrodos según el umbral audiométrico medio (PTA) previo en el oído implantado. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD. *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Respecto al tiempo de estabilización, la conclusión es que se tarda más en alcanzarlo conforme más profunda es la hipoacusia. En el grupo de pacientes que tenían un PTA preoperatorio ≥ 110 dB dB (hipoacusia profunda de 3º grado o cofosis), la estabilidad no se alcanzó hasta T7 (4 años postcirugía), como indica la tabla 35.

En cuanto al umbral auditivo en el oído contralateral al implantado medido mediante PTA, se encuentra significación estadística en el grupo de pacientes

con mejor audición, esto es con umbral auditivo medio preoperatorio (PTA) <100 dB (tabla 36) que alcanzan la estabilidad antes en el tiempo.

	PTA	T1-T2	T2-T3	T3-T4	T4-T5	T5-T6	T6-T7	T7-T8
Basales	<100	<0,001***	<0,001***	0,003**	0,130	0,759	0,440	0,565
	100-109	0,007**	0,001**	0,051	0,001**	0,143	0,022*	0,822
	>=110	0,069	0,242	0,013*	0,002**	0,008**	0,753	0,191
Medios	<100	<0,001***	<0,001***	0,004**	0,139	0,703	0,195	0,512
	100-109	0,001**	0,001**	0,011*	0,001**	0,071	0,030*	0,779
	>=110	0,012*	0,002**	0,056	0,003**	0,002**	0,575	0,245
Apicales	<100	<0,001***	<0,001***	0,003**	0,073	0,720	0,114	0,478
	100-109	<0,001***	<0,001***	0,077	0,001**	0,020*	0,197	0,870
	>=110	0,007**	0,005**	0,004**	<0,001***	0,017*	0,160	0,268

Tabla 36. Evolución del parámetro MCL en cada grupo de electrodos según el umbral audiométrico medio (PTA) previo en el oído contralateral al implantado. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD. *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Relación con la adaptación audioprotésica previa

Si observamos la evolución de MCL en cada grupo de electrodos en función del grupo de pacientes portadores de audífono previo en el oído del implante y del grupo de pacientes que no llevaron adaptación protésica previa en el oído implantado (tabla 37), podemos observar una relación estadísticamente significativa, siendo los tiempos de estabilización menores en los tres segmentos cocleares en pacientes portadores previamente de audífono en el oído implantado.

	AUDÍFONO	T1-T2	T2-T3	T3-T4	T4-T5	T5-T6	T6-T7	T7-T8
Basales	No	0,001**	0,013*	<0,001***	0,022*	0,026*	0,014*	0,080
	Sí	<0,001***	<0,001***	0,013*	<0,001***	0,290	0,779	0,735
Medios	No	<0,001***	<0,001***	0,001**	0,011*	0,005**	0,022*	0,093
	Sí	0,006**	<0,001***	0,004**	0,001**	0,097	0,308	0,742
Apicales	No	0,006**	0,001**	0,030*	0,003**	0,044*	0,046*	0,099
	Sí	<0,001***	<0,001***	0,003**	0,001**	0,089	0,126	0,838

Tabla 37. Evolución de MCL en cada grupo de electrodos en pacientes portadores de audífono previo en el oído del implante. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD. *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Analizando la evolución de MCL en cada grupo de electrodos en función del grupo de pacientes portadores de audífono previo, esta vez en el oído contralateral al oído del implante y del grupo de pacientes que no llevaron adaptación protésica previa (tabla 38), podemos observar también una relación estadísticamente significativa, siendo los tiempos de estabilización menores en los tres segmentos cocleares en pacientes portadores previamente de audífono en el oído contralateral.

	AUDÍFONO	T1-T2	T2-T3	T3-T4	T4-T5	T5-T6	T6-T7	T7-T8
Basales	No	0,007**	0,298	0,105	0,215	0,841	0,528	0,145
	Sí	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	0,011*	0,070	0,825
Medios	No	0,001**	0,058	0,133	0,069	0,547	0,538	0,213
	Sí	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	0,005**	0,664
Apicales	No	0,006**	0,051	0,147	0,105	0,723	0,909	0,248
	Sí	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	0,011*	0,021*	0,768

Tabla 38. Evolución de MCL en cada grupo de electrodos en pacientes portadores de audífono previo en el oído contralateral al implante. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD. *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Relación con la técnica quirúrgica empleada

En cuanto a la relación de MCL con la técnica quirúrgica empleada, en la tabla 39, se puede observar que en el grupo de pacientes en los que se realizó la técnica de inserción del electrodo a través de ventana redonda se obtuvo la estabilización de MCL en menor tiempo.

	TÉCNICA	T1-T2	T2-T3	T3-T4	T4-T5	T5-T6	T6-T7	T7-T8
Basales	Cocleostomía	0,020*	<0,001***	0,016*	0,001**	0,039*	0,027*	0,738
	Ventana red.	<0,001***	<0,001***	<0,001***	0,007**	0,212	0,562	0,123
Medios	Cocleostomía	0,023*	<0,001***	0,006**	0,001**	0,009**	0,013*	0,847
	Ventana red.	<0,001***	<0,001***	<0,001***	0,008**	0,178	0,365	0,178
Apicales	Cocleostomía	0,016*	<0,001***	0,006**	0,013*	0,013*	0,004**	0,795
	Ventana red.	<0,001***	<0,001***	<0,001***	<0,001***	0,184	0,398	0,134

Tabla 39. Evolución de MCL en cada grupo de electrodos en pacientes en los que se realizó inserción del electrodo del implante a través de la ventana redonda o mediante cocleostomía. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD. *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Relación con la etiología de la hipoacusia

Los valores de MCL en pacientes con otosclerosis y otitis media crónica fueron más altos durante el seguimiento, y aumentaron de forma más pronunciada, aunque no hay suficiente evidencia estadística para afirmar que estos cambios sean diferentes en función de la etiología (p-valores de interacción>0,05).

Los valores de MCL en electrodos basales, medios y apicales en T1 en pacientes con otosclerosis fueron respectivamente 19,3, 19,8 y 18 qu, y los valores de los pacientes con otitis media crónica fueron 22,3, 20,9 y 18,3 qu. Por el contrario,

los valores de MCL basal, medio y apical en T1 en pacientes con etiología desconocida fueron 18,4, 17,8 y 15,9 qu. Resultados similares se obtuvieron en electrodos medios y apicales. Estas diferencias continuaron aumentando durante el seguimiento a 5 años, aunque no alcanzaron la significación estadística.

En cuanto a los años desde la pérdida completa y el uso de adaptación bimodal, no se observan diferencias significativas.

Relación de THR con otras variables clínicas

En este apartado se detallan las relaciones estadísticamente significativas halladas entre el parámetro de umbral auditivo (THR) con otras variables clínicas.

Relación con el tiempo desde la estabilización de la hipoacusia

Para el análisis del tiempo transcurrido desde la instauración completa de la hipoacusia hasta la cirugía, se dividió a los pacientes en 3 grupos: los pacientes con hipoacusias estables durante ≤ 2 años hasta la cirugía, los pacientes cuya hipoacusia había sido estable entre los 3-10 años previos a la cirugía, y los pacientes que durante más de 10 años previos a la cirugía no habían tenido empeoramiento de los umbrales auditivos.

En la tabla 40 observamos que en electrodos basales y medios hay cambios significativos hasta T6-7, esto es, 4 años tras la cirugía, en personas cuya hipoacusia se estabilizó 2 años o menos antes de la realización de la cirugía. Esto significa que el tiempo de estabilización es mayor que la media.

	Tiempo	T1-T2	T2-T3	T3-T4	T4-T5	T5-T6	T6-T7	T7-T8
Basales	≤ 2 años	0,053	0,247	0,896	0,202	0,783	0,043*	0,887
	3-10	0,091	0,936	0,440	0,068	0,838	0,982	0,407
	>10 años	0,013*	0,009**	0,095	0,036*	0,388	0,695	0,288
Medios	≤ 2 años	0,024*	0,234	0,976	0,081	0,719	0,025*	0,946
	3-10	0,045*	0,704	0,488	0,458	0,309	0,982	0,350
	>10 años	0,011*	0,001**	0,027*	0,028*	0,300	0,596	0,311
Apicales	≤ 2 años	0,007**	0,293	0,886	0,110	0,699	0,094	0,975
	3-10	0,047*	0,831	0,382	0,080	0,355	0,870	0,387
	>10 años	0,003**	0,007**	0,012*	0,007**	0,133	0,491	0,280

Tabla 40. Evolución de THR en cada grupo de electrodos según el tiempo de estabilización de la hipoacusia previo a la cirugía. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Relación con la edad de realización de la cirugía

En la tabla 41 se representa el test F del modelo mixto ANOVA para medidas repetidas de la relación THR y edad de la cirugía. Se puede observar que, en los electrodos basales, la edad quirúrgica no influye en la progresión de los ajustes ($p=0,446$), con idéntica conclusión para los medios ($p=0,590$). En los apicales, se concluye lo mismo ($p=0,837$).

	Tiempo	Edad	Tiempo x Edad
Basales	<0,001***	0,434	0,446
Medios	0,001**	0,461	0,590
Apicales	<0,001***	0,370	0,837

Tabla 41. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos según la edad de realización de la cirugía. Resultados test F del modelo mixto ANOVA de medidas repetidas.

* $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

	EDAD	T1-T2	T2-T3	T3-T4	T4-T5	T5-T6	T6-T7	T7-T8
Basales	<50 años	0,021*	0,129	0,840	0,001**	0,271	0,984	0,823
	50-59	0,160	0,933	0,921	0,458	0,829	0,512	0,750
	>=60 años	0,014*	0,020*	0,649	0,334	0,055	0,309	0,015*
Medios	<50 años	0,010*	0,088	0,403	0,006**	0,912	0,949	0,804
	50-59	0,115	0,516	0,778	0,324	0,798	0,491	0,796
	>=60 años	0,006**	0,013*	0,681	0,365	0,015*	0,316	0,010*
Apicales	<50 años	<0,001***	0,357	0,533	0,008**	0,812	0,833	0,894
	50-59	0,030*	0,559	0,770	0,102	0,826	0,966	0,809
	>=60 años	0,004**	0,010*	0,573	0,073	0,012*	0,346	0,011*

Tabla 42. Evolución de THR en cada grupo de electrodos según la edad de realización de la cirugía. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD. * $p<0,05$; ** $p<0,01$;

*** $p<0,001$

En cambio, en el análisis de comparaciones múltiples para tiempos consecutivos (tabla 42), podemos apreciar que en el grupo de edad de cirugía de mayores o igual a 60 años, el parámetro THR no se estabiliza ni siquiera en la última visita a los 5 años (T8), de forma estadísticamente significativa en electrodos basales ($p=0,015$), medios ($p=0,010$) y apicales ($p=0,011$).

Relación con el umbral auditivo previo

Ajustando la evolución de THR en función del umbral auditivo medio (PTA) en las audiometrías previas, obtenemos diferencias estadísticamente significativas en los electrodos basales, lo que supone que los valores del ajuste serán distintos ($p=0,037$) pero las curvas serán similares ($p=0,129$). (tabla 43). El resultado es similar para los medios y apicales, aunque el valor no alcanza la significación estadística ($p=0,062$ y $p=0,071$).

	Tiempo	PTA	Tiempo x PTA
Basales	<0,001***	0,037*	0,129
Medios	0,001**	0,062	0,233
Apicales	<0,001***	0,071	0,328

Tabla 43. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos según el PTA prequirúrgico del oído implantado. Resultados test F del modelo mixto ANOVA de medidas repetidas. * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

Se dividieron los pacientes en tres grupos según su media de umbrales audiométricos prequirúrgicos (PTA) en el oído implantado: pacientes con PTA <100 dB, pacientes con PTA entre 100 y 109 dB, y pacientes con un PTA ≥ 110 dB. En la tabla 44 se observa que el grupo de pacientes con mejor audiometría previa en el oído implantado (PTA<100 dB), tienen valores de THR estables

desde el inicio, sin cambios estadísticamente significativos. Esto mismo se observa en las figuras 35, 36 y 37.

	PTA	T1-T2	T2-T3	T3-T4	T4-T5	T5-T6	T6-T7	T7-T8
Basales	<100	0,061	0,263	0,481	0,480	0,771	0,947	0,685
	100-109	0,068	0,001**	0,336	<0,001***	0,916	0,600	0,197
	>=110	0,016*	0,706	0,572	0,265	0,607	0,273	0,346
Medios	<100	0,071	0,153	0,523	0,357	0,705	0,884	0,736
	100-109	0,010*	0,001**	0,178	0,012*	0,177	0,567	0,228
	>=110	0,014*	0,905	0,360	0,182	0,469	0,308	0,282
Apicales	<100	0,052	0,151	0,583	0,309	0,708	0,891	0,734
	100-109	0,002**	0,005**	0,269	0,003**	0,052	0,947	0,154
	>=110	0,008**	0,826	0,323	0,027*	0,567	0,287	0,332

Tabla 44. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos según el umbral auditivo medio (PTA) prequirúrgico en el oído implantado. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD. *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

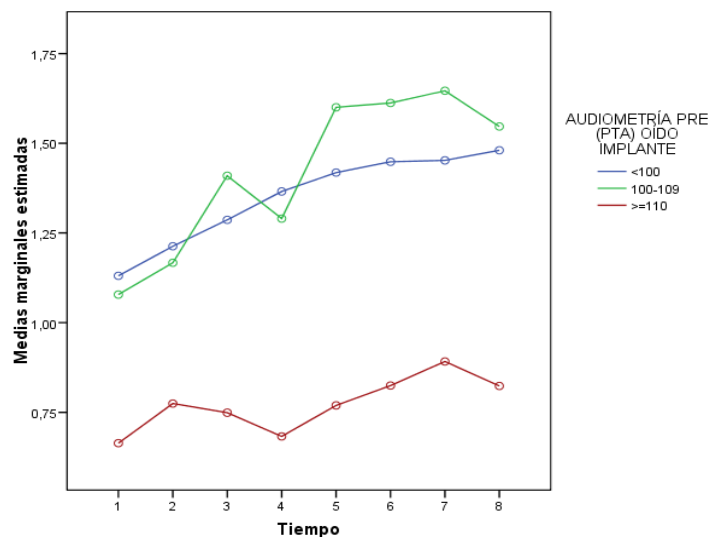


Figura 35. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos según la media de los umbrales audiométricos previos (PTA) en el oído implantado, en electrodos basales.

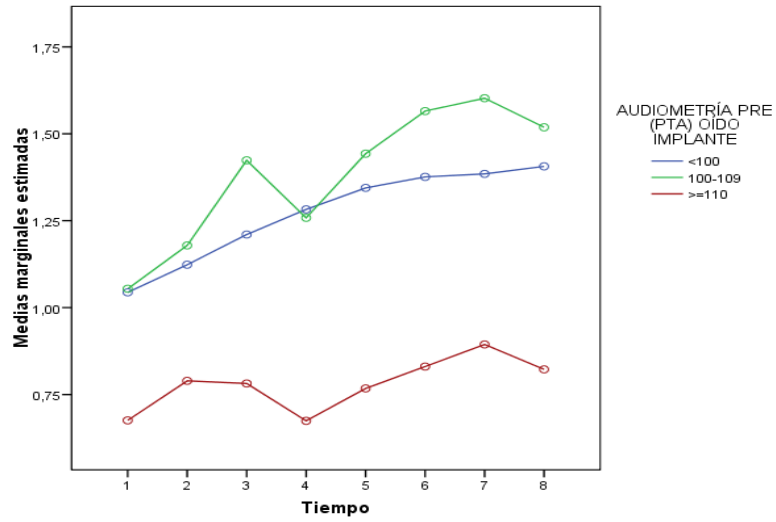


Figura 36. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos según la media de los umbrales audiométricos previos (PTA) en el oído implantado, en electrodos medios.

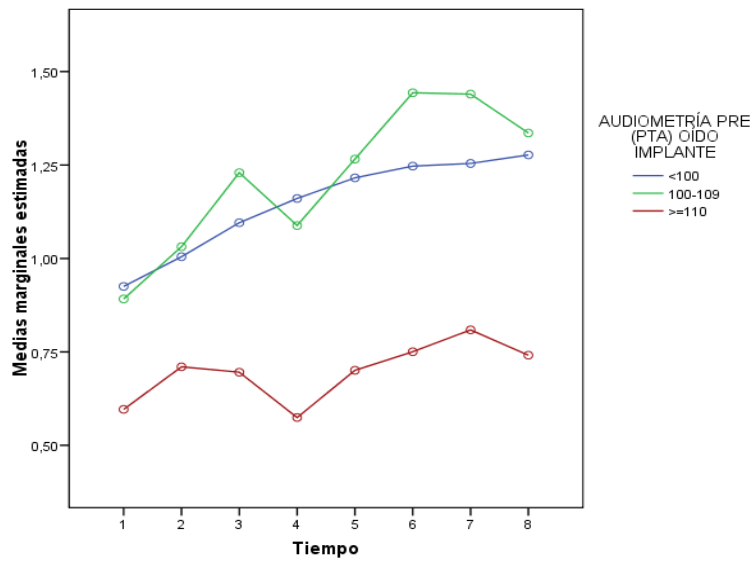


Figura 37. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos según la media de los umbrales audiométricos previos (PTA) en el oído implantado, en electrodos apicales.

En cuanto a la relación de THR con la media de umbrales audiométricos (PTA) previa en oído contralateral, en los electrodos basales, una cierta tendencia sugiere secuencias de ajuste algo distintas ($p=0,067$), y este resultado es similar para los electrodos medios ($p=0,072$). Para los apicales se alcanza la significación estadística ($p=0,047$), es decir, los patrones de las curvas de ajuste son ya sustancialmente distintos (tabla 45).

	Tiempo	PTA	Tiempo x PTA
Basales	<0,001***	0,201	0,067
Medios	<0,001***	0,288	0,072
Apicales	<0,001***	0,386	0,047*

Tabla 45. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos según PTA prequirúrgico en oído contralateral. Resultados test F del modelo mixto ANOVA de medidas repetidas. * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

Relación con la adaptación audioprotésica previa

En el análisis de la relación entre THR y la adaptación audioprotésica previa, obtenemos que los pacientes adaptados con audífono previo en el oído del implante, se alcanza la estabilidad más tarde en aquellos pacientes con audífono previo en el lado implantado (tabla 46) tanto en basales, medios y apicales.

	AUDÍFONO	T1-T2	T2-T3	T3-T4	T4-T5	T5-T6	T6-T7	T7-T8
Basales	No	0,144	0,718	0,867	0,273	0,892	0,147	0,575
	Sí	0,001**	0,008**	0,456	0,002**	0,544	0,975	0,392
Medios	No	0,089	0,372	0,726	0,202	0,887	0,155	0,508
	Sí	<0,001***	0,004**	0,375	0,012*	0,075	0,962	0,384
Apicales	No	0,053	0,405	0,559	0,022*	0,931	0,432	0,572
	Sí	<0,001***	0,020*	0,534	0,008**	0,032*	0,859	0,300

Tabla 46. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos según adaptación con audífono prequirúrgico en el oído implantado. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD. * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

Con respecto al uso de audífono prequirúrgico en oído contralateral, también en este parámetro alcanza la estabilidad de THR de forma más tardía tanto en basales, medios y apicales (tabla 47).

	AUDÍFONO	T1-T2	T2-T3	T3-T4	T4-T5	T5-T6	T6-T7	T7-T8
Basales	No	0,375	0,861	0,650	0,737	0,887	0,453	0,754
	Sí	<0,001***	0,014*	0,434	0,001**	0,594	0,499	0,169
Medios	No	0,161	0,747	0,652	0,560	0,860	0,427	0,781
	Sí	<0,001***	0,003**	0,188	0,005**	0,127	0,492	0,149
Apicales	No	0,121	0,754	0,771	0,404	0,882	0,958	0,786
	Sí	<0,001***	0,020*	0,534	0,008**	0,032*	0,859	0,300

Tabla 47. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos según adaptación con audífono prequirúrgico en el oído contralateral. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD. *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Relación con la técnica quirúrgica empleada

Si nos paramos a analizar según la técnica quirúrgica (tabla 48), en los electrodos basales, la técnica determina el nivel de valores del ajuste (p=0,007) pero la el cambio de los ajustes a lo largo del tiempo no tiene diferencias significativas (p=0,713). Idéntica conclusión para los medios (p=0,013 y p=0,797) y los apicales (p=0,023 y p=0,532).

	Tiempo	Técnica	Tiempo x Técnica
Basales	0,001**	0,007**	0,713
Medios	0,001**	0,013*	0,797
Apicales	<0,001***	0,023*	0,532

Tabla 48. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos según la técnica quirúrgica empleada. Resultados test F del modelo mixto ANOVA de medidas repetidas. *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Si analizamos la distribución a lo largo de las visitas de programación (tabla 49), podríamos concluir que los electrodos basales y medios de los pacientes en los que se realizó la inserción del electrodo con apertura de la ventana redonda alcanzan antes la estabilidad (T2, es decir 3 meses postoperatorio).

	TÉCNICA	T1-T2	T2-T3	T3-T4	T4-T5	T5-T6	T6-T7	T7-T8
Basales	Cocleostomía	0,072	0,097	0,216	0,005**	0,626	0,366	0,293
	Ventana red.	0,002**	0,146	0,615	0,118	0,775	0,619	0,672
Medios	Cocleostomía	0,090	0,049*	0,198	0,023*	0,124	0,330	0,248
	Ventana red.	<0,001***	0,058	0,944	0,106	0,598	0,630	0,657
Apicales	Cocleostomía	0,039*	0,089	0,102	0,008**	0,063	0,315	0,233
	Ventana red.	<0,001***	0,125	0,784	0,020*	0,573	0,988	0,626

Tabla 49. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos según la técnica quirúrgica empleada. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD. *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

En las siguientes figuras 38, 39 y 40 se puede observar cómo la técnica quirúrgica sí que influye en el nivel de los ajustes de THR tanto en electrodos basales, como en medios y apicales.

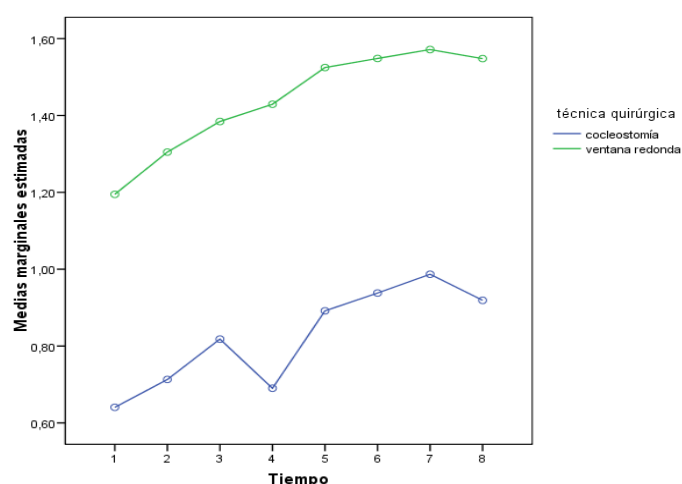


Figura 38. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos según la técnica quirúrgica empleada, en electrodos basales.

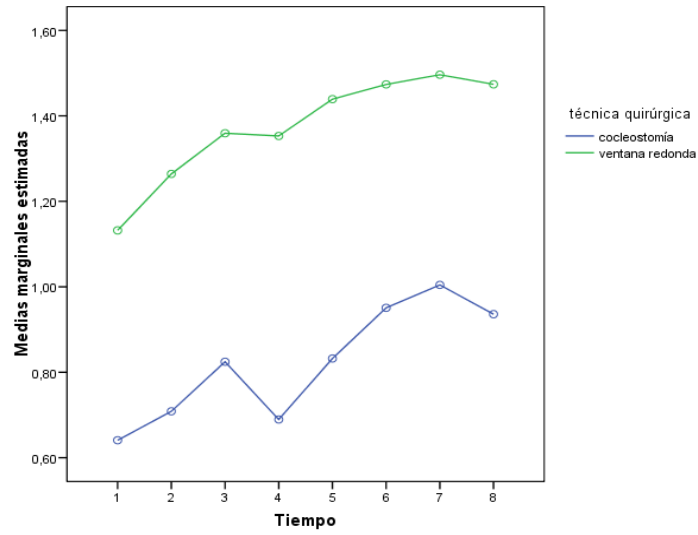


Figura 39. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos según la técnica quirúrgica empleada, en electrodos medios.

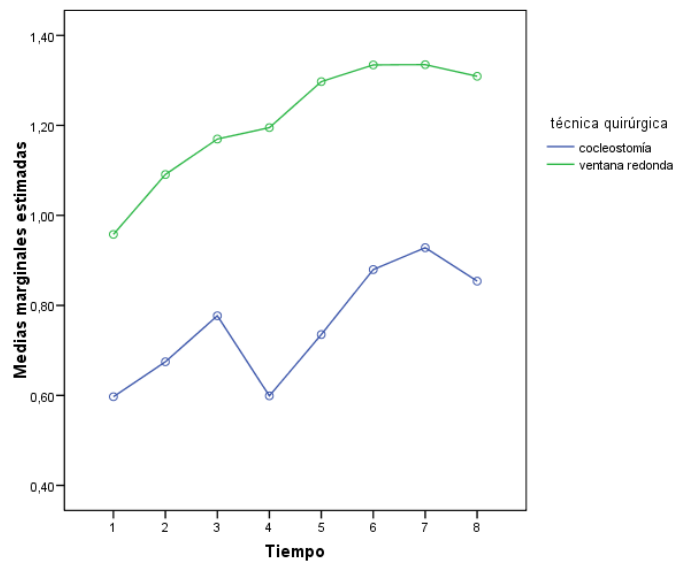


Figura 40. Evolución del parámetro THR en cada grupo de electrodos según la técnica quirúrgica empleada, en electrodos apicales.

Relación con la etiología de la hipoacusia

De forma similar a lo que ocurría con respecto a MCL, los distintos grupos de etiología tienen distintos valores de THR, aunque no se consigue significación estadística a la hora de determinar el tiempo de estabilización.

En cuanto a la edad de inicio de la hipoacusia y la adaptación bimodal, no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas.

Relación de la impedancia eléctrica con otras variables clínicas

Relación con la edad de realización de la cirugía

En los electrodos basales, hay estabilidad general y ésta es aplicable a cualquier intervalo de edad de inicio, ya que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las visitas en ninguno de los grupos de edad. En electrodos medios y apicales, la impedancia se estabiliza más temprano, en T2 (3 meses post-cirugía) en pacientes a los que se les realizó la cirugía siendo más jóvenes. (tabla 50).

	EDAD	T1-T2	T2-T3	T3-T4	T4-T5	T5-T6	T6-T7	T7-T8
Basales	<50 años	0,451	0,790	0,716	0,590	0,921	0,963	0,605
	50-59	0,803	0,240	0,059	0,100	0,569	0,413	0,660
	>=60 años	0,685	0,492	0,227	0,533	0,310	0,155	0,324
Medios	<50 años	0,002**	0,187	0,577	0,386	0,427	0,242	0,529
	50-59	0,029*	0,317	0,635	0,046*	0,037*	0,620	0,853
	>=60 años	0,759	0,587	0,986	0,926	0,026*	0,390	0,947
Apicales	<50 años	0,023*	0,117	0,172	0,080	0,396	0,767	0,783
	50-59	0,017*	<0,001***	0,664	0,050	0,963	0,302	0,023*
	>=60 años	0,984	0,026*	0,057	0,765	0,021*	0,313	0,285

Tabla 50. Evolución del parámetro impedancia en cada grupo de electrodos según la edad de realización de la cirugía. Comparaciones múltiples para tiempos consecutivos con prueba LSD.

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

En las figuras 41 y 42 se puede observar que en los pacientes más mayores (≥ 60 años), las impedancias basales y mediales tienen valores absolutos más altos a lo largo del seguimiento. Además, la impedancia de electrodos basales en pacientes ≥ 60 años aumenta con una pendiente más pronunciada y la de electrodos medios desciende con una pendiente menor.

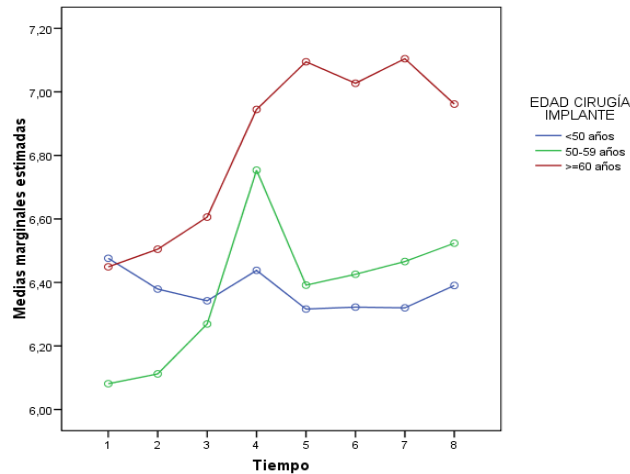


Figura 41. Evolución del parámetro impedancia en cada grupo de electrodos según la edad de realización de la cirugía, en electrodos basales.

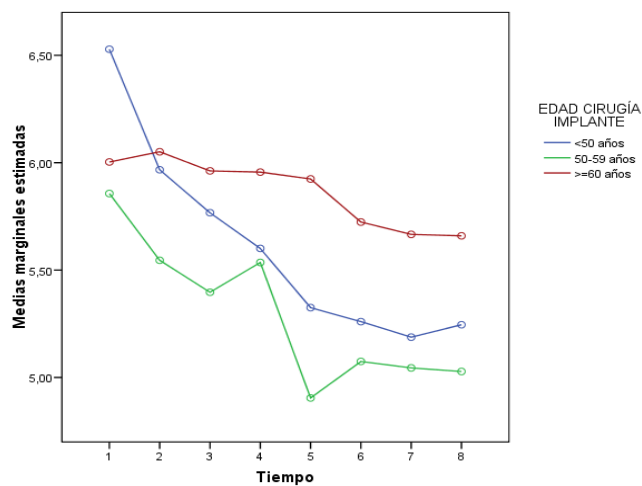


Figura 42. Evolución del parámetro impedancia en cada grupo de electrodos según la edad de realización de la cirugía, en electrodos medios.

Relación con umbrales audiométricos previos

Se realizó el análisis de la relación entre impedancia y la media de los umbrales de audiometría previos (PTA) en el oído implantado, es decir, en función de si había restos auditivos previamente a la cirugía (tabla 51).

	Tiempo	PTA	Tiempo x PTA
Basales	0,451	0,032*	0,944
Medios	<0,001***	0,077	0,257
Apicales	<0,001***	0,629	0,538

Tabla 51. Evolución del parámetro impedancia en cada grupo de electrodos según el PTA prequirúrgico del oído implantado. Resultados test F del modelo mixto ANOVA de medidas repetidas. *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

En los electrodos basales se esperan curvas de ajuste a niveles distintos según la media de umbrales audiométricos previos (PTA) en oído implantado ($p=0,032$); aunque las formas sean relativamente ‘paralelas’ ($p=0,944$). Para los medios, la curva de ajuste ya no es horizontal ($p<0,001$); aunque con fuertes diferencias en su nivel según la PTA ($p=0,077$). Para los apicales sólo cambios en los ajustes a lo largo de las visitas ($p<0,001$). (tabla 51).

Vemos que la impedancia basal de los pacientes con peores umbrales auditivos previos es más alta desde el inicio, aunque con tendencia a aumentar y siendo curvas paralelas (figura 43).

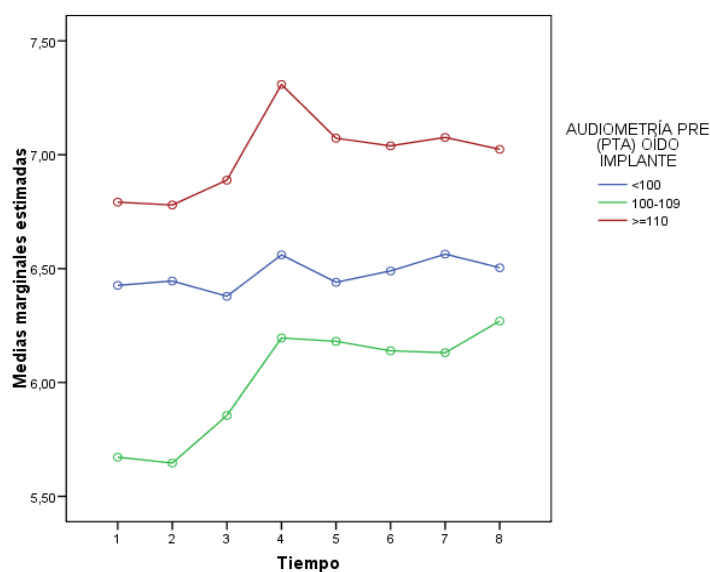


Figura 43. Evolución del parámetro impedancia en cada grupo de electrodos según la audiometría tonal previa en el oído implantado, en electrodos basales.

Relación con la técnica quirúrgica empleada

Analizando los resultados de relación entre impedancia y técnica quirúrgica empleada, en los electrodos basales, la técnica determina el nivel de la impedancia ($p=0,004$). En los medios, hay cambios en el tiempo; pero homogéneos entre pacientes operados de una y otra manera ($p=0,560$). En los apicales, las curvas vuelven a ser similares ($p=0,680$) (tabla 52). Vemos que en las impedancias basales sí que hay un cambio significativo entre los dos grupos de pacientes en función de la técnica quirúrgica.

	Tiempo	Técnica	Tiempo x Técnica
Basales	0,430	0,004**	0,556
Medios	<0,001***	0,208	0,560
Apicales	<0,001***	0,463	0,680

Tabla 52. Evolución del parámetro impedancia en cada grupo de electrodos según la técnica quirúrgica empleada. Resultados test F del modelo mixto ANOVA de medidas repetidas.

* $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

Relación con la etiología de la hipoacusia

En el análisis realizado respecto a la etiología de la hipoacusia, se hallaron valores mayores de impedancia basal en los grupos de otosclerosis (10 pacientes) y de otitis media crónica (10 pacientes), aunque sin significación estadística. El valor medio de impedancia basal en la activación en pacientes con otosclerosis fue 6,61 kohms, y en pacientes con otitis media crónica fue 6,41 kohms, frente a 6,12 kohms en etiología desconocida.

En la última visita de control a los 5 años, el valor medio de la impedancia basal en otosclerosis fue 6,83 kohms y en otitis media crónica 7,66 kohms, frente a 6,26 kohms en etiología desconocida.

Relación de los resultados audiométricos con variables clínicas

Relación de la audiometría tonal en campo libre con variables clínicas

En relación con las variables clínicas recogidas, los resultados de las audiometrías postoperatorias en campo libre, realizadas al año, 3 años y 5 años post-implantación únicamente mostraron resultados destacables en cuanto a la relación con los umbrales audiométricos previos en el oído implantado (tabla 53).

La tendencia entre estas dos variables ($p=0,076$) indica que el nivel promedio general del PTA postoperatorio medido en campo libre con implante depende del nivel PTA prequirúrgico del paciente en el oído implantado, obteniéndose umbrales auditivos en campo libre postoperatorios mejores en pacientes con mejores umbrales auditivos previos (figura 44).

	Tiempo	PTA	Tiempo x PTA
Campo libre	0,153	0,076	0,866

Tabla 53. Evolución de la media del campo libre en función de la media de umbrales auditivos previos (PTA) en oído implantado. Resultados test F del modelo mixto ANOVA de medidas repetidas. * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

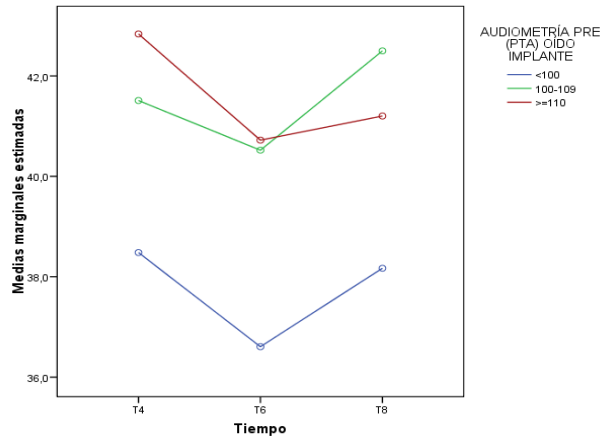


Figura 44. Evolución del umbral auditivo en campo libre medio a lo largo del seguimiento según la audiometría tonal previa en el oído implantado.

Relación de las audiometrías verbales con variables clínicas

Relación con la edad de inicio de la hipoacusia

Según se observa en la tabla 54, la edad de inicio de la hipoacusia determina curvas del resultado del test de bisílabos y frases a nivel significativamente distinto ($p=0,002$ y $p=0,001$), pero la evolución a lo largo del período preoperatorio a los 5 años postquirúrgico es similar ($p=0,535$ y $p=0,596$).

	Tiempo	Edad	Tiempo x Edad
BISILABOS	<0,001***	0,002**	0,535
FRASES	<0,001***	0,001**	0,596

Tabla 54. Evolución de la media del test de bisílabos y frases en función de la edad de inicio de la hipoacusia. Resultados test F del modelo mixto ANOVA de medidas repetidas. * $p<0,05$;

** $p<0,01$; *** $p<0,001$

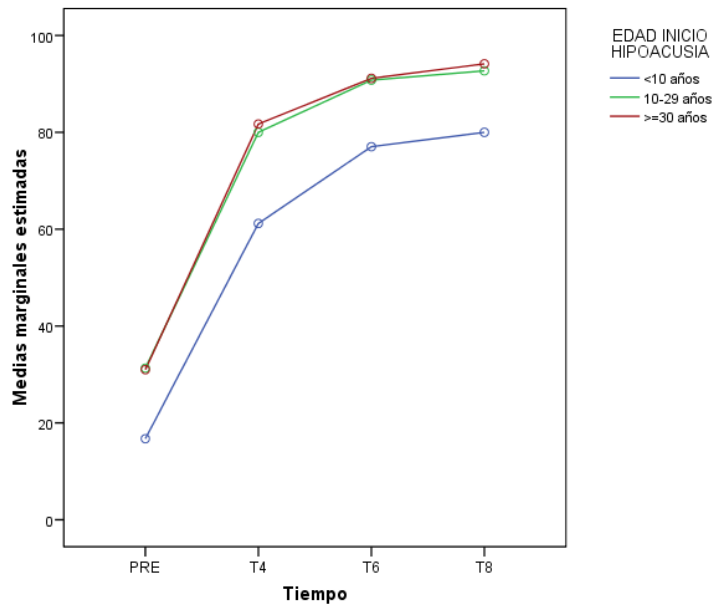


Figura 45. Evolución del resultado del test de bisílabos a lo largo del seguimiento según la edad de inicio de la hipoacusia.

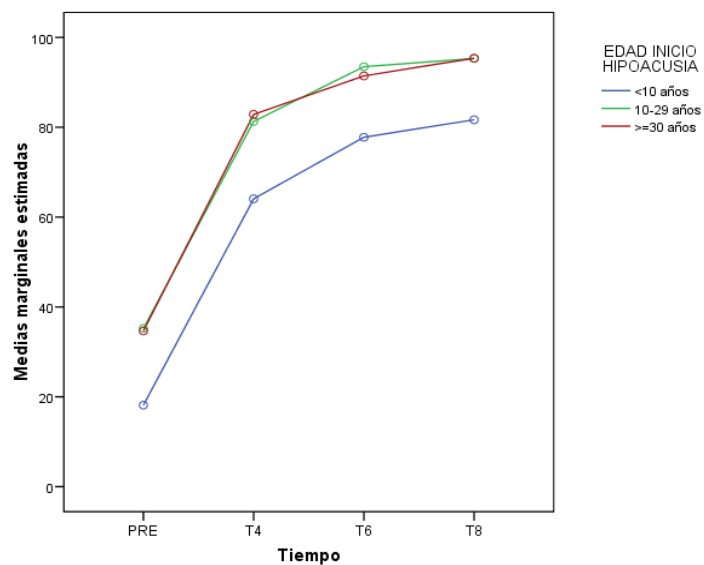


Figura 46. Evolución del resultado del test de frases a lo largo del seguimiento según la edad de inicio de la hipoacusia.

En las figuras 45 y 46 se puede visualizar que, en efecto, cuando la edad de inicio de la hipoacusia es más temprana, las pruebas de bisílabos y de frases, tanto preoperatorias como en el seguimiento postoperatorio, presentan siempre un resultado más deficiente, a pesar de que las evoluciones se expresan con patrones muy similares.

Relación con el tiempo de estabilización de la hipoacusia

En la tabla 55 se estudia la relación entre el resultado del test de bisílabos y frases con el tiempo desde la estabilización de la hipoacusia. La conclusión es similar al caso anterior: el tiempo de pérdida completa hace que el resultado del test de bisílabos y del test de frases estén siempre a niveles distintos con tendencia a la significación ($p=0,076$ y $p=0,071$), aunque la evolución a lo largo del tiempo de seguimiento en los distintos grupos no difiera ($p=0,701$ y $p=0,432$).

	Tiempo	Años	Tiempo x Años
BISILABOS	<0,001***	0,076	0,701
FRASES	<0,001***	0,071	0,432

Tabla 55. Evolución de la media del test de bisílabos y frases en función de los años desde la estabilización de la hipoacusia. Resultados test F del modelo mixto ANOVA de medidas repetidas. * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

Relación con los umbrales audiométricos previos

Si se estudia la relación entre los umbrales audiométricos previos a la cirugía en el oído implantado y los resultados del test de bisílabos, en la tabla 56 se indica que el nivel promedio general del test de bisílabos y de frases dependen del nivel PTA del paciente, siendo muy inferior en PTA previo en el oído implantado ≥ 110 dB y que tiende a la significación ($p=0,072$ y $p=0,096$). En el caso del test de frases, además sí parece que el PTA previo en el oído implantado induce a evoluciones heterogéneas ($p=0,028$).

	Tiempo	PTA	Tiempo x PTA
BISILABOS	<0,001***	0,072	0,302
FRASES	<0,001***	0,096	0,028*

Tabla 56. Evolución de la media del test de bisílabos en función del umbral audiométrico previo en el oído implantado. Resultados test F del modelo mixto ANOVA de medidas repetidas. * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

En cuanto a los umbrales audiométricos previos a la cirugía en el oído contralateral al implante, también se evidencia una relación con el resultado del test de bisílabos. En la tabla 57 se indica que la evolución del test de bisílabos no es homogénea para los distintos niveles de PTA previo contralateral ($p=0,007$), como también se puede observar de forma clara en la figura 47. En cuanto al test de frases, el modelo de la tabla 57 indica que la evolución del test de frases no es homogénea para los distintos niveles de PTA contralateral previo ($p=0,024$), como también se indica en la figura 48.

	Tiempo	PTA	Tiempo x PTA
BISILABOS	<0,001***	<0,001***	0,007**
FRASES	<0,001***	<0,001***	0,024*

Tabla 57. Evolución de la media del test de bisílabos en función del umbral audiométrico previo en el oído contralateral al implante. Resultados test F del modelo mixto ANOVA de medidas repetidas. * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

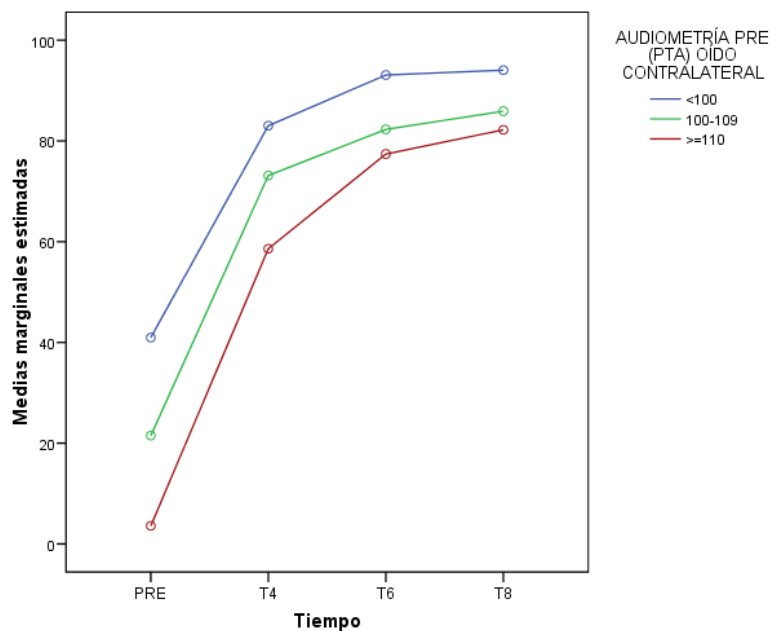


Figura 47. Evolución del resultado del test de bisílabos a lo largo del seguimiento según el umbral audiométrico previo a la cirugía en el oído contralateral.

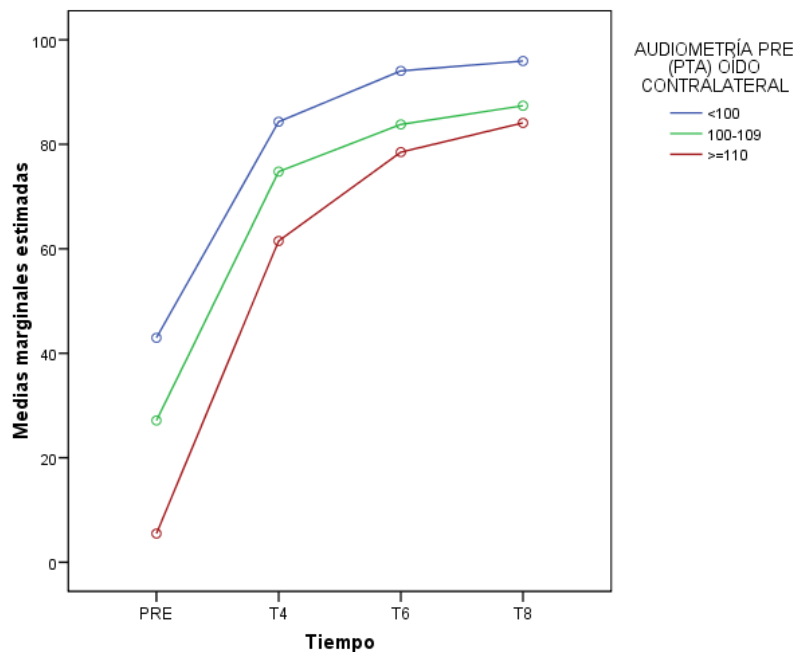


Figura 48. Evolución del resultado del test de frases a lo largo del seguimiento según el umbral audiométrico previo a la cirugía en el oído contralateral.

Relación con la adaptación bimodal contralateral

Si se analiza el resultado del test de bisílabos en función de si el paciente estaba adaptado con audífono contralateral o no, se evidencia una diferencia en los valores del test de bisílabos en ambos grupos de pacientes globalmente a lo largo del seguimiento (tabla 58). Además, se sugiere que la variación del resultado de bisílabos no es exactamente igual con y sin adaptación ($p=0,094$).

En cuanto al test de frases, aunque el hecho de llevar o no adaptación bimodal contralateral genera resultados del test a nivel diferente ($p<0,001$), la evolución es relativamente similar ($p=0,171$), como también se refleja en la tabla 58.

	Tiempo	Bimodal	Tiempo x Bimodal
BISILABOS	<0,001***	<0,001***	0,094
FRASES	<0,001***	<0,001***	0,171

Tabla 58. Evolución de la media del test de bisílabos y frases en función de la adaptación bimodal. Resultados test F del modelo mixto ANOVA de medidas repetidas. *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

En las figuras 49 y 50 se puede visualizar que, en efecto, la adaptación bimodal contralateral afecta al resultado de las pruebas de bisílabos y de frases, tanto preoperatorias como en el seguimiento postoperatorio, presentando siempre un resultado más deficiente los pacientes sin adaptación bimodal, a pesar de que las evoluciones se expresan con patrones muy similares.

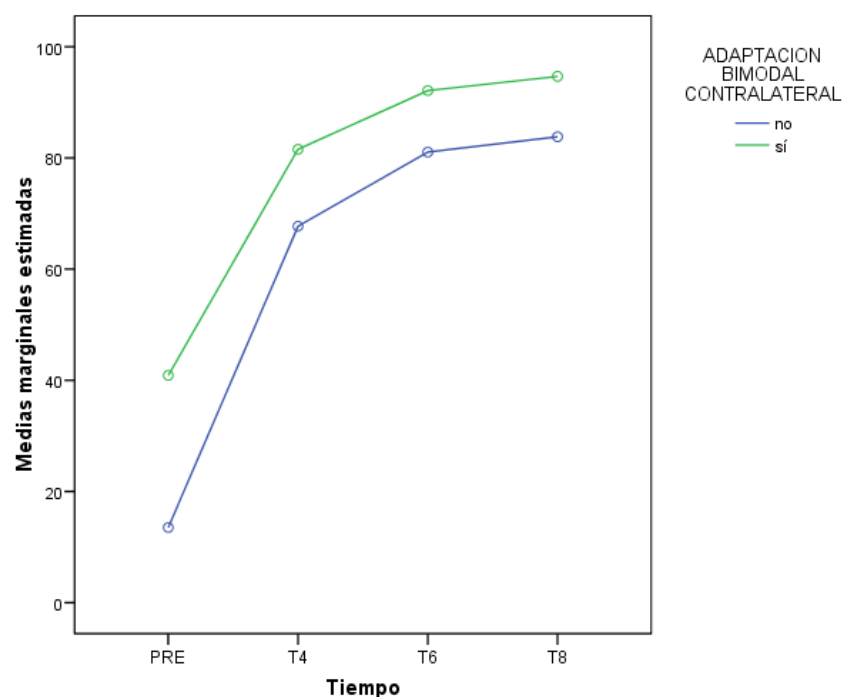


Figura 49. Evolución del resultado del test de bisílabos a lo largo del seguimiento según la adaptación bimodal.

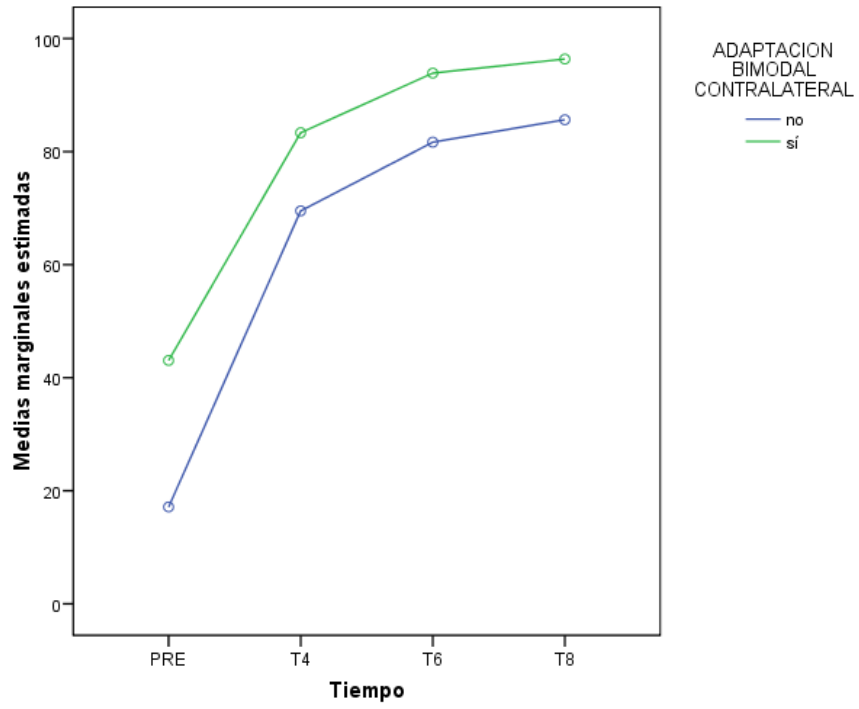


Figura 50. Evolución del resultado del test de frases a lo largo del seguimiento según la adaptación bimodal.

Correlación entre MCL, THR e impedancia

En el análisis de la correlación entre MCL, THR, se puede observar que estos dos parámetros tienen correlación durante todo el seguimiento, en cada una de las visitas y tanto en electrodos basales, medios como apicales.

En cuanto a la correlación de la impedancia con los parámetros MCL y THR, en electrodos basales no hay correlación, pero en medios y apicales sí. En las siguientes tablas se encuentra detallado el estudio de la correlación entre estas 3 variables en electrodos basales (tabla 59), medios (tabla 60) y apicales (tabla 61).

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
MCL	r=0,61	r=0,59	r=0,56	r=0,65	r=0,60	r=0,46	r=0,50	r=0,51
y THR	p<0,001***	p<0,001***	p<0,001***	p<0,001***	p<0,001***	p<0,001***	p<0,001***	p<0,001***
MCL e I	r= -0,02 p=0,865	r= -0,10 p=0,395	r= -0,09 p=0,428	r= -0,22 p=0,055	r= -0,13 p=0,262	r= -0,08 p=0,495	r= -0,01 p=0,937	r= 0,07 p=0,536
THR e I	r= -0,12 p=0,299	r= -0,15 p=0,192	r= -0,11 p=0,345	r= -0,19 p=0,103	r= -0,17 p=0,137	r= -0,17 p=0,150	r= -0,15 p=0,184	r= -0,08 p=0,499

Tabla 59. Correlación de los parámetros MCL, THR e impedancia en electrodos basales para cada visita de seguimiento. Coeficiente r de correlación de Pearson y test de nulidad (p-valor)

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
MCL	r=0,58	r=0,57	r=0,52	r=0,61	r=0,61	r=0,49	r=0,54	r=0,52
y THR	p<0,001***	p<0,001***	p<0,001***	p<0,001***	p<0,001***	p<0,001***	p<0,001***	p<0,001***
MCL e I	r= -0,21 p=0,064	r= -0,24 p=0,033*	r= -0,09 p=0,416	r= -0,09 p=0,433	r= -0,02 p=0,888	r= 0,02 p=0,895	r= 0,06 p=0,615	r= -0,04 p=0,729
THR e I	r= -0,08 p=0,463	r= -0,21 p=0,070	r= -0,18 p=0,126	r= -0,10 p=0,394	r= -0,09 p=0,430	r= -0,11 p=0,328	r= -0,09 p=0,421	r= -0,11 p=0,332

Tabla 60. Correlación de los parámetros MCL, THR e impedancia en electrodos medios para cada visita de seguimiento. Coeficiente r de correlación de Pearson y test de nulidad (p-valor)

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
MCL	r=0,48	r=0,51	r=0,42	r=0,55	r=0,56	r=0,46	r=0,52	r=0,51
y THR	p<0,001***	p<0,001***	p<0,001***	p<0,001***	p<0,001***	p<0,001***	p<0,001***	p<0,001***
MCL e I	r= -0,25 p=0,027*	r= -0,21 p=0,062	r= -0,13 p=0,252	r= -0,23 p=0,042*	r= -0,18 p=0,125	r= -0,18 p=0,107	r= -0,19 p=0,092	r= -0,16 p=0,165
THR e I	r= -0,10 p=0,363	r= -0,12 p=0,302	r= -0,13 p=0,258	r= -0,17 p=0,141	r= -0,16 p=0,156	r= -0,20 p=0,074	r= -0,22 p=0,052	r= -0,22 p=0,052

Tabla 61. Correlación de los parámetros MCL, THR e impedancia en electrodos apicales para cada visita de seguimiento. Coeficiente r de correlación de Pearson y test de nulidad (p-valor)

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

Si nos centramos en la tabla 60, que estudia las correlaciones en electrodos medios, al inicio de las visitas hay una débil correlación entre MCL e impedancia hasta T2 (3 meses). Analizando a continuación la tabla 61 que estudia las correlaciones en electrodos apicales, al inicio de las visitas hay una débil correlación entre MCL e impedancia hasta T4 (1 año).

En las siguientes figuras se evidencia la correlación en T2, es decir a los 6 meses del implante coclear, entre MCL y THR en electrodos medios (figura 51), y en electrodos apicales (figura 52).

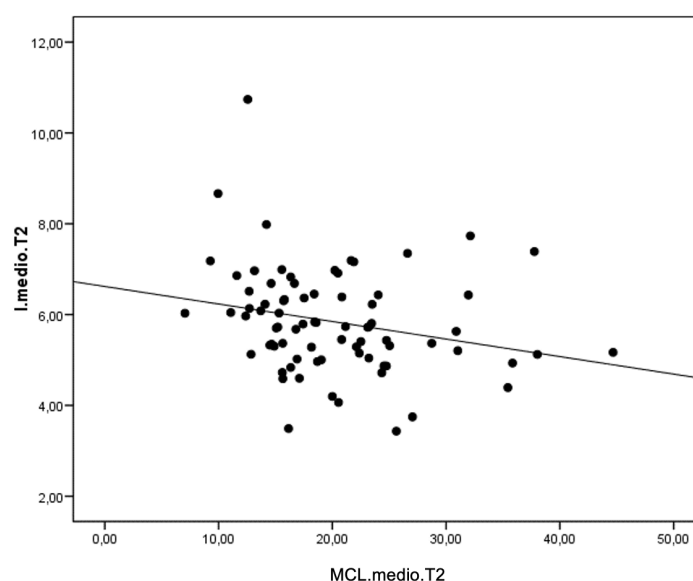


Figura 51. Gráfico de dispersión que representa la correlación débil entre MCL e impedancia en T2 (6 meses de la cirugía) en electrodos medios.

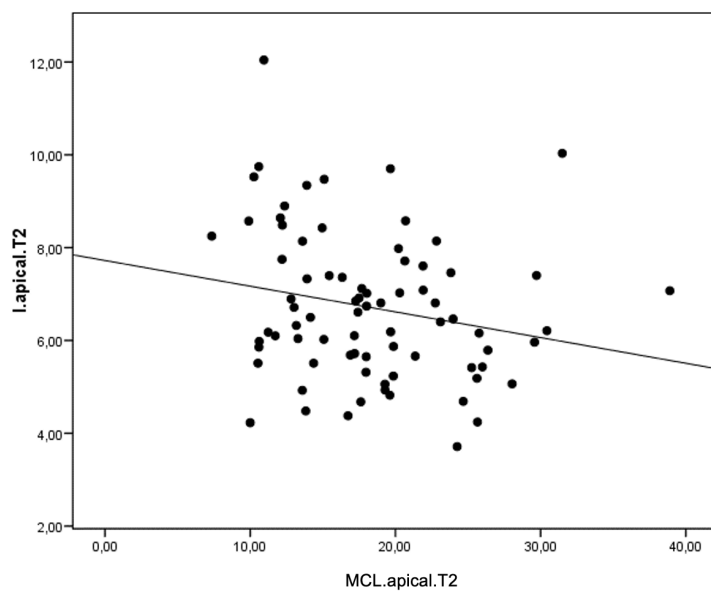


Figura 52. Gráfico de dispersión que representa la correlación débil entre MCL e impedancia en T2 (6 meses de la cirugía) en electrodos apicales.

Correlación entre MCL, THR e impedancia con resultados audiométricos

Correlación con audiometría tonal en campo libre

	T4	T6	T8
<u>Electrodos basales</u>			
Campo libre y MCL	r=0,19; p=0,100	r=0,24; p=0,040*	r=0,13; p=0,276
Campo libre y THR	r= 0,14; p=0,226	r= 0,27; p=0,018*	r= 0,08; p=0,472
Campo libre e Impedancia	r= -0,12; p=0,297	r= -0,07; p=0,532	r= -0,03; p=0,801
<u>Electrodos medios</u>			
Campo libre y MCL	r=0,13; p=0,251	r=0,25; p=0,030*	r=0,14; p=0,210
Campo libre y THR	r= 0,12; p=0,316	r= 0,26; p=0,022*	r= 0,11; p=0,355
Campo libre e Impedancia	r= 0,03; p=0,773	r= 0,07; p=0,537	r= 0,17; p=0,149
<u>Electrodos apicales</u>			
Campo libre y MCL	r=0,07; p=0,521	r=0,20; p=0,084	r=0,13; p=0,277
Campo libre y THR	r= 0,10; p=0,395	r= 0,25; p=0,030*	r= 0,09; p=0,428
Campo libre e Impedancia	r= -0,02; p=0,833	r= 0,00; p=0,975	r= 0,07; p=0,545

Tabla 62. Correlación de los parámetros MCL, THR e impedancia con los umbrales audiométricos en audiometría tonal en campo libre, en cada visita de seguimiento en la que se realizaron audiometrías: T4 (1 año), T6 (3 años) y T8 (5 años). Coeficiente r de correlación de Pearson y test de nulidad (p-valor). *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

En la tabla 62 solo se detectan algunas correlaciones significativas de magnitud débil. A los 3 años (T6), valores más elevados de los parámetros MCL y THR en

electrodos basales, medios y apicales implican peores umbrales audiométricos en campo libre.

Correlación con audiometrías verbales

	T4	T6	T8
<u>Electrodos basales</u>			
Test de bisílabos y MCL	r= -0,08; p=0,480	r= -0,22; p=0,059	r= -0,19; p=0,102
Test de bisílabos y THR	r= 0,05; p=0,671	r= -0,06; p=0,626	r= -0,12; p=0,306
Test de bisílabos e Impedancia	r= 0,05; p=0,650	r= -0,04; p=0,708	r= 0,03; p=0,823
<u>Electrodos medios</u>			
Test de bisílabos y MCL	r= -0,06; p=0,613	r= -0,22; p=0,059	r= -0,20; p=0,078
Test de bisílabos y THR	r= 0,06; p=0,591	r= -0,07; p=0,571	r= -0,12; p=0,286
Test de bisílabos e Impedancia	r= 0,11; p=0,324	r= -0,01; p=0,914	r= -0,02; p=0,843
<u>Electrodos apicales</u>			
Test de bisílabos y MCL	r= -0,02; p=0,848	r= -0,14; p=0,222	r= -0,09; p=0,415
Test de bisílabos y THR	r= 0,09; p=0,457	r= -0,02; p=0,865	r= -0,06; p=0,631
Test de bisílabos e Impedancia	r= 0,09; p=0,454	r= 0,05; p=0,695	r= -0,03; p=0,790

Tabla 63. Correlación de los parámetros MCL, THR e impedancia con el test de bisílabos en cada visita de seguimiento en la que se realizaron audiometrías: T4 (1 año), T6 (3 años) y T8 (5 años). Coeficiente r de correlación de Pearson y test de nulidad (p-valor). *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

En la tabla 63 se analizan las correlaciones entre MCL, THR e impedancia con los resultados de los test de bisílabos al año, 3 años y 5 años postoperatorio (visita T4, T6 y T8). No se detectan correlaciones significativas. Apenas una relación débil entre el resultado de la prueba y el parámetro MCL a los 3 años ($r = -0,22$; $p = 0,059$) con la siguiente interpretación: a mayor MCL, peor resultado de bisílabos. En electrodos medios también se hallan débiles tendencias en el mismo sentido en tiempos T6 y T8. Para electrodos apicales no puede mencionarse ni tan siquiera una mínima tendencia.

	T4	T6	T8
<u>Electrodos basales</u>			
Test de frases y MCL	$r = -0,07$; $p = 0,544$	$r = -0,23$; $p = 0,045^*$	$r = -0,13$; $p = 0,249$
Test de frases y THR	$r = 0,04$; $p = 0,722$	$r = -0,11$; $p = 0,332$	$r = -0,14$; $p = 0,221$
Test de frases e impedancia	$r = 0,02$; $p = 0,889$	$r = -0,01$; $p = 0,948$	$r = 0,06$; $p = 0,590$
<u>Electrodos medios</u>			
Test de frases y MCL	$r = -0,04$; $p = 0,755$	$r = -0,22$; $p = 0,052$	$r = -0,14$; $p = 0,221$
Test de frases y THR	$r = 0,06$; $p = 0,629$	$r = -0,12$; $p = 0,298$	$r = -0,14$; $p = 0,228$
Test de frases e impedancia	$r = 0,13$; $p = 0,250$	$r = 0,01$; $p = 0,933$	$r = 0,02$; $p = 0,897$
<u>Electrodos apicales</u>			
Test de frases y MCL	$r = 0,00$; $p = 0,986$	$r = -0,14$; $p = 0,237$	$r = -0,04$; $p = 0,754$
Test de frases y THR	$r = 0,08$; $p = 0,475$	$r = -0,07$; $p = 0,536$	$r = -0,07$; $p = 0,536$
Test de frases e impedancia	$r = 0,13$; $p = 0,276$	$r = 0,07$; $p = 0,571$	$r = -0,01$; $p = 0,915$

Tabla 64. Correlación de los parámetros MCL, THR e impedancia con el test de frases en cada visita de seguimiento en la que se realizaron audiometrías: T4 (1 año), T6 (3 años) y T8 (5 años). Coeficiente r de correlación de Pearson y test de nulidad (p-valor)

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

En la tabla 64 se analizan las correlaciones entre MCL, THR e impedancia con los resultados de los test de frases al año postoperatorio (visita T4), 3 años postoperatorios (visita T6) y a los 5 años postoperatorios (visita T8). A los 3 años, en electrodos basales, un valor más alto del MCL está correlacionado negativamente con el resultado del test de frases. En electrodos medios solo se aprecia una tendencia para una correlación bastante débil, igual que en electrodos apicales.

Correlación audiometrías verbales con audiometría en campo libre

	T4	T6	T8
Test de bisílabos y campo libre	r= 0,05; p=0,645	r= -0,27; p=0,018*	r= -0,19; p=0,106
Test de frases y campo libre	r= 0,02; p=0,832	r= -0,31; p=0,006**	r= -0,17; p=0,132

Tabla 65. Correlación de las audiometrías verbales (test de bisílabos y test de frases) con la audiometría tonal en campo libre en cada visita de seguimiento en la que se realizaron audiometrías: T4 (1 año), T6 (3 años) y T8 (5 años). Coeficiente r de correlación de Pearson y test de nulidad (p-valor). *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

En la tabla 65, de nuevo, únicamente a los 3 años postoperatorio (T6) se está detectando una correlación débil y significativa entre resultado de audiometrías verbales (bisílabos, frases) con los umbrales de audiometría tonal en campo libre.

En las figuras 53 y 54 se observa en la visita T6 (3 años postoperatorio), como los pacientes con peor umbral en la audiometría tonal en campo libre presentan resultados más pobres en las pruebas verbales.

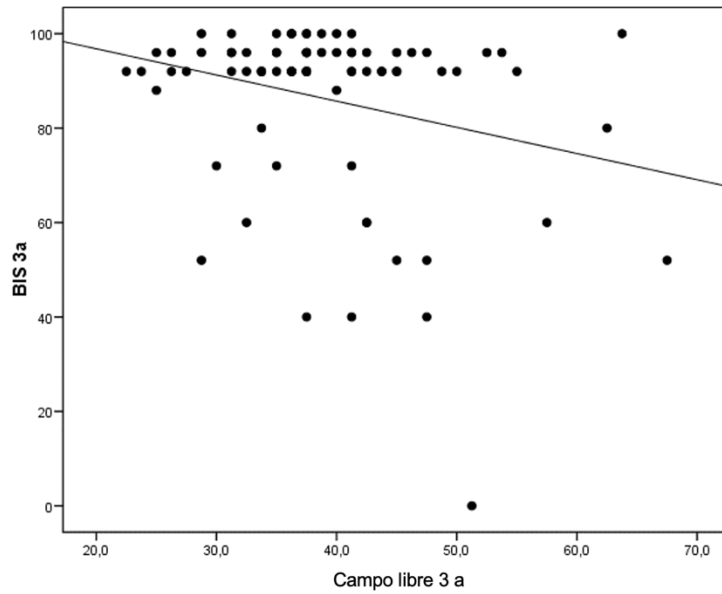


Figura 53. Gráfico de dispersión que representa la correlación débil entre el test de bisílabos y el umbral audiométrico en campo libre a los 3 años tras cirugía (T6).

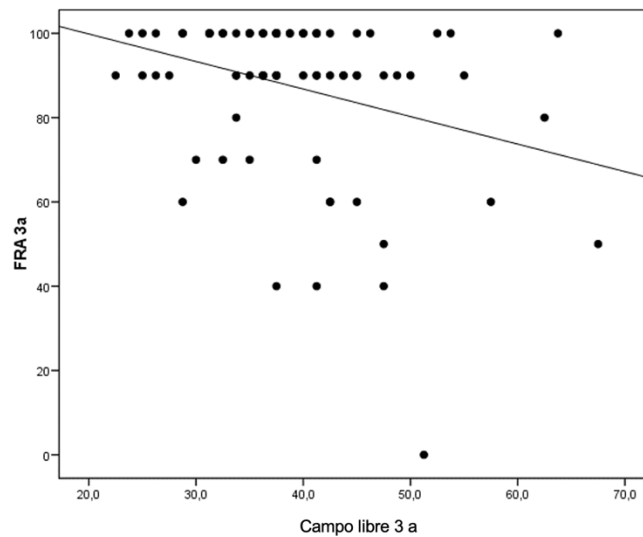


Figura 54. Gráfico de dispersión que representa la correlación débil entre el test de frases y el umbral audiométrico en campo libre a los 3 años tras cirugía (T6).

DISCUSIÓN

Recapitulación de los resultados

Estabilización en el tiempo

MCL:

El tiempo de estabilización del umbral de confort (MCL) en electrodos basales se establece en 2 años postoperatorio. Para los electrodos medios, la estabilidad tarda más alcanzarse y se produce en el tiempo T6 (3 años) postoperatorio. Para los electrodos apicales la estabilidad se alcanza en T5 (2 años).

THR:

En los electrodos basales el valor medio de THR se incrementa hasta T6, por lo tanto 2 años es el tiempo de estabilización. Para los electrodos medios el resultado se repite, con estabilidad a los 2 años y para los electrodos apicales la estabilidad se alcanza también a los 2 años.

DR:

En electrodos basales el valor medio se incrementa significativamente visita a visita hasta T5 (2 años). El tiempo de estabilización sería por lo tanto 2 años. Para los electrodos medios la estabilidad se alcanza en el mismo tiempo. Para los electrodos apicales la estabilidad se alcanza en T5 (2 años). En medios y apicales hay que admitir una cierta tendencia a la variación hasta T7.

Impedancia:

En los electrodos basales no hay ni un solo salto significativo entre visitas, por lo tanto, hay estabilidad desde el principio del seguimiento. Para los electrodos medios solo entre T1 y T2 puede hablarse de una reducción significativa por lo que la estabilidad se alcanza a los 3 meses (T2). Para los electrodos apicales se obtienen disminuciones significativas hasta T3. La estabilidad se alcanza a los 6 meses (T3).

Factores que incluyen en MCL

Edad de inicio de la hipoacusia:

Se evidencia que en los grupos de edad de <10 años, y 10-29 años la estabilidad tarda más tiempo en alcanzarse que en los pacientes con una edad de inicio de la hipoacusia ≥ 30 años. Esto se puede apreciar tanto en electrodos basales, medios y apicales. Cabe destacar que en pacientes con inicio tardío de la hipoacusia (≥ 30 años), la estabilización se alcanza ya en T4, es decir, al primer año post-implantación.

Edad de la cirugía:

Se dividen los pacientes en tres grupos de edad de cirugía: < 50 años, 50-59 años y ≥ 60 años. Si se analiza el tiempo de estabilización en función de los tres grupos de edad se observa que, en los pacientes mayores de 60 años, MCL no está estabilizado ni siquiera en la última visita recogida, a los 5 años.

Umbrales audiométricos previos:

Respecto al tiempo de estabilización, se tarda más en alcanzarlo conforme más profunda es la hipoacusia. En el grupo de pacientes que tenían un PTA preoperatorio ≥ 110 dB (hipoacusia profunda de 3º grado o cofosis), la estabilidad no se alcanzó hasta T7 (4 años postcirugía).

En cuanto al umbral auditivo en el oído contralateral al implantado, se encuentra significación estadística en el grupo de pacientes con mejor audición, esto es con umbral auditivo medio preoperatorio (PTA) <100 db.

Adaptación protésica previa:

En el oído implantado podemos observar una relación estadísticamente significativa, siendo los tiempos de estabilización menores en los tres segmentos cocleares en pacientes portadores previamente de audífono en el oído implantado.

En oído contralateral podemos observar también una relación estadísticamente significativa, siendo los tiempos de estabilización menores en los tres segmentos cocleares en pacientes portadores previamente de audífono en el oído contralateral.

Técnica quirúrgica empleada:

Se puede observar que en el grupo de pacientes en los que se realizó la técnica de inserción del electrodo a través de ventana redonda se obtuvo la estabilización de MCL en menor tiempo.

Etiología de la hipoacusia:

Los valores de MCL en pacientes con otosclerosis y otitis media crónica fueron más altos durante el seguimiento, y aumentaron de forma más pronunciada, aunque no hay suficiente evidencia estadística para afirmar que estos cambios sean diferentes en función de la etiología (p -valores de interacción $>0,05$).

Factores que influyen en THR

Edad de estabilidad de la hipoacusia:

Observamos que en electrodos basales y medios hay cambios significativos hasta T6-7, esto es, 4 años tras la cirugía, en personas cuya hipoacusia se estabilizó 2 años o menos antes de la realización de la cirugía. Es decir, se obtienen tiempos de estabilización más largos.

Edad de la cirugía:

El grupo de edad de cirugía de ≥ 60 años, el parámetro THR no se estabiliza ni siquiera en la última visita a los 5 años (T8), de forma estadísticamente significativa en electrodos basales, medios y apicales

Umbrales audiométricos previos:

El grupo de pacientes con mejor audiometría previa en el oído implantado (PTA<100 dB), tienen valores de THR estables desde el inicio, sin cambios estadísticamente significativos.

En cuanto a la audiometría previa en oído contralateral, en los electrodos basales una cierta tendencia sugiere secuencias de ajuste algo distintas (tiende a significación), y este resultado es similar para los electrodos medios (tiende a significación). Para los apicales se alcanza la significación estadística, es decir, los patrones de las curvas de ajuste son sustancialmente distintos.

Adaptación protésica previa:

Los pacientes adaptados con audífono previo en el oído del implante, alcanzan la estabilidad más tarde en aquellos pacientes con audífono previo en el lado implantado en basales, medios y apicales.

En cuanto al uso de audífono en oído contralateral, también en este parámetro alcanza la estabilidad de THR de forma más tardía tanto en basales, medios y apicales

Técnica quirúrgica:

En electrodos basales y medios, los pacientes en los que se realizó la inserción del electrodo con apertura de la ventana redonda se alcanza antes la estabilidad (T2, es decir 3 meses postoperatorio).

Relación con el seguimiento con audiometrías:

A los 3 años (T6), valores más elevados de los parámetros MCL y THR en electrodos basales, medios y apicales implican peores umbrales audiométricos en campo libre. Con respecto al test de bisílabos, No se detectan correlaciones significativas. Apenas una relación débil entre el resultado de la prueba y el parámetro MCL a los 3 años: a mayor MCL, peor resultado de bisílabos. En electrodos medios también se hallan débiles tendencias en el mismo sentido en tiempos T6 y T8). A los 3 años, en electrodos basales, un valor más alto del MCL está correlacionado negativamente con el resultado del test de frases. En

electrodos medios solo se aprecia una tendencia para una correlación bastante débil, igual que en electrodos apicales.

Etiología de la hipoacusia:

Los distintos grupos de etiología tienen distintos valores de THR, aunque no se consigue significación estadística a la hora de determinar el tiempo de estabilización.

Factores que influyen en impedancia

Edad de cirugía:

En electrodos medios y apicales, la impedancia se estabiliza más temprano, en T2 (3 meses post-cirugía) en pacientes a los que se les realizó la cirugía siendo más jóvenes. En los pacientes más mayores (≥ 60 años), las impedancias basales y mediales tienen valores absolutos más altos a lo largo del seguimiento. Además, la impedancia de electrodos basales en pacientes ≥ 60 años aumenta con una pendiente más pronunciada y la de electrodos medios desciende con una pendiente menor.

Umbrales audiométricos previos:

En los electrodos basales se evidencian curvas de ajuste a niveles distintos, aunque las formas sean relativamente paralelas. Para los medios, la curva de ajuste ya no es horizontal, aunque con fuertes diferencias en su nivel según el PTA. Vemos que la impedancia basal de los pacientes con peores umbrales auditivos previos es más alta desde el inicio, aunque con tendencia a aumentar y siendo curvas paralelas.

Técnica quirúrgica:

Se puede observar que en las impedancias basales sí que hay un cambio significativo entre los dos grupos de pacientes en función de la técnica quirúrgica.

Etiología de la hipoacusia:

En el análisis realizado respecto a la etiología de la hipoacusia, se hallaron valores mayores de impedancia basal en los grupos de otosclerosis (10 pacientes) y de otitis media crónica (10 pacientes), aunque sin significación estadística.

Correlación de MCL, THR e impedancia

En el análisis de la correlación entre MCL, THR, se puede observar que estos dos parámetros tienen correlación durante todo el seguimiento, en cada una de las visitas y tanto en electrodos basales, medios como apicales.

En cuanto a la correlación de la impedancia con los parámetros MCL y THR, en electrodos basales no hay correlación, pero en medios y apicales sí. En electrodos medios, al inicio de las visitas hay una débil correlación entre MCL e impedancia hasta T2 (3 meses). En electrodos apicales, al inicio de las visitas, hay una débil correlación entre MCL e impedancia hasta T4 (1 año).

Estabilización de MCL

En el presente estudio, la estabilización del umbral de confort (MCL) en electrodos basales se produce a los 2 años postoperatorios (T5). Para los electrodos medios, la estabilidad tarda más alcanzarse, y se produce en el tiempo T6 (3 años) postoperatorio. Para los electrodos apicales se alcanza en T5 (2 años). Esta estabilidad se describe en otros estudios entre los 3-6 meses y los 1-2 años de seguimiento, a pesar de que los datos relativos a los valores de MCL difieren en gran medida entre centros. (90,95,96)

En el estudio publicado por Vargas et al (81) se alcanza el tiempo de estabilización de MCL a los 6 meses postoperatorios. Esto podría explicarse porque en su estudio se incluyen pacientes más jóvenes, incluso niños, y esto ha demostrado tener una relación con el tiempo de estabilidad de MCL. De hecho, en nuestro estudio, en los pacientes con edad más avanzada en el momento de la cirugía se evidencia una estabilización más tardía.

Mosca et al (84) determinaron que MCL y THR se estabilizaban a los 12 meses de activación del implante, con los cambios más significativos hasta el tercer mes. Plantean que los incrementos entre la activación y el mes 12 pueden deberse en parte más bien a una excesiva reducción de los valores en la primera visita que a un incremento real durante los primeros 12 meses. En la misma línea, Hugues et al (77) también establecen la estabilidad de MCL y THR en 12 meses, a pesar de que sus valores siguen aumentando, aunque en menor medida hasta los 2 años de seguimiento. También se apunta hacia los dos años de estabilización en el estudio publicado por Henkin et al en 2003 (97) , aunque estudios posteriores de los mismos autores establecen la estabilización de MCL en 6 meses (82).

Entre las posibles causas del aumento de MCL, estos autores destacan la existencia de otros factores extracocleares, como la participación de las vías auditivas centrales, factores a nivel cortical como el aprendizaje o tendencia del

paciente de una estimulación más o menos intensa, o también el efecto activador que produce la estimulación eléctrica prolongada sobre el nervio auditivo. Esto podría justificar que, en los resultados obtenidos en el presente estudio, se produce un aumento de MCL en todos los segmentos cocleares hasta los 2 años, momento tras el cual los factores que influyen en la programación se estabilizan y las programaciones no sufren cambios significativos.

En el estudio publicado por Vargas et al (81) se describen unos resultados similares a los presentados, aunque tanto MCL como THR presentan valores absolutos ligeramente más altos en su estudio (THR 2,8qu y MCL 30,5qu) que en el presente trabajo (MCL 24,9qu y THR 1,21qu una vez alcanzada la estabilidad). En el estudio publicado por Schmidt y Griesser (98) los niveles de THR son aún más altos, con un valor medio de 4qu, siendo MCL de 24qu, similar a nuestros datos.

Greisiger et al (86) en su estudio que incluyó niños y adultos, observaron que los niveles de THR y MCL parecen tener una variación mayor en los pacientes adultos. Había muchos más valores atípicos en el grupo de adultos. En nuestro estudio solo se incluyeron pacientes adultos, pero aun así se han observado diferencias estadísticamente significativas en los distintos grupos de edad, produciéndose una estabilización más tardía en el grupo de pacientes de edad más avanzada.

También en nuestro estudio se han encontrado diferencias estadísticamente significativas según la edad de aparición de la hipoacusia. Esto está apoyado por distintos trabajos publicados como el de Zarowski et al (99) o Firszt et al (100), en el que encuentran diferencias tanto en los valores absolutos de MCL como en la programación durante el seguimiento, en pacientes con hipoacusia prelingual y postlingual. En cambio, en el estudio publicado por Gajadeera et al (80), analizando sus resultados en base a la edad de aparición de la hipoacusia, tiempo de deprivación y edad de la cirugía, únicamente se encontraron cambios significativos en los valores de THR, y no de MCL.

Entre otros factores que parecen influir en la evolución de MCL encontramos en nuestro estudio que los pacientes que no portaron audioprótesis previa a la cirugía del implante, tanto en oído implantado como contralateral, alcanzaron tiempos de estabilización de MCL más tardíos. Según el estudio previamente mencionado publicado por Gajadeera et al (80), los pacientes que habían utilizado audífono previo sufrieron un ligero aumento en la evolución de MCL comparado con el otro grupo de pacientes. Esto es contrario a lo que ocurre en los pacientes de nuestra muestra, en los que el no haber utilizado audioprótesis previa, ya sea en el oído implantado o en el oído contralateral, condiciona tiempos de estabilización de MCL más tardíos.

Cabe destacar la variabilidad encontrada en cuanto al tiempo de utilización de audioprótesis. La edad media de colocación de los mismos se cifró en torno a los 35 años, con una desviación típica de 20 años, lo que hace complicado poder homogeneizar el grupo y obtener conclusiones extrapolables a todos los portadores de audífono. Además, el resultado subjetivo fue no satisfactorio en un 81,8% de los pacientes, con lo que se puede entender que, a pesar de haber llevado audífono, el resultado de estimulación auditiva es cuestionable.

En esta misma línea, en los resultados obtenidos en nuestro estudio, los valores de MCL tardan más tiempo en alcanzar la estabilidad en pacientes con hipoacusia más profunda, clasificada como profunda de 3º grado o cofosis, esto podría deberse a que una mayor privación durante el tiempo anterior a la cirugía (101) (tanto por hipoacusia más profunda como por ausencia de estimulación mediante prótesis auditiva), puede suponer un peor rendimiento del implante y una estabilización más tardía (102,103).

En cuanto a los resultados auditivos, también se ha demostrado en estudios previos una correlación entre el grado de hipoacusia y el rendimiento de implante. De hecho, en el presente trabajo, se observó relación estadísticamente significativa entre los peores umbrales auditivos preoperatorios y peores resultados postoperatorios tanto en audiometría tonal en campo libre como en audiometrías verbales. Así, Birman et al (101) demuestran en su estudio publicado en 2020 que los resultados auditivos en pacientes con una hipoacusia

de grado severo son mejores que en pacientes con hipoacusia profunda, y de esta manera apoyan la hipótesis del beneficio de implantar sin esperar a la evolución a hipoacusia profunda o cofosis.

En el trabajo presentado, el grupo de pacientes que tenían una edad >60 años en el momento de la cirugía, se evidencia una caída en los valores de MCL en la última visita de los 5 años, que es estadísticamente significativa tanto en electrodos basales ($p=0,039$), medios ($p=0,030$) y apicales ($p=0,031$). En relación con estos hallazgos, en el estudio llevado a cabo por Trosman (85) se observó un deterioro en la audiometría tonal liminar en todas las frecuencias salvo en 250 Hz, que se reproducía al estudiar un subgrupo de pacientes con edades por encima de los 50 años. Estos datos son muy consistentes con los obtenidos en nuestro estudio. Esto podría significar que, incluso después de la implantación coclear, en pacientes de edad avanzada sigue produciéndose un deterioro auditivo, y esto se produce igualmente, aunque las visitas de programación del implante sean correctas y el implante funcione de forma correcta.

Podemos entender de los hallazgos, que en los pacientes implantados de edad avanzada tendremos que tener en cuenta que la presbiacusia sigue evolucionando tras la cirugía, y adaptar los ajustes de la programación en caso de necesitarlo si se produce un empeoramiento subjetivo de la audición.

En el citado estudio publicado por Trosman (85), en esta población de pacientes de edad más avanzada, los resultados de las pruebas auditivas funcionales no se vieron afectadas. En nuestro estudio tampoco se halló relación entre la evolución de los resultados auditivos en campo libre ni audiometrías verbales con la edad de realización de la cirugía. Otros estudios similares también establecen que no hay relación entre el rendimiento en pruebas tonales ni verbales en pacientes implantados durante la tercera edad (104–107). Incluso un estudio publicado por Carlson et al en 2010 (108), en el que se incluyen pacientes octogenarios y nonagenarios, no encuentra diferencias estadísticamente significativas en las pruebas verbales.

Esto nos lleva a establecer que la indicación de realizar cirugía de implante coclear no debe ir ligada exclusivamente a la edad (109,110), sino que debe ser una indicación basada en la individualización de los pacientes, las características de cada individuo, el estado cognitivo y otros criterios, ya que recientemente hay diversos estudios que demuestran el rendimiento satisfactorio del implante en pacientes mayores (111–124).

La técnica quirúrgica empleada (cocleostomía vs acceso a través de ventana redonda) también influye en la evolución y estabilización de MCL en nuestro estudio. De hecho, en electrodos basales y medios de los pacientes en los que se realizó la inserción del electrodo con apertura de la ventana redonda se alcanzó antes la estabilidad de MCL (T2, es decir 3 meses postoperatorio) frente a los pacientes en los que se realizó cocleostomía. Esto podría deberse al mayor grado de traumatismo que supone realizar un abordaje mediante cocleostomía, especialmente para los electrodos basales (62,63), y también al grado de daño que podría producirse en las células del ganglio espiral, como se demuestra, entre otros, en el artículo publicado en 1998 por Kawano et al (125). Esto hace que la estabilidad en los valores de MCL sea más difícil de alcanzar en las situaciones de mayor traumatismo en la cóclea y de mayor alteración de las células del ganglio espiral.

A pesar de los estudios citados y de los resultados obtenidos en nuestro estudio en cuanto a las diferencias en pacientes intervenidos con abordaje mediante cocleostomía y mediante apertura de la ventana redonda, aún no hay consenso establecido al respecto, y para algunos grupos de trabajo los resultados de implantación con las distintas técnicas quirúrgicas continúan siendo superponibles (61,102,126,127).

Con respecto a la relación entre los resultados audiométricos en el seguimiento y los valores de MCL y THR, Vaerenberg et al (128) en su artículo de 2014, donde realizaron cuestionarios a 47 centros implantadores, concluyeron que el rendimiento auditivo depende en muy poca medida de los umbrales, y depende más bien del procesamiento supraliminar del sonido. La audiometría verbal en silencio y el rendimiento auditivo diario sí que están asociados, pero depende de

algo más que el procesamiento coclear del sonido, y es por esto que solo la podemos considerar parcialmente para valorar el funcionamiento coclear.

En relación con el rendimiento auditivo relacionado con el estado coclear y la supervivencia de células de ganglio espiral, Cheng et al publicaron un metaanálisis (129) que no encontró una correlación significativa entre los recuentos de estas células y mejores resultados verbales por lo que podemos suponer que un número relativamente pequeño de células a nivel del ganglio espiral sea suficiente para obtener un buen rendimiento en las audiometrías verbales. Hacia esta misma teoría apuntan otros estudios, como el publicado por Khan en 2005 (130).

No obstante, otros autores como Shearer et al (131) sí que concluyeron en su muestra que los pacientes con alteraciones estructurales previas a nivel de las células del ganglio espiral u otras alteraciones cocleares (132) como enfermedad de Ménière, la otosclerosis (133,134) e hipoacusia súbita bilateral, obtenían peores resultados verbales.

En cuanto a los resultados obtenidos en nuestra muestra al respecto de este tema, las únicas variables con las que se ha visto una relación significativa a nivel de pruebas tonales y verbales postoperatorias son la edad de inicio de la hipoacusia, tiempo desde la estabilidad de la hipoacusia, umbrales audiométricos previos y adaptación audiotésica previa. Todos ellos son procesos que de un modo teórico podrían implicar una menor cantidad y una peor función de las células del ganglio espiral, y por lo tanto sería lógico y consistente con otros estudios suponer que los resultados audiométricos post-implantación, tanto tonales como verbales, fueran más pobres tal y como se obtiene en el presente trabajo.

Por último, se debe comentar que en el presente trabajo sí se observaron diferencias en los valores de MCL en función de la etiología, aunque estos valores no fueron significativos, en parte al reducido tamaño de los grupos. Destacan los pacientes con otitis media crónica y otosclerosis con valores de MCL mayores. En otros estudios similares realizados en pacientes con

otosclerosis se observan los mismos resultados, son necesarios valores más altos de MCL y THR, pero sin alcanzar significación. (133–135) Estos autores lo asocian a la progresión de los focos otoscleróticos y la destrucción de las células neurales, lo que hace que los umbrales auditivos y niveles de confort tengan que ser más elevados para producir respuesta auditiva.

Estabilización de THR

En el trabajo que se presenta, el tiempo de estabilización en electrodos basales de THR se produce en la visita T6, 2 años tras la realización de la cirugía. Para los electrodos medios el resultado se repite, con estabilidad de THR a los 2 años, y para los electrodos apicales, la estabilidad de THR se alcanza también 2 años tras la implantación.

En este punto se debe recordar que el ajuste de THR en los dispositivos MED-EL se puede realizar ajustando el valor de 0, o realizando el ajuste en función de la medida de MCL, por ejemplo, un 10% del valor de MCL (70,72,73,102). En nuestra muestra, en 18 pacientes (un 23,08%) se ajustó THR con un valor de 0 en la primera visita de activación, es por esto que se observa en general un aumento mayor de THR que si se hubiera ajustado de la misma manera en todos los pacientes de la muestra. Si excluimos los pacientes que tienen un ajuste de THR de 0 en la primera visita, se produce también una tendencia de los valores al aumento, aunque mucho menos pronunciada.

En la muestra de pacientes utilizada para elaborar este trabajo constan pacientes implantados a lo largo de 15 años (2000-2015), con lo que hay ciertas diferencias en cuanto a la programación de los valores de THR ya que, durante un periodo de tiempo, los pacientes fueron ajustados durante la primera visita de activación con el valor de THR=0 tan como permiten los dispositivos MED-EL. Esto dificulta en cierta medida la comparación en términos de evolución de THR a lo largo del tiempo en cuanto a estos pacientes, por lo que debemos asumir cierta tendencia a aumentar del valor debida a estos 18 pacientes que iniciaron la programación con valores de 0.

Algunos artículos muestran resultados consistentes con los aparecidos en nuestra muestra. Es el ejemplo del estudio publicado por Henkin et al (97), según el cual THR aumenta, aunque de forma muy poco pronunciada, debido a los cambios producidos por la fibrosis adyacente, y esto es más evidente en basales y medios.

En otro estudio de los mismos autores (Henkin et al 2003) (82) se evidencia la misma tendencia de THR al alza, con valores absolutos más bajos de esta variable en electrodos apicales que en medios y basales. También en el estudio publicado en 2014 por Mosca et al (84) se describen valores absolutos de THR basales más altos, asociados en mayor medida a los cambios fibrosos de este segmento coclear.

Contrastando los resultados obtenidos en nuestra muestra, también los valores absolutos en nuestro caso son menores en electrodos apicales. Esto podría justificarse, como argumentan Geier et al (136), porque en región apical hay una mayor supervivencia neuronal, y esto podría explicar que sea necesaria una menor corriente eléctrica para obtener umbrales eléctricos en esta región coclear. En esa misma línea, Marsh et al (137) concluyeron que una menor cantidad de células funcionantes en ganglio espiral se relacionaba con los niveles elevados de THR, aunque en otros estudios esta correlación ha demostrado ser más leve. (125)

Entre otras de las razones por las que se observa un incremento de los valores de THR tanto en nuestra muestra como en otros estudios en la misma línea, anatómicamente se puede justificar por las alteraciones producidas a nivel coclear tras la implantación (138). Como se ha citado previamente, se ha demostrado en diversos artículos que se puede producir en la cóclea cierta proliferación de tejido fibroso y óseo en los primeros meses tras la cirugía, (83) (125,139) y que esto produce un aumento en la resistencia eléctrica y en los umbrales auditivos. Otras razones para justificar los cambios producidos en los valores de THR son los cambios fisiológicos, y cambios progresivos en las vías de procesamiento periférico y central. Otra causa de este aumento en THR según Henkin et al (138) puede ser que los valores iniciales de estimación de THR se sitúan inferiores al umbral real por infraestimación de la persona encargada de realizar la programación.

No obstante, no todos los estudios son consistentes en cuanto a las cifras de evolución de THR. Según el artículo publicado por Vargas et al en 2012 (81),

THR debería disminuir porque la estimulación continua producida por el implante coclear debería generar una reactivación significativa de la vía auditiva y de la corteza auditiva, con reclutamiento de neuronas en la vecindad de los electrodos activos (figura 55). Según la opinión de estos autores, durante las primeras semanas el valor de THR subjetivo percibido por el paciente tiende a sobreestimarse por la ausencia de experiencia de uso del dispositivo de los pacientes y al tiempo de privación auditiva, y es a partir de T2 cuando las respuestas subjetivas dadas por los pacientes durante la programación comienzan a ser reales ya que tienen más experiencia y tiempo de uso.

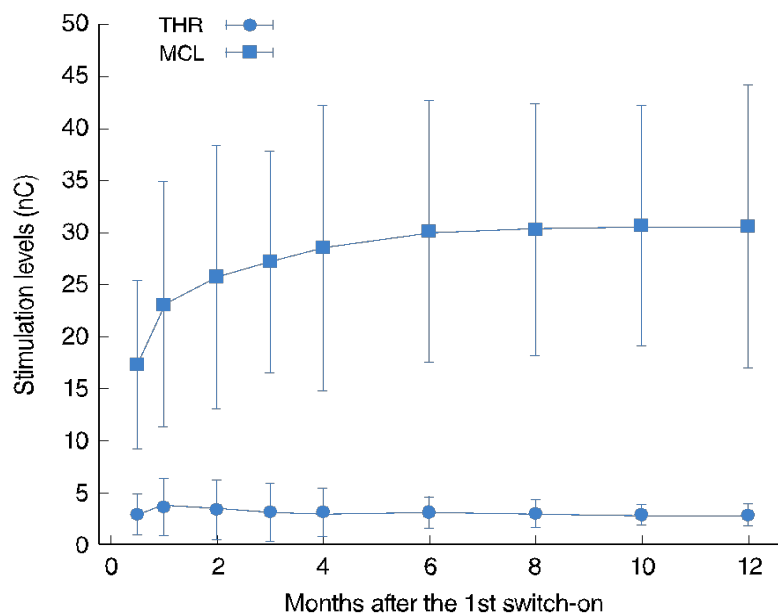


Figura 55. Cambios en MCL y THR a lo largo de los 12 primeros meses postoperatorios. Figura obtenida de Vargas JL, Sainz M, Roldan C, Alvarez I, de la Torre A. Long-term evolution of the electrical stimulation levels for cochlear implant patients. Clin Exp Otorhinolaryngol. 2012;5(4):194–200.

Esto puede producir que, como hemos comentado en el párrafo anterior, el programador tienda a infraestimar los valores de THR en las primeras visitas para compensar esta falta de experiencia del usuario, de tal forma que, en los estudios como el presente, el incremento absoluto en los valores de THR no traduciría un incremento real sino un sesgo de programación.

Según Mosca et al (84), la evolución de los parámetros de programación muestra un incremento en la tolerancia a mayores niveles de estimulación, lo que explica el incremento ya descrito de MCL. Por otro lado, también se mejora la sensibilidad a los estímulos de menor intensidad, lo que justificaría que THR descendiera, aunque fuera ligeramente, en un plazo largo tras la implantación.

En los resultados obtenidos en nuestro estudio, THR sufre un incremento en los primeros meses, una estabilización alrededor del primer año, y posteriormente un incremento final hasta su estabilización definitiva a los dos años, y esta meseta podría explicarse parcialmente por este sesgo de diferencia de percepción con sobreestimación subjetiva del paciente y tendencia a infraestimar por parte del programador.

Entre los factores clínicos que influyen en la evolución de THR encontramos el tiempo desde la estabilización de la hipoacusia hasta la cirugía. En nuestro estudio encontramos valores de estabilización de THR más tardíos en pacientes cuya hipoacusia se estabilizó 2 años o menos antes de la realización de la cirugía. Gajadeera et al obtienen en su estudio publicado en 2017 (80) resultados similares ya que, para los niveles de THR, los participantes con ≤ 10 años de duración de la pérdida auditiva antes del implante mostraron un cambio levemente mayor durante el seguimiento, en comparación con los participantes con > 10 años de duración de la pérdida auditiva, y lo justifican de forma que es posible que la experiencia auditiva reciente produzca una percepción auditiva más entrenada que genere un aumento de sensibilidad a los requisitos auditivos de estimulación con el tiempo.

Esto va en la misma línea que en el resultado en base a pacientes con adaptación audiotrófica previa. En nuestro estudio, los pacientes adaptados con audífono previo tanto en el oído del implante como en el contralateral, alcanzan la estabilidad de THR más tarde, lo que podría justificarse también con mejor adaptación y sensibilidad a los cambios de umbral auditivo por una percepción auditiva más entrenada.

En cuanto a la edad de la cirugía, en el presente trabajo, en el grupo de >60 años, el parámetro THR no se estabiliza ni siquiera en la última visita a los 5 años (T8), de forma estadísticamente significativa en electrodos basales, medios ni apicales. Esto podría justificarse, como apunta Trosman (85) en su estudio, con que, a pesar de producirse la implantación coclear, en pacientes de edad avanzada sigue produciéndose cierto deterioro auditivo en forma de presbiacusia.

Tanto el umbral audiométrico previo en oído implantado y contralateral, como los umbrales auditivos postquirúrgicos medidos en audiometría tonal en campo libre están relacionados con los niveles de THR. En nuestro estudio, en la correlación entre valores de MCL y THR con audiometría tonal en campo libre, se puede concluir que valores más altos de THR y MCL en la visita de los 3 años post-implantación (cuando estos valores ya se consideran estabilizados), se correlacionan con peores resultados en audiometrías en campo libre. En cuanto a la audiometría tonal previa, mejores umbrales audiométricos se asocian con una estabilización más temprana de los valores de THR.

Diversos estudios apoyan la teoría de que los menores valores de THR están relacionados con mejores resultados en las pruebas auditivas (125) (140), y esto es consistente con nuestro estudio, aunque en los datos presentados en este trabajo solo se ha observado relación estadística con la audiometría tonal y no con las verbales.

Por último, con respecto a la técnica quirúrgica, los resultados obtenidos en cuanto a la estabilidad de THR concuerdan con los obtenidos y comentados con respecto a MCL, con una estabilidad más temprana en paciente en los que se realizó la inserción del electrodo a través de la ventana redonda, en medios y basales alcanzándose la estabilidad de THR a los 3 meses. Esto se justifica una vez más por el aumento de tejido fibroso que se produce en relación con la cocleostomía, que produciría aumentos de THR durante más tiempo postoperatorio (62,125,141).

Estabilización del rango dinámico (DR)

En múltiples artículos previos se establece que, a pesar de que THR y MCL aumenten durante los primeros meses / años del seguimiento, el DR se va ensanchando en relación al aumento de estos dos parámetros (97), ya que por lo general la tendencia al alza de MCL es más pronunciada que la de THR. Establecen también que DR suele aumentar hasta que se alcanza la estabilidad de MCL y THR, ya sea a los 6 meses tras la cirugía como demuestran algunos estudios previos o posteriormente, según la muestra (142). En nuestro estudio los resultados son consistentes con los presentados por otros autores, ya que el rango dinámico aumenta hasta la visita de T5 (2 años) de forma significativa.

Como establecen en el estudio ya citado Mosca et al (84), se produce un aumento del rango dinámico eléctrico a medida que se aumenta la experiencia en el uso del dispositivo, y esta evolución aumenta la capacidad de discriminación entre estímulos con diferente intensidad, la calidad de la percepción auditiva y el reconocimiento del habla. En nuestro estudio, como ya se ha mencionado en apartados anteriores, sí que se evidenció una correlación entre MCL y THR con los resultados de audiometría tonal en campo libre.

Estabilización de Impedancia eléctrica

En los pacientes de nuestra muestra, la impedancia eléctrica se comporta de forma diferente en electrodos basales, medios y apicales. En los electrodos basales hay estabilidad desde el principio del seguimiento. Para los electrodos medios la estabilidad se alcanza ya a los 3 meses (T2). Para los electrodos apicales la estabilidad se alcanza a los 6 meses (T3). Estos resultados son consistentes con los publicados previamente en estudios similares. Entre las causas que generan los cambios de impedancias que desarrollaremos a continuación, algunos autores incluyen la formación de burbujas de aire (corto plazo), el crecimiento de tejido fibroso (mediano plazo) y los cambios químicos que acontecen en la superficie del electrodo (largo plazo) (142).

En el artículo publicado en 2019 por Sanderson et al (79) se establece que las impedancias basales aumentan durante el seguimiento y las medias y apicales disminuyen, de la misma forma que en nuestro trabajo. La media de la impedancia de los distintos electrodos a lo largo de los años en la muestra de pacientes de Sanderson se muestra en la figura 56. En el citado artículo, en la medición entre el primer y segundo punto de tiempo (1-3 meses) se observa una caída en las impedancias en todos los segmentos cocleares, de la misma forma que se produce en nuestro estudio. Otros artículos describen una misma distribución de los valores de impedancia en electrodos basales, medios y apicales, con aumento de los valores en electrodos basales, y disminución en medios y apicales (83,88,93,96), con estabilidad de los valores a partir de los 3-6 meses de seguimiento postoperatorio.

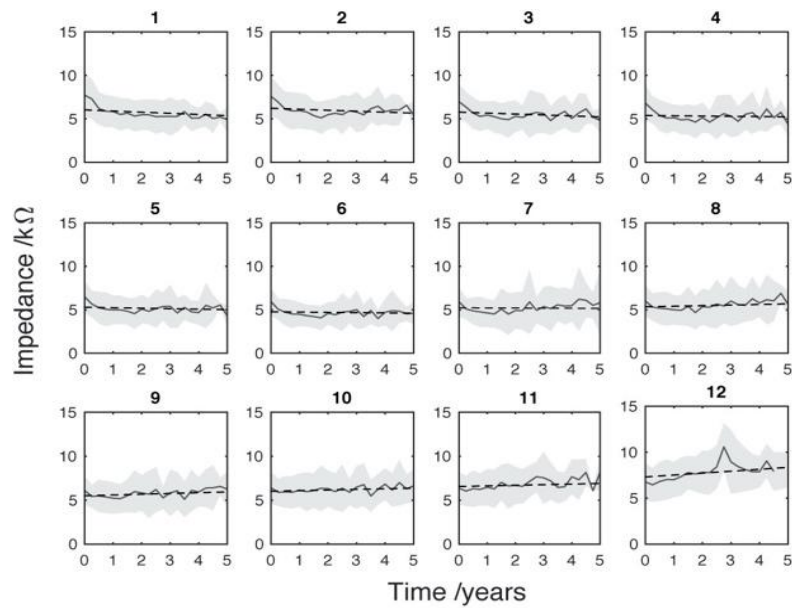


Figura 56. Cambios en la impedancia a lo largo de los 5 primeros años postoperatorios en los distintos electrodos. Figura obtenida de Sanderson AP, Rogers ETF, Verschuur CA, Newman TA. Exploiting routine clinical measures to inform strategies for better hearing performance in cochlear implant users. *Front Neurosci.* 2019; 13:1048.

En un artículo publicado en 2011 por Tubishi et al (93), esta vez con una muestra de pacientes pediátricos, se describe una misma distribución de las impedancias basales, medias y apicales. Estos autores también describen que las impedancias en valores absolutos de los electrodos basales eran más altas que en el resto de segmentos cocleares una vez estabilizadas, y lo atribuyen posiblemente a la distancia entre electrodos. Esto mismo ocurre en nuestro estudio.

Tanto estos autores como otros grupos de trabajo postulan como posibles teorías del descenso de la impedancia en electrodos medios y apicales que la estimulación eléctrica genera la formación de una capa híbrida en la superficie del electrodo, formando una superficie desigual y produciendo un descenso en la impedancia del electrodo (79,83,96).

Tubishi et al (93) insisten en que, aunque en un primer momento en el postoperatorio la formación de una capa de tejido fibroso alrededor del electrodo dentro del canal coclear produzca un aumento lento de la resistencia en los

electrodos más cercanos al punto de inserción del implante, en los primeros meses tras la implantación se va formando una capa de proteínas sobre la superficie del electrodo. La estimulación eléctrica mantenida parece influir en esta capa superficial, reduciendo así los valores de impedancia.

Una vez comprendido y justificado el descenso global en las impedancias, y de predominio en electrodos medios y apicales, interesa demostrar las razones que hacen que los electrodos basales se comporten de forma diferente. Entre otros motivos, estas diferencias se pueden producir por la mayor distancia entre los electrodos basales y las fibras del nervio auditivo (42). En el caso del resto de segmentos, los electrodos se encuentran más próximos al nervio auditivo (83,143).

Otra de las causas que han sido demostradas por distintos autores es la formación de tejido fibroso y la osteogénesis que se produce alrededor de los electrodos del segmento basal, que favorecen un aumento de las impedancias en estos electrodos (79,144,145) En el estudio llevado a cabo por Fayad et al en 2009 (143) se establece que el segmento basal es el más afectado por la formación de tejido nuevo. Estos autores estudiaron 10 huesos temporales y realizaron reconstrucciones 3D, obteniendo en 8 de los 10 huesos que la mayor parte del tejido nuevo está confinado a la espira basal de la cóclea. Además, establecen que la cantidad de formación de tejido fibroso tiene una correlación negativa con la población de células ganglionares espirales en el segmento basal en su muestra.

En la misma línea con respecto a la formación de tejido fibroso y supervivencia de células del ganglio espiral, cabe destacar que, en el análisis de impedancia ajustada por umbrales audiométricos previos en oído implantado, en el grupo de pacientes que tenían un PTA preoperatorio >110 las impedancias basales son más altas. Esto podría deberse a que en pacientes con peores umbrales previos se podría producir una mayor proliferación de tejido fibroso, y a que la supervivencia de células del ganglio espiral es menor, y por tanto los resultados y rendimiento del implante son también peores, como ya demuestran algunos autores (64,143).

También se atribuyen cambios en la impedancia en distintos modos de estimulación, diseño del electrodo, configuración del fabricante, número de electrodos etc. Es por esto que las impedancias observadas en dispositivos MED-EL no son equivalentes a las de otros dispositivos como Nucleus o Clarion (82,93,138). En nuestro estudio únicamente se incluyeron pacientes implantados con dispositivos MED-EL para facilitar la comparación entre pacientes.

En el presente estudio, en electrodos medios y apicales, la impedancia se estabiliza más temprano, en T2 (3 meses post-cirugía) en pacientes a los que se les realizó la cirugía siendo más jóvenes. En los pacientes más mayores (≥ 60 años), las impedancias apicales tienen valores absolutos menores a lo largo del seguimiento. En relación a esto, un estudio publicado recientemente por Velandia et al (146) argumentan que los pacientes más mayores no producen tanta fibrosis ni tejido de colágeno como los jóvenes y esto justifica impedancias más bajas.

En nuestro estudio solo se observan impedancias más bajas en pacientes mayores si nos centramos en los electrodos apicales. El mayor tiempo de estabilización en pacientes mayores también puede deberse a las diferencias en cuanto a formación de tejido adyacente y de formación de tejido conductor, y a la adaptación coclear a la inserción del electrodo (147–149).

Por último, con respecto a la técnica quirúrgica, son varios los autores que han establecido relación con los valores de impedancia (62,67,83,129). En los resultados del presente estudio se describe que en las impedancias basales sí hay un cambio significativo entre los dos grupos de pacientes en función de la técnica quirúrgica.

Estos resultados son consistentes con los publicados previamente, como en el artículo publicado por Gu et al en 2016 (88), donde se postula que el método de cirugía mínimamente invasiva con abordaje a través de timpanotomía posterior y acceso por ventana redonda redujo la impedancia del electrodo en la activación inicial y en el seguimiento. Según estos autores, la cirugía mínimamente invasiva

preserva la anatomía y el microambiente coclear tanto para la adaptación y seguimiento como para futuras estrategias de tratamiento si fueran necesarias.

Algunos autores como Cheng et al en su artículo de 2018 (129) establecen que los pacientes intervenidos mediante inserción a través de ventana redonda obtuvieron mejores resultados en audiometrías verbales a los 3 meses después de la implantación para la comprensión de frases, aunque 12 meses después de la implantación ya no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

En los resultados obtenidos en nuestro estudio no se evidencian diferencias estadísticamente significativas en los resultados de audiometría tonal ni verbal en pacientes asociadas con cambios de la impedancia, ni en función de la técnica quirúrgica.

Entre los pacientes que componen nuestro estudio, no se encontraron suficientes datos al realizar la recogida retrospectiva como para poder analizar el número de casos con inserciones de la guía de electrodos completas e incompletas. Este parámetro podría influir en los resultados obtenidos, ya que, en nuestra muestra no se pudo analizar de forma separada los posibles casos de inserciones parciales (150).

Tal y como describen otros estudios realizados al respecto (151–154), en nuestra muestra se produjeron desactivaciones de electrodos principalmente en los electrodos basales, y en las primeras visitas de programación.

En nuestro estudio, de los 78 implantes colocados, es decir 936 electrodos, se produjeron 45 desactivaciones. Esto representa un 4,8% de los electrodos. Otros estudios como el publicado por Schow et al (152) reportan un 8% de electrodos desactivados, mientras que otras series de pacientes como la presentada por Zeitler et al (155) reportan una cifra menor de 1% de electrodos desactivados. Entre las causas de desactivación más frecuentes, estos autores también destacan la calidad pobre del sonido, la impedancia alta y cortocircuito, entre otras, resultados similares a los obtenidos en nuestra muestra.

Correlación entre MCL, THR e impedancia

En los resultados presentados en nuestro estudio, se evidencia que MCL y THR, tienen correlación durante todo el seguimiento, en cada una de las visitas y tanto en electrodos basales, medios como apicales.

Estos resultados están en la misma línea de los presentados previamente por otros autores (125), en cuyas muestras de pacientes los niveles de umbral (THR) y confort (MCL) aumentan o disminuyen en paralelo. El rango dinámico (DR) está lógicamente correlacionado con los anteriores debido a que es la diferencia entre ambos, aunque como ya se ha mencionado anteriormente parece estar más relacionado con los niveles de MCL, ya que los cambios en DR suelen tener más relación con cambios en MCL.

Fayed et al (142) describen una correlación negativa entre MCL e impedancias en los 3 primeros meses (figura 57). En nuestro estudio, en electrodos basales no hay correlación, esto puede deberse a que la impedancia en electrodos basales se comporta de manera distinta, con un leve aumento como se ha discutido previamente.

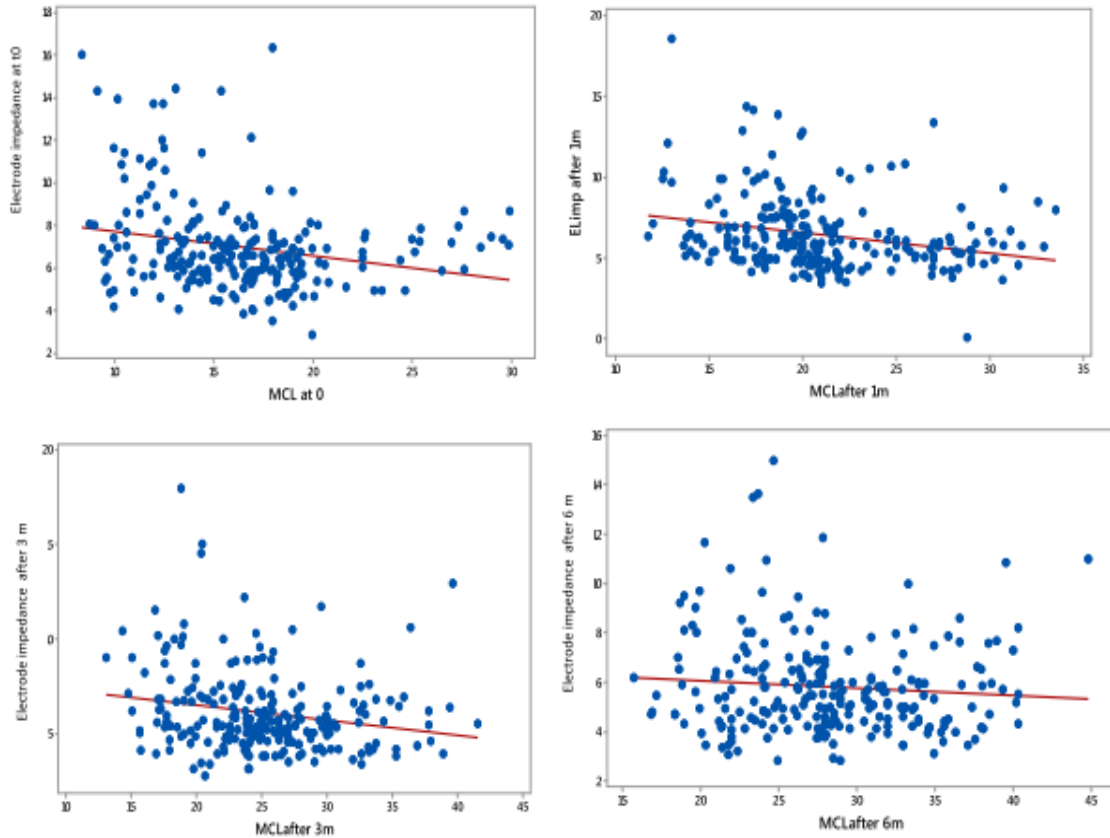


Figura 57. Correlación negativa observada durante los 6 primeros meses del postoperatorio entre los valores de impedancia eléctrica y MCL. Figura obtenida de Fayed EA, Zaghoul HS, Morgan AE. Electrode impedance changes over time in MED El cochlear implant children recipients: Relation to stimulation levels and behavioral measures. Cochlear Implants Int. 2020 Jul;21(4):192–7.

En cambio, en electrodos medios se observa correlación negativa, que es significativa hasta T2 (3 meses), y en electrodos apicales la correlación negativa es significativa hasta T4 (1 año). Zarowski et al (156) describen correlación negativa estadísticamente significativa entre MCL, THR e impedancia hasta los 4-6 meses tras la implantación.

La desaparición de la correlación a los 6 meses podría indicar la estabilización de la fibrosis coclear y, como establecen Leone et al en 2017 (83), podríamos suponer que hasta los 6 meses los cambios intracocleares influyen en la programación y percepción de los valores MCL y THR, y que posteriormente dejan de correlacionarse con las impedancias. El distinto comportamiento de la

fibrosis en electrodos basales hace que esta tendencia sea solo observable en medios y apicales (89).

En cuanto a la correlación entre los valores de THR e impedancia, podemos observar que tienen una correlación negativa, pero no llega a ser estadísticamente significativa. Esto está en concordancia con otros autores, que únicamente describen la correlación lineal entre impedancia y MCL (142), aunque existen otros estudios que también observan correlación significativa entre THR e impedancia (80,83,86).

Esto podría deberse a que la impedancia tiende a estabilizarse (96,142) pasados los 6 meses, pero MCL y THR no se estabilizan en nuestra muestra hasta los 2 años post-implantación, con lo cual podríamos establecer únicamente la correlación negativa estadísticamente significativa entre MCL e impedancia durante los primeros 6 meses en electrodos medios y apicales, y una correlación negativa débil entre THR e impedancia en medios y apicales que no llega a la significación.

De todo lo expuesto anteriormente, tanto resultados evolutivos de MCL, THR e impedancia eléctrica, como de la correlación entre estos tres parámetros la impresión general es que MCL es el parámetro de programación subjetivo más fiable, como ya apuntan los fabricantes (71,72), ya que es este el parámetro que más se relaciona con las variables clínicas y con la impedancia.

Son las variables clínicas las que nos van a indicar cuándo debemos estar más pendientes de realizar ajustes de la programación, e incluso se puede plantear que el algoritmo de seguimiento y el protocolo deberá estar más adaptado a estas variables clínicas y a su relación con MCL (subjetivo) y con la impedancia (objetivo), más que con el THR.

En cuanto a la estabilidad general de estos parámetros (MCL, THR e impedancia) y la ausencia de correlación entre ellos y con las diferentes variables clínicas una vez se ha alcanzado la estabilidad a los dos años, nos debemos plantear si esta estabilidad se afecta por la modificación de los valores en cada

visita de programación. En este sentido, Gajadeera et al (80) establecen que los participantes que realizan sesiones de programación muy espaciadas en el tiempo también mostraron solo pequeños cambios en los niveles de estos parámetros, lo que nos reafirma en la idea de que, una vez alcanzada la estabilidad el paciente sigue obteniendo un rendimiento óptimo del implante incluso si no mantenemos la visita anual de programación recomendada a día de hoy a largo plazo.

Esto sugiere que los pequeños cambios que se producen tras el momento de la estabilización no traducen un verdadero cambio en los requisitos auditivos del paciente a largo plazo, sino más bien pequeños cambios derivados de la percepción subjetiva que varía de una visita o de un momento a otro, y variabilidad entre los distintos programadores, o distintos momentos en una misma persona que realiza las programaciones.

Un futuro punto importante de investigación es determinar si los cambios sutiles en MCL y THR comportan beneficios auditivos, en el sentido en que implican una adaptación los días y semanas posteriores y un desajuste auditivo que, si no va a suponer una mejora franca a nivel de calidad auditiva, no sería necesario ni compensaría el proceso de readaptación (80).

Apuntando hacia esta dirección y a pesar de que el presente trabajo no se diseñó para abordar esta cuestión, se pueden extraer algunos resultados interesantes al respecto. En el diseño de nuestro estudio, como se ha detallado en el apartado de metodología, la evolución a lo largo del tiempo de las audiometrías tonal en campo libre y verbales se midió al año, 3 años y 5 años tras la cirugía, por lo que no tenemos medida concretamente de los 2 años, que es el tiempo de estabilización de los parámetros.

No obstante, si comparamos los resultados obtenidos al año, cuando podemos suponer que aún no se había alcanzado la estabilidad, y los 3 años, cuando las medidas de MCL y THR ya eran estables, obtenemos datos que pueden resultar útiles. A nivel de las audiometrías tonales en campo libre, no hay cambios significativos en las visitas del año y los 3 años. En cambio, en audiometrías

verbales (bisílabos y frases), sí que hay una mejoría estadísticamente significativa entre estos dos periodos, lo que implicaría que los cambios en MCL y THR sí que comportan aún en el periodo 1-3 años un cambio clínico evidente.

Vos et al, en un artículo publicado en 2021 aportan resultados interesantes al respecto de la frecuencia de programaciones en los primeros meses tras la implantación (142). En su estudio analizan los resultados de pacientes que, debido a la pandemia del COVID-19 retrasaron su primera visita de programación posterior a la activación, y determinan que en los pacientes que pospusieron el seguimiento se asociaron con peores resultados en cuanto pruebas tonales y verbales, y que se revirtieron tras ajustar correctamente los umbrales de MCL, THR e impedancia eléctrica.

Esto nos reafirma en el hecho de que durante el periodo de cambios en las mediciones de MCL, THR e impedancia es necesario realizar un seguimiento estrecho con programación del dispositivo, ya que el correcto seguimiento sí se asocia con mejor rendimiento tonal y verbal (157).

Diseño de un protocolo hospitalario de seguimiento post-implantación

Uno de los objetivos principales de este trabajo es el diseño de un protocolo hospitalario de seguimiento de pacientes implantados, conforme a los resultados obtenidos en nuestro estudio y con la experiencia del centro terciario donde se han obtenido los datos a lo largo de los últimos 20 años. (158)

El calendario de visitas, como ya hemos comentado previamente, está sometido a gran variabilidad en función del criterio del centro implantador, especialmente respecto al número de visitas a realizar a lo largo del primer año. Con respecto a los resultados obtenidos en cuanto a estabilización de los parámetros, MCL, THR y DR se estabilizan a los 2 años de seguimiento por lo tanto hasta ese momento las visitas deberán ser más estrechas. La impedancia eléctrica se estabiliza a los 6 meses postoperatorio.

Algunos de los documentos consultados para la realización del presente protocolo difieren en gran medida en cuanto a las visitas de programación del primer año (69). El protocolo propuesto por el Hospital de Beaumont propone 10 visitas durante el primer año, mientras que la revisión realizada por Manrique et al proponen 4 visitas anuales: activación a las 4 semanas inicial, 1 mes, 3 meses, 6 meses y al año, pasando posteriormente a ser anuales. Como excepción, los niños implantados con sorderas pre o perilocutivas recibirán seguimiento cada 6 meses.

Los propios fabricantes también proponen calendarios de programación. El propuesto por la casa MED-EL es el siguiente:

- Primera programación a las 4 semanas tras la cirugía (activación inicial).

- Segunda programación un mes después de la activación inicial.
- Tercera programación a los 3 meses tras la revisión anterior.
- Cuarta programación a los 6 meses desde la última revisión.
- Dos revisiones a lo largo del año siguiente a la cuarta programación (en función del estado del paciente).
- Revisiones bianuales a partir de entonces.

El calendario seguido por nuestro grupo de trabajo, y en el que se ha basado el diseño del presente estudio es el siguiente:

- Activación a las 4 semanas de la implantación
- 1 mes tras la activación
- 3 meses tras la activación
- 6 meses tras la activación
- 12 meses tras la activación
- Anuales desde el primer año tras la activación

Según el consenso Delphi publicado en 2020 (1), las sesiones de programación frecuentes en el periodo inmediatamente después de la implantación son necesarias la optimización y estabilización segura de los niveles de umbral y niveles de confort, pero se requieren menos sesiones con el tiempo a partir de 6 meses tras la cirugía.

De hecho, la recomendación del consenso Delphi (1) en su panel es que los programas de programación y rehabilitación deben adaptarse al perfil concreto de cada paciente en lugar de seguir un calendario estricto.

Al margen del calendario de visitas, es el propio paciente el que puede solicitar visita en consultas de otorrinolaringología o adelantar la cita prevista en caso de percibir empeoramiento auditivo o complicaciones relacionadas con el implante.

En el diseño del protocolo utilizado para el presente trabajo no se recogieron datos sobre si el paciente realizó rehabilitación auditiva y logopedia posterior ni

durante cuánto tiempo. En el protocolo propuesto se recomienda la valoración por parte del equipo de rehabilitación tanto previa a la cirugía como durante la etapa de seguimiento. El programa de rehabilitación para adultos será distinto en cuanto a pacientes postlocutivos, con un desarrollo del lenguaje oral, y pacientes prelocutivos.

En los pacientes postlocutivos, según se establece en diferentes artículos publicados al respecto (60,159), la rehabilitación auditiva debería comprender como mínimo entre seis meses y un año y debería comprender 5 etapas: detección, discriminación, identificación, reconocimiento y comprensión.

Los pacientes adultos con hipoacusias prelocutivas presentan importantes distorsiones del habla y del lenguaje, con un desarrollo del lenguaje muy deficiente o incluso nulo. En su caso el programa de rehabilitación será más largo, según afirman algunos autores (60,159) debería comprender de 2 a 5 años, apoyándose en las vías de lenguaje alternativas previas hasta que se logre una buena comunicación y audición con el implante. Las etapas de la rehabilitación serán las mismas, aunque con tiempos más prolongados.

Por último, se recomienda, tanto en la primera visita preoperatoria como a lo largo del seguimiento realizar una recogida de cuestionarios de calidad de vida (160–165). De los diversos artículos publicados al respecto, se revisaron el Glasgow Benefit Inventory (166) validado en español (167), el Hearing Handicap Inventory for Adults (167) validado al español (168) y el cuestionario Nijmegen (NCIQ) (169) para implantes cocleares validado al español (169). Recomendamos la realización del cuestionario Nijmegen (disponible en el anexo 4) en la primera visita preoperatoria y en las visitas de 1 y 2 años de seguimiento postoperatorio.

Con todo lo expuesto previamente, proponemos el siguiente protocolo hospitalario para diagnóstico, cirugía y seguimiento de los pacientes adultos candidatos a implante coclear unilateral por hipoacusia severo-profunda bilateral (tabla 66 y figura 58):

1. Valoración del candidato previamente a la cirugía	
Anamnesis	Recogida de variables clínicas Cuestionario Nijmegen
Exploraciones complementarias	<ul style="list-style-type: none"> - Audiometría tonal liminar con vía aérea y ósea - Audiometrías verbales en contexto abierto (test de bisílabos y test de frases) - TC de peñascos y RM de CAIs
Valoración por distintos especialistas para determinar candidatura a cirugía:	
<ul style="list-style-type: none"> - Otorrinolaringología: Ajuste de expectativas e información sobre cirugía y postoperatorio - Neurología (si precisa) - Rehabilitación / logopedia - Psiquiatría / psicología - Medicina preventiva (vacunación) 	
2. Reunión de comité de implantes cocleares compuesto por equipo de otorrinolaringología y audiología	
<ul style="list-style-type: none"> - Valoración de informes favorables de otros especialistas - Revisión de candidatura, pruebas de imagen y resultados audiométricos tonales y verbales - Decisión sobre implantación coclear - Decisión sobre oído a implantar - Elección de fabricante, modelo de implante coclear y electrodo a implantar - Calendario de visitas de seguimiento en función de datos clínicos individualizados de cada paciente 	
3. Cirugía de implantación coclear y comprobación de telemetría de respuesta neural e impedancias eléctricas en el momento de la implantación.	

4. Seguimiento clínico postoperatorio y calendario de programación	
4 semanas tras cirugía	Visita de activación Derivación a rehabilitación /logopedia (159) Derivación a psicología /psiquiatría si precisa (170)
1 mes tras la activación	Visita de programación Control clínico
3 meses tras la activación	Visita de programación Control clínico
6 meses tras la activación	Visita de programación Control clínico
1 año tras la activación	Visita de programación Control clínico Cuestionario Nijmegen Audiometría tonal en campo libre Audiometrías verbales en contexto abierto
2 años tras la activación	Visita de programación Control clínico Cuestionario Nijmegen Audiometría tonal en campo libre Audiometrías verbales en contexto abierto
<p>Individualización del seguimiento y calendario de programación en función del progreso de cada paciente con el dispositivo, variables clínicas, edad de cirugía, anomalías asociadas etc.</p> <p>Para la mayoría de los adultos, las citas de seguimiento pueden realizarse semestralmente o anualmente.</p> <p>A partir de la estabilización de la programación del dispositivo, las visitas de control serán clínicas con el especialista en otorrinolaringología.</p> <p>(ver anexo 1, 2 y 3).</p>	

Tabla 66. Protocolo hospitalario de diagnóstico y seguimiento de pacientes adultos portadores de implante coclear unilateral.

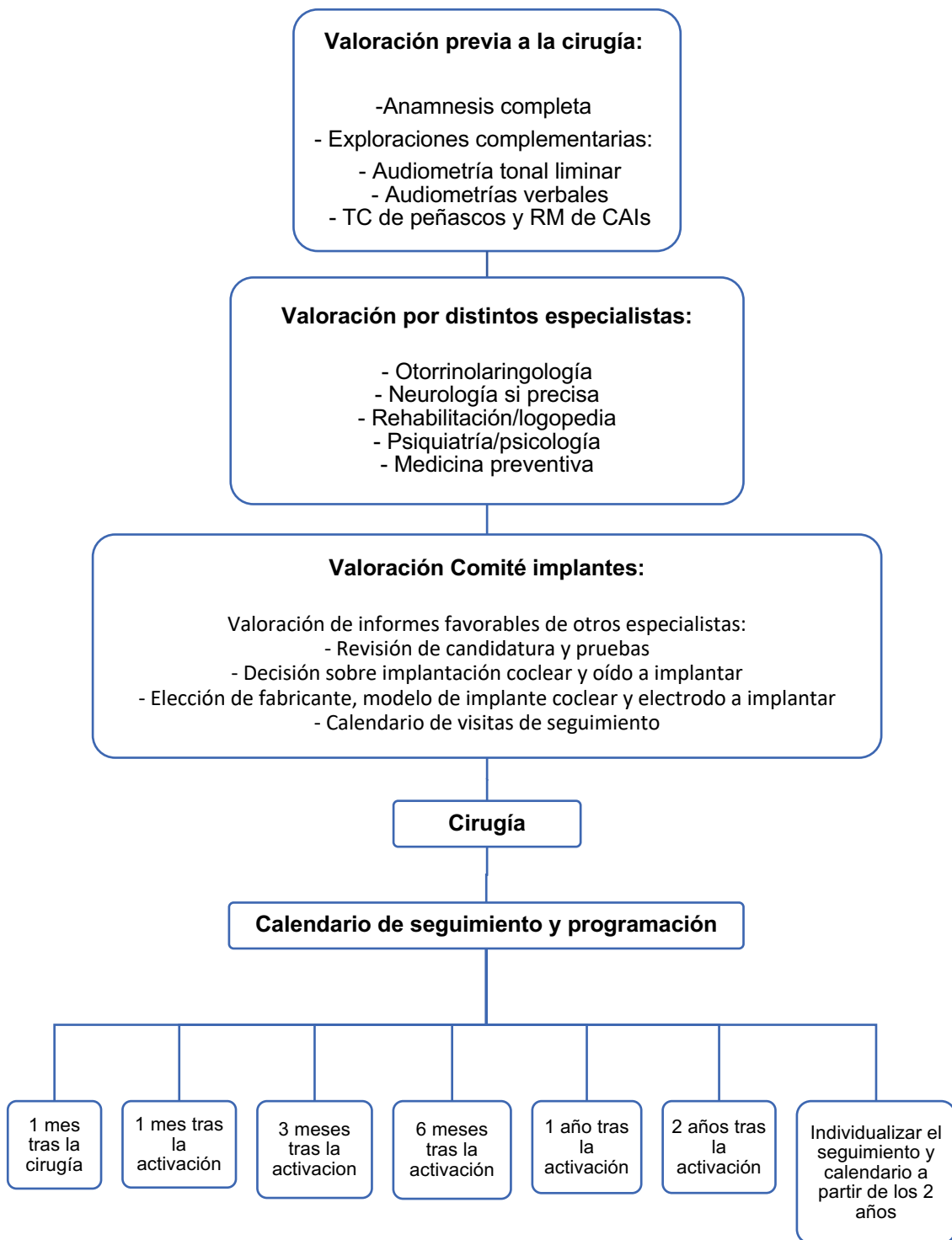


Figura 58. Algoritmo resumen del protocolo hospitalario de diagnóstico y seguimiento de pacientes adultos portadores de implante coclear unilateral.

Perspectiva de futuro

La telemedicina consiste en la aplicación de la tecnología para proporcionar servicios sanitarios a distancia con el fin de suministrar servicios educativos, preventivos, de diagnóstico e intervención y permitir una adecuada relación médico-paciente (171).

En el campo de la audiolología actualmente, y sobre todo a raíz de la situación de pandemia por la COVID-19, la telemedicina ha demostrado utilidad en el asesoramiento audiológico, educación y entrenamiento de pacientes con hipoacusia, incluso la realización de algunos test diagnósticos planteando como una posibilidad real de cara el futuro cercano la programación remota de audífonos e implantes cocleares (172–175).

Se han publicado diversos artículos comparando la programación y ajuste de dispositivos de manera presencial y la realizada mediante teleaudiología, y como conclusión en gran parte de estos estudios, no se establecieron diferencias significativas, siendo una opción segura, eficaz y factible para su realización en los centros implantadores, casas de audífonos y unidades de audiolología (176).

De todas formas, se requieren más estudios ya que algunos autores aún consideran que hay diferencias a nivel de los valores de MCL, o que requiere una formación muy específica para poder resultar fiable (177).

En 2017 la FDA (178) estableció la posibilidad de cara al futuro de que un audiólogo especializado programara los implantes cocleares de forma remota, lo que mejoraría la carga de pacientes en consultas y supondría una mejora en la calidad de vida de los mismos.

De esta forma, tras la estabilización de los parámetros subjetivos de programación a los 2 años, el seguimiento remoto mediante visitas virtuales podría suponer mejoría en los resultados auditivos y de calidad de vida y así

aliviar la carga asistencial al disminuir las sesiones de programación presenciales.

Otra línea de trabajo interesante, y en la que deberían ir los estudios que se diseñen en el futuro es hacia el llamado seguimiento dirigido por el paciente (*patient-led follow up*), en el que el propio paciente es quien solicita visita cuando lo considerara necesario, desarrollando los signos ante los cuales el paciente debería solicitar visita tal como se explica en el diseño de protocolo propuesto.

Con respecto a esto, los pacientes deben poseer herramientas para autoevaluar la necesidad de un seguimiento más estrecho, y una buena manera de valorarlo sería mediante cuestionarios adaptados. En un artículo publicado por Howe (179), el 89% de los pacientes encuestados mostró unos resultados de audiometría y pruebas de percepción del habla similares o incluso mejores que en revisiones anteriores.

Otros autores como Cullington (180) proponen que un enfoque dual integrado por un cuestionario autoevaluativo y un test objetivo de reconocimiento del habla podría tener una mayor sensibilidad. En concreto, el test vía online que sugiere es el DTT (Digit triplet test), una prueba de reconocimiento de voz que utiliza combinaciones habladas de tres dígitos, presentadas sobre un fondo con ruido, con resultados que orientan hacia la utilidad de este método, aunque las aún está por determinar la sensibilidad y especificidad aún no estaban claras.

No cabe olvidar que no todos los pacientes implantados podrán ser candidatos a este tipo de seguimiento basado en el propio criterio del paciente. Pacientes con enfermedades degenerativas de la vía auditiva, pacientes de edad avanzada o aquellos que tengan dificultades tecnológicas o falta de acceso a estos recursos, incluso pacientes con deterioro cognitivo, pluripatológicos o con un mal control o autopercepción de la hipoacusia no serán candidatos a este tipo de seguimiento. En estos casos, se continuaría con las revisiones anuales sistemáticas presenciales.

Tanto el desarrollo de la telemedicina como de test objetivos en domicilio, realizar cuestionarios fiables y detallar correctamente los signos de alarma forman parte de las líneas de investigación a futuro que conforman una interesantísima visión de la audiolología, y que permitirán una mejora de la calidad de vida de los pacientes, así como una herramienta coste-efectiva y segura para el equipo encargado del seguimiento de estos pacientes (181–183).

CONCLUSIONES

1. El tiempo de estabilización del umbral de confort (MCL), umbral auditivo (THR) y rango dinámico (DR) se alcanza en la visita de control a los 2 años de realización de la cirugía de implante coclear. La estabilidad de la impedancia se alcanza, en los electrodos medios, a los 3 meses de la cirugía. Para los electrodos apicales la estabilidad se alcanza a los 6 meses. En electrodos basales, los valores de impedancia, no sufren cambios significativos entre visitas hasta los 5 años, por lo tanto, hay estabilidad desde el principio del seguimiento.
2. Entre los factores que retrasan el tiempo de estabilización de MCL se encuentran el inicio de la hipoacusia a edad más temprana, la edad de cirugía igual o mayor a 60 años, el umbral tonal preoperatorio en oído implantado ≥ 110 dB, la profundidad del umbral tonal preoperatorio en oído contralateral, la ausencia de uso de audioprótesis previa a la cirugía tanto en oído implantado como contralateral, y la técnica quirúrgica de inserción del electrodo a través de cocleostomía.
3. Entre los factores que retrasan el tiempo de estabilización de THR se encuentran la edad de cirugía igual o mayor a 60 años, el umbral tonal preoperatorio en oído implantado ≥ 110 dB, la reciente estabilización de la hipoacusia en un periodo previo a la cirugía de 2 años o menor, y la técnica quirúrgica de inserción del electrodo a través de cocleostomía.
4. Entre los factores que ocasionan valores absolutos más altos de impedancia, y que se relacionan con un mayor aumento de las impedancias en electrodos basales se encuentran la edad de cirugía igual o mayor a 60 años, el umbral tonal preoperatorio en oído implantado ≥ 110 dB y la técnica quirúrgica de inserción del electrodo a través de cocleostomía.
5. En cuanto a la correlación entre MCL y THR y los resultados audiométricos, a los 3 años de seguimiento, valores más elevados de los parámetros MCL y THR en electrodos basales, medios y apicales implican peores umbrales audiométricos en campo libre y un valor más alto del

MCL en electrodos basales está correlacionado negativamente con el resultado audiométrico verbal en el test de frases.

6. MCL, THR tienen correlación durante todo el seguimiento, en cada una de las visitas y tanto en electrodos basales, medios como apicales. En electrodos medios, aparece una correlación débil entre MCL e impedancia hasta los 3 meses post-implantación. En electrodos apicales, al inicio de las visitas, hay una débil correlación entre MCL e impedancia hasta el año tras la cirugía.

7. A partir de los resultados obtenidos en el presente trabajo, se puede establecer que, tras los 2 años post-implantación, tanto los valores de MCL y THR como de impedancias están estabilizados y por tanto, el protocolo hospitalario de seguimiento de los pacientes implantados puede contemplar la realización de visitas de seguimiento exclusivamente clínico, ajustando los parámetros de programación únicamente en caso de incidencias o en los grupos de pacientes mencionados en los puntos anteriores.

BIBLIOGRAFÍA

1. Buchman CA, Gifford RH, Haynes DS, Lenarz T, O'Donoghue G, Adunka O, et al. Unilateral cochlear implants for severe, profound, or moderate sloping to profound bilateral sensorineural hearing loss a systematic review and consensus statements. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2020;146(10):942–53.
2. Eshraghi AA, Nazarian R, Telischi FF, Rajguru SM, Truy E, Gupta C. The cochlear implant: historical aspects and future prospects. *Anat Rec.* 2012 Nov;295(11):1967–80.
3. Naples JG, Ruckenstein MJ. Cochlear Implant. *Otolaryngol Clin North Am.* 2020 Feb;53(1):87–102.
4. Lenarz T. Cochlear implant - state of the art. *GMS Curr Top Otorhinolaryngol Head Neck Surg.* 2017;16:Doc04.
5. WHO. World Report On Hearing. World Health Organization. Geneva; 2021.
6. De Raeve L, Archbold S, Lehnhardt-Gorjany M, Kemp T. Prevalence of cochlear implants in Europe: trend between 2010 and 2016. *Cochlear Implants Int.* 2020;21(5):275–80.
7. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. National Institutes of Health. National Institute on Deafness and Other Communication Disorders US. Cochlear Implants (NIDCD Fact Sheet Hearing and Balance) [Internet]. NIH Publication No. 00-4798. 2021. Available from: <https://www.nidcd.nih.gov/health/cochlear-implants>
8. Centros Implantadores en España. Federación de Asociaciones de Implantados Cocleares de España [Internet]. implantecoclear.org. 2020 [cited 2022 Oct 11]. Available from: http://implantecoclear.org/index.php?option=com_weblinks&view=categories&Itemid=48
9. Theriou C, Fielden CA, Kitterick PT. The Cost-Effectiveness of Bimodal Stimulation Compared to Unilateral and Bilateral Cochlear Implant Use in Adults with Bilateral Severe to Profound Deafness. *Ear Hear.* 2019;40(6):1425–36.
10. Laske RD, Dreyfuss M, Stulman A, Veraguth D, Huber AM, Rösli C. Age Dependent Cost-Effectiveness of Cochlear Implantation in Adults. Is There an Age Related Cut-off? *Otology and Neurotology.* 2019;40(7):892–9.

11. Cutler H, Gumbie M, Olin E, Parkinson B, Bowman R, Quadri H, et al. The cost-effectiveness of unilateral cochlear implants in UK adults. *European Journal of Health Economics*. 2022;23(5):763–79.
12. Thum C, Lenarz T, Lesinski-Schiedat A, Fleßa S. Lifetime cost of unilateral cochlear implants in adults: a Monte Carlo simulation. *European Journal of Health Economics*. 2020;21(6):963–75.
13. Gumbie M, Olin E, Parkinson B, Bowman R, Cutler H. The cost-effectiveness of Cochlear implants in Swedish adults. *BMC Health Serv Res*. 2021;21(1):1–14.
14. Neve OM, Boerman JA, Van Den Hout WB, Briaire JJ, Van Benthem PPG, Frijns JHM. Cost-benefit Analysis of Cochlear Implants: A Societal Perspective. *Ear Hear*. 2021;0(Ci):1338–50.
15. Sturm JJ, Vicario-Quiñones F, Shavit SS, Lalwani AK. Is Unilateral Cochlear Implantation Cost-Effective for the Treatment of Bilateral Sensorineural Hearing Loss? *Laryngoscope*. 2021;131(3):460–1.
16. Sataloff R, Sataloff J. *Hearing Loss*. 4th ed. Taylor & Francis; 2005.
17. Moller RA. *Hearing: anatomy, physiology, and disorders of the auditory system*. 2nd ed. Elsevier Inc; 2006.
18. Wang DT, Ramakrishnaiah R, Kanfi A. Sensorineural Hearing Loss Through the Ages. *Semin Roentgenol*. 2019;54(3):207–14.
19. Hood LJ. Auditory Neuropathy / Auditory Synaptopathy. *Otolaryngol Clin North Am*. 2021;54:1093–100.
20. Nixon GK, Sarant JZ, Tomlin D. Peripheral and central hearing impairment and their relationship with cognition: a review. *Int J Audiol*. 2019;58(9):1–12.
21. Bureau International de Phonoaudiologie (BIAP). Clasificación audiométrica de las deficiencias auditivas. 1997;1–29.
22. Allen P, Eddins D. Presbycusis phenotypes form a heterogeneous continuum when ordered by degree and configuration of hearing loss. *Hear Res*. 2010;264(1–2):10–20.
23. Cruickshanks KJ, Wiley TL, Tweed TS, Klein BE, Klein R, Mares-Perlman JA, et al. Prevalence of hearing loss in older adults in Beaver Dam, Wisconsin. The Epidemiology of Hearing Loss Study. *Am J Epidemiol*. 1998 Nov;148(9):879–86.

24. Agrawal Y, Platz E a, Niparko JK. Prevalence of Hearing Loss and Differences by Demographic Characteristics Among US Adults. *Arch Intern Med.* 2008;168(14):1522–30.
25. Demeester K, van Wieringen A, Hendrickx J jaap, Topsakal V, Fransen E, van Laer L, et al. Audiometric shape and presbycusis. *Int J Audiol.* 2009 Apr;48(4):222–32.
26. OMS. Nota descriptiva: Sordera y pérdida de la audición. Organización Mundial de la Salud.
27. Flint PW, Haughey B, Lund V, Niparko J, Robbins T, Thomas R, et al. *Cummings Otolaryngology Head and Neck Surgery.* 6th ed. Elsevier Saunders; 2015.
28. Bratt, Gene; Campbell K; et als. *Audiology Clinical Practice Algorithms and Statements.* *Audiology Today.* 2000;(Special Issue):32–49.
29. Sanna M, Free R, Merkus P, Falcioni Ma. *Surgery for Cochlear and Other Auditory Implants.* Thieme; 2016.
30. Djourno A, Eyries C, Vallancien P. Preliminary attempts of electrical excitation of the auditory nerve in man, by permanently inserted micro-apparatus. *Bull Acad Natl Med.* 1957 Jun;141(21–23):481–3.
31. Møller AR. History of cochlear implants and auditory brainstem implants. *Adv Otorhinolaryngol.* 2006;64:1–10.
32. Simmons FB, Mongeon CJ, Lewis WR, Huntington DA. Electrical stimulation of acoustical nerve and inferior colliculus. *Arch Otolaryngol.* 1964 Jun;79:559–68.
33. House WF, Urban J. Long term results of electrode implantation and electronic stimulation of the cochlea in man. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1973;82(4):504–17.
34. Wilson BS, Dorman MF. Cochlear implants: a remarkable past and a brilliant future. *Hear Res.* 2008 Aug;242(1–2):3–21.
35. Clark GM, Tong YC, Martin LF, Busby PA. A multiple-channel cochlear implant. An evaluation using an open-set word test. *Acta Otolaryngol.* 1981;91(3–4):173–5.
36. Bosch J, Colomina R. Cuatro años de experiencia en implantes cocleares. *Acta Otorrinolaringol Esp.* 1982;33(XI Congreso):400–4.

37. Moya JL, Alonso TS. Medio siglo de Historia de la Sociedad Española de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial. Cervico-Facial SE de O y P, editor. Madrid: Editorial Garsi; 1999. 522 p.
38. Zamora J. De primeras veces y de múltiples peticiones. Integración. 2013;68:31–2.
39. Simmons B, Simmons B. El implante coclear multicanal español. Integración. 2014;70:16–20.
40. Clark GM. Research advances for cochlear implants. Auris Nasus Larynx. 1998;25(1):73–87.
41. Manrique M, Marco Algarra J. Audiología. Ponencia Oficial de la Sociedad Española de Otorrinolaringología y Patología Cervico-Facial. SEORL PCF; 2014.
42. Arnoldner C, Riss D, Baumgartner WD, Kaider A, Hamzavi JS. Cochlear implant channel separation and its influence on speech perception - Implications for a new electrode design. Audiology and Neurotology. 2007;12(5):313–24.
43. Hochmair I, Nopp P, Jolly C, Schmidt M, Schöber H, Garnham C, et al. MED-EL Cochlear Implants: State of the Art and a Glimpse into the Future. Trends Amplif. 2006;10(4):201–19.
44. Osberger MJ, Quick A, Arnold L, Boyle P. Music benefits with HiRes Fidelity 120® sound processing. Cochlear Implants Int. 2010 Jun;11 Suppl 1:351–4.
45. Castilho AM, Pauna HF, Fernandes FL, Bonhin RG, Guimarães AC, de Melo TM, et al. HiFocus Helix™ electrode insertion: surgical approach. BMC Res Notes. 2015 Jul;8:304.
46. Mauger SJ, Jones M, Nel E, Del Dot J. Clinical outcomes with the Kanso™ off-the-ear cochlear implant sound processor. Int J Audiol. 2017 Apr;56(4):267–76.
47. Mauger SJ, Warren CD, Knight MR, Goorevich M, Nel E. Clinical evaluation of the Nucleus 6 cochlear implant system: performance improvements with SmartSound iQ. Int J Audiol. 2014 Aug;53(8):564–76.
48. Shapiro WH, Bradham TS. Cochlear implant programming. Otolaryngol Clin North Am. 2012;45(1):111–27.

49. Helms J, Müller J, Schön F, Moser L, Arnold W, Janssen T, et al. Evaluation of Performance with the COMBI 40 Cochlear Implant in Adults: A Multicentric Clinical Study. *ORL Journal Otorhinolaryngology and Related Specialties*. 1997;59(1):23–35.
50. Helbig S, Helbig M, Leinung M, Stover T, Baumann U, Rader T. Hearing Preservation and Improved Speech Perception With a Flexible 28-mm Electrode. *Otology and Neurotology*. 2015;36(1):34–42.
51. Mick P, Amoodi H, Shipp D, Friesen L, Symons S, Lin V, et al. Hearing preservation with full insertion of the FLEXsoft electrode. *Otology and Neurotology*. 2014;35(1):40–4.
52. Seebens Y, Diller G. Improvements in speech perception after the upgrade from the TEMPO+ to the OPUS 2 audio processor. *Orl*. 2012;74(1):6–11.
53. Mueller J, Baumgartner WD, Godey B, Freijd A, Harris S, Helbig S, et al. The MED-EL SONATATI100 cochlear implant: An evaluation of its safety in adults and children. *Acta Otolaryngol*. 2011;131(5):504–11.
54. Zeng FG. Trends in Cochlear Implants. *Trends Amplif*. 2004;8(1):1–34.
55. Instituto Mexicano del Seguro Social. Guía de práctica clínica. Hipoacusia neurosensorial bilateral e implante coclear. 2010. 77 p.
56. Nice. Cochlear implants for children and adults with severe to profound deafness. *NICE Technol Apprais Guid 166*. 2009;(August 2008):1–41.
57. Manrique M, Zubicaray J, de erenchun R, Huarte A, Manrique M. Guía clínica para la indicación de implantes cocleares en la Comunidad Foral de Navarra. *An Sist Sanit Navar*. 2015;38(2):289–96.
58. Manrique M, Ramos A, Morera C, Cenjor C, Lavilla MJ, Boleas MS, et al. Evaluación del implante coclear como técnica de tratamiento de la hipoacusia profunda en pacientes pre y post locutivos. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2006;57(1):2–23.
59. Estrada MD, Benítez D, Clarós P, Clavería MA, Orús C, Pujol M^a del C. Evaluación de los Implantes Cocleares bilaterales en niños. Criterios de indicación de los implantes cocleares en niños y adultos. 2011;55.
60. Manrique M, Ramos Á, de Paula Vernetta C, Gil-Carcedo E, Lassaletta L, Sanchez-Cuadrado I, et al. Guideline on cochlear implants. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2019;70(1):47–54.

61. Stuermer K, Winter T, Nachtsheim L, Klussmann JP, Luers JC. Round window accessibility during cochlear implantation. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2021;278(2):363–70.
62. Richard C, Fayad JN, Doherty J, Linthicum FHJ. Round window versus cochleostomy technique in cochlear implantation: histologic findings. *Otology & Neurotology*. 2012 Sep;33(7):1181–7.
63. Elafandi H, Khalifa MA, Elguindy AS. Cochlear implantation outcomes with round window electrode insertion versus cochleostomy insertion. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2020;138(August):110272.
64. Pfungst BE, Hughes AP, Colesa DJ, Watts MM, Strahl SB, Raphael Y. Insertion trauma and recovery of function after cochlear implantation: Evidence from objective functional measures. *Hear Res*. 2015;330:98–105.
65. Addams-Williams J, Munaweera L, Coleman B, Shepherd R, Backhouse S. Cochlear implant electrode insertion: in defence of cochleostomy and factors against the round window membrane approach. *Cochlear Implants Int*. 2011;12 Suppl 2.
66. Cheng X, Wang B, Liu Y, Yuan Y, Shu Y, Chen B. Comparable electrode impedance and speech perception at 12 months after cochlear implantation using round window versus cochleostomy: An analysis of 40 patients. *Orl*. 2018;80(5–6):248–58.
67. Hamerschmidt R, Schuch LH, Rezende RK, Wiemes GRM, de Oliveira AKP, Mocellin M. A comparison between neural response telemetry via cochleostomy or the round window approach in cochlear implantation. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2012;78(4):71–5.
68. Zhu Z, Tang Q, Zeng FG, Guan T, Ye D. Cochlear-implant spatial selectivity with monopolar, bipolar and tripolar stimulation. *Hear Res*. 2012;283(1–2):45–58.
69. Messersmith JJ, Entwisle L, Warren S, Scott M. Clinical practice guidelines: Cochlear implants. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2019.
70. Sainz M, Torre A de la, Roldan C, Ruiz J, Vargas J. Analysis of programming maps and its application for balancing multichannel cochlear implants. *Internations Journal of Audiology*. 2003;42:43–51.

71. Wolfe J, Schafer E. Programming Cochlear Implants. A volume in the Core Clinical Concepts in the Audiology Series. 2nd ed. Plural Publishing Inc; 2015.
72. Boyd PJ. Effects of programming threshold and maplaw settings on acoustic thresholds and speech discrimination with the MED-EL COMBI 40+ cochlear implant. *Ear Hear.* 2006;27(6):608–18.
73. Spahr AJ, Dorman MF. Effects of minimum stimulation settings for the Med El Tempo+ speech processor on speech understanding. *Ear Hear.* 2005;26(4 SUPPL.):2–6.
74. Holden LK, Reeder RM, Firszt JB, Finley CC. Optimizing the perception of soft speech and speech in noise with the Advanced Bionics cochlear implant system. *Int J Audiol.* 2011;50(4):255–69.
75. Brickley G, Boyd P, Wyllie F, O'Driscoll M, Webster D, Nopp P. Investigations into electrically evoked stapedius reflex measures and subjective loudness percepts in the MED-EL COMBI 40+ cochlear implant. *Cochlear Implants Int.* 2005 Mar;6(1):31–42.
76. Cambron N. Programming Cochlear Implants. *Int J Audiol.* 2011;50(8):539–539.
77. Hughes M, Michelle L, Vander Werff K, Brown C. A longitudinal study of electrode impedance, the electrically evoked compound action potential, and behavioral measures in nucleus 24 cochlear implant users. *Ear Hear.* 2001;22(6):471–86.
78. Zeng FG, Rebscher S, Harrison W, Sun X, Feng H. Cochlear Implants: System Design, Integration, and Evaluation. *IEEE Rev Biomed Eng.* 2008;1:115–42.
79. Sanderson AP, Rogers ETF, Verschuur CA, Newman TA. Exploiting routine clinical measures to inform strategies for better hearing performance in cochlear implant users. *Front Neurosci.* 2019;13:1048.
80. Gajadeera EA, Galvin KL, Dowell RC, Busby PA. Investigation of Electrical Stimulation Levels Over 8 to 10 Years Postimplantation for a Large Cohort of Adults Using Cochlear Implants. *Ear Hear.* 2017;38(6):736–45.
81. Vargas JL, Sainz M, Roldan C, Alvarez I, de la Torre A. Long-term evolution of the electrical stimulation levels for cochlear implant patients. *Clin Exp Otorhinolaryngol.* 2012;5(4):194–200.

82. Henkin Y, Kaplan-Neeman R, Muchnik C, Kronenberg J, Hildesheimer M. Changes over time in electrical stimulation levels and electrode impedance values in children using the Nucleus 24M cochlear implant. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2003;67(8):873–80.
83. Leone C, Mosca F. Temporal changes in impedance of implanted adults for various cochlear segments. *Acta Otorhinolaryngologica Italica.* 2017;37(4):312–9.
84. Mosca F, Grassia R, Leone C. Longitudinal variations in fitting parameters for adult cochlear implant recipients. *Acta Otorhinolaryngologica Italica.* 2014;34(2):111–6.
85. Trosman S, Matusik DK, Ferro L, Gao W, Saadia-Redleaf M. Presbycusis Occurs After Cochlear Implantation Also. *Otology & Neurotology.* 2012;33(9):1543–8.
86. Greisiger R, Shallop JK, Hol PK, Elle OJ, Eigner G, Greisiger R, et al. Cochlear implantees : Analysis of behavioral and objective measures for a clinical population of various age groups. *Cochlear Implants Int.* 2015;16(S4).
87. Ruiz Gómez M. Potenciales del tronco cerebral evocados mediante estimulación eléctrica en pacientes con implante coclear. Universidad de Granada,; 2002.
88. Gu P, Jiang Y, Gao X, Huang S, Yuan Y, Wang G, et al. Effects of cochlear implant surgical technique on post-operative electrode impedance. *Acta Otolaryngol.* 2016;136(7):677–81.
89. El Shennawy AM, Mashaly MM, Shabana MI, Sheta SM. Telemetry changes over time in cochlear implant patients. *Hearing Balance Commun.* 2015;13(1):24–31.
90. Vaerenberg B, Smits C, De Ceulaer G, Zir E, Harman S, Jaspers N, et al. Cochlear implant programming: A global survey on the state of the art. *The Scientific World Journal.* 2014;2014(November 2013).
91. Cárdenas MR de, Aguiar VM. Cuaderno de logaudiometría. Universidad Nacional de Educación a Distancia – UNED; 1994.
92. Baumann U, Stöver T, Weißgerber T. Device profile of the MED-EL Cochlear Implant System for hearing loss: overview of its safety and efficacy. *Expert Rev Med Devices.* 2020;0(0).

93. Tubishi K, Al-Qasam H, Qubilat AR, Assaf S, Sarhan M, Roud S, et al. Electrode Impedance among Children Using the Combi-40 + Medel Cochlear Implant. *Jrms*. 2011;18(4):33–7.
94. Huarte A, Molina M, Manrique M. Protocolo para la valoración de la audición y el lenguaje, en lengua española, en un programa de implantes cocleares. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 1996;47(supl 1).
95. Wesarg T, Battmer RD, Garrido LC, Dillier N, Garcia-Ibez L, Hey M, et al. Effect of changing pulse rate on profile parameters of perceptual thresholds and loudness comfort levels and relation to ECAP thresholds in recipients of the Nucleus CI24RE device. *Int J Audiol*. 2010;49(10):775–87.
96. Molisz A, Zarowski A, Vermeiren A, Theunen T, De Coninck L, Siebert J, et al. Postimplantation changes of electrophysiological parameters in patients with cochlear implants. *Audiology and Neurotology*. 2015;20(4):222–8.
97. Henkin, Y., Kaplan-neeman, R., Muchnik, C., Kronenberg, J., & Hildesheimer M. Changes over time in the psycho-electric parameters in children with cochlear implants. *Int J Audiol*. 2003;42:274–8.
98. Schmidt M, Griesser A. Long-term stability of fitting parameters with the COMBI 40. *Am J Otol*. 1997 Nov;18(6 Suppl):S109—10.
99. Zarowski A, Molisz A, de Coninck L, Vermeiren A, Theunen T, Theuwis L, et al. Influence of the pre- or postlingual status of cochlear implant recipients on behavioural T/C-levels. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* [Internet]. 2020;131(January):109867. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2020.109867>
100. Firszt JB, Holden LK, Reeder RM, Cowdrey L, King S. Cochlear implantation in adults with asymmetric hearing loss. *Ear Hear*. 2012;33(4):521–33.
101. Birman CS, Sanli H. Cochlear Implant Outcomes in Patients with Severe Compared with Profound Hearing Loss. *Otology and Neurotology*. 2020;41(4):e458–63.
102. Fu QJ, Shannon R V. Effects of amplitude nonlinearity on phoneme recognition by cochlear implant users and normal-hearing listeners. *J Acoust Soc Am*. 1998;104(5):2570–7.

103. Santarelli R, De Filippi R, Genovese E, Arslan E. Cochlear implantation outcome in prelingually deafened young adults: A speech perception study. *Audiology and Neurotology*. 2008;13(4):257–65.
104. Labadie RF, Carrasco VN, Gilmer CH, Harold C. Pillsbury III. Cochlear Implant Performance in Senior Citizens. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*. 2000;123(4):419–24.
105. Yang S ming, Li J nan, Ji F, Chen A ting, Hong M di, Dai P, et al. Preliminary clinical research of cochlear implantation in elderly and pre-elderly patients with profound hearing loss. *Chinese journal of otorhinolaryngology head and neck surgery*. 2010 Oct;45(10):812—817.
106. Pedley K, Psarros C, Gardner-Berry K, Parker A, Purdy SC, Dawson P, et al. Evaluation of NRT and behavioral measures for MAPping elderly cochlear implant users. *Int J Audiol*. 2007;46(5):254–62.
107. Skidmore J, Carter BL, Riggs WJ, He S. The Effect of Advanced Age on the Electrode-Neuron Interface in Cochlear Implant Users. *Ear Hear*. 2022;43(4).
108. Carlson ML, Breen JT, Gifford RH, Driscoll CLW, Neff BA, Beatty CW, et al. Cochlear implantation in the octogenarian and nonagenarian. *Otology and Neurotology*. 2010;31(8):1343–9.
109. Tamblay Na, Jofré D, Meléndez C, Valdés M, Bahamondes J. Guía Clínica Hipoacusia Bilateral en Personas de 65 años y más que requieren uso de Audífono. Ministerio de Salud, Gobierno de Chile. Serie Guías Clínicas MINSAL. 2013.
110. Sprinzi GM, Riechelmann H. Current trends in treating hearing loss in elderly people: A review of the technology and treatment options - A mini-review. *Gerontology*. 2010;56(3):351–8.
111. Marx M, Mosnier I, Belmin J, Wyss J, Coudert-Koall C, Ramos A, et al. Healthy aging in elderly cochlear implant recipients: A multinational observational study. *BMC Geriatr*. 2020;20(1):1–9.
112. Skarzynski PH, Olszewski L, Lorens A, Wlodarczyk AW, Skarzynski H. Cochlear implantation in the elderly. *Audiology and Neurotology*. 2014;19(suppl 1):33–5.
113. Roberts DS, Lin HW, Herrmann BS, Lee DJ. Differential cochlear implant outcomes in older adults. *Laryngoscope*. 2013;123(8):1952–6.

114. Rohloff K, Koopmann M, Weiß D, Rudack C, Savvas E. Cochlear implantation in the elderly: Does age matter? *Otology and Neurotology*. 2017;38(1):54–9.
115. Martin JS, Jerger JF. Some effects of aging on central auditory processing. *J Rehabil Res Dev*. 2005;42(4 SUPPL. 2):25–44.
116. Giourgas A, Durisin M, Lesinski-Schiedat A, Illg A, Lenarz T. Auditory performance in a group of elderly patients after cochlear implantation. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2021;278(11):4295–303.
117. Bourn SS, Goldstein MR, Morris SA, Jacob A. Cochlear implant outcomes in the very elderly. *American Journal of Otolaryngology - Head and Neck Medicine and Surgery*. 2022;43(1):103200.
118. Bourn S, Goldstein MR, Jacob A. Hearing Preservation in Elderly Cochlear Implant Recipients. *Otology and Neurotology*. 2020;41(5):618–24.
119. Hilly O, Hwang E, Smith L, Shipp D, Nedzelski JM, Chen JM, et al. Cochlear implantation in elderly patients: Stability of outcome over time. *Journal of Laryngology and Otology*. 2016;130(8):706–11.
120. Chatelin V, Kim EJ, Driscoll C, Larky J, Polite C, Price L, et al. Cochlear Implant Outcomes in the Elderly. *Otology & Neurotology*. 2004;25:298–301.
121. Hast A, Schlücker L, Digeser F, Liebscher T, Hoppe U. Speech perception of elderly cochlear implant users under different noise conditions. *Otology and Neurotology*. 2015;36(10):1638–43.
122. Mancini P, Dincer D'Alessandro H, Portanova G, Atturo F, Russo FY, Greco A, et al. Bimodal cochlear implantation in elderly patients. *Int J Audiol*. 2021;60(6):469–78.
123. Patel R, McKinnon BJ. Hearing Loss in the Elderly. *Clin Geriatr Med*. 2018 May;34(2):163–74.
124. Darwich NF, Hwa TP, Ruckenstein MJ. Do Patients With Dementia Benefit From Cochlear Implantation? *Laryngoscope*. 2021;131(9):1923–4.
125. Kawano A, Seldon HL, Clark GM, Ramsden RT, Raine CH. Intracochlear factors contributing to psychophysical percepts following cochlear implantation. *Acta Otolaryngol*. 1998;118(3):313–26.
126. Havenith S, Lammers MJW, Tange RA, Trabalzini F, Della Volpe A, Van Der Heijden GJMG, et al. Hearing preservation surgery: Cochleostomy or

- round window approach? A systematic review. *Otology and Neurotology*. 2013;34(4):667–74.
127. Rajput M, Nilakantan A. Functional Outcomes in Cochleostomy and Round Window Insertion Technique: Difference or No Difference? *Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery*. 2019;71:1615–20.
 128. Vaerenberg B, Smits C, De Ceulaer G, Zir E, Harman S, Jaspers N, et al. Cochlear implant programming: A global survey on the state of the art. *The Scientific World Journal*. 2014;2014(February).
 129. Cheng YS, Svirsky MA. Meta-Analysis—Correlation between Spiral Ganglion Cell Counts and Speech Perception with a Cochlear Implant. *Audiol Res*. 2021;11(2):220–6.
 130. Khan AM, Handzel O, Burgess BJ, Damian D, Eddington DK, Nadol JB. Is word recognition correlated with the number of surviving spiral ganglion. Cells and electrode insertion depth in human subjects with cochlear implants? *Laryngoscope*. 2005;115(4):672–7.
 131. Shearer AE, Eppsteiner RW, Frees K, Tejani V, Heggen CMS, Brown C, et al. Genetic Variants in the Peripheral Auditory System Significantly Affect Adult Cochlear Implant Performance. *Hear Res*. 2017;348:138–42.
 132. Millar DA, Hillman TA, Shelton C. Implantation of the ossified cochlea: Management with the split electrode array. *Laryngoscope*. 2005;115(12):2155–60.
 133. Silveira ARO. Long-Term Results of the Cochlear Implant in Patients with Otosclerosis. *Journal of Otolaryngology-ENT Research*. 2017;9(4):4–11.
 134. Sainz M, Garcia-Valdecasas J, Ballesteros JM. Complications and Pitfalls of Cochlear Implantation in Otosclerosis: a 6 year follow-up cohort study. *Otology & Neurotology*. 2009;30(8):1044–8.
 135. Lam CM, Cornwall HL, Chaudhry A, Muzaffar J, Bance M, Monksfield P. Cochlear Implant Outcomes in Patients With Otosclerosis: A Systematic Review. *Otology Neurotology*. 2022;43(7):734–41.
 136. Geier LL, Norton SJ. The effects of limiting the number of nucleus 22 cochlear implant electrodes programmed on speech perception. Vol. 13, *Ear and Hearing*. 1992. p. 340–8.

137. Marsh MA, Coker NJ, Jenkins HA. Temporal bone histopathology of a patient with a nucleus 22-channel cochlear implant. *Am J Otol.* 1992 May;13(3):241–8.
138. Henkin Y, Kaplan-Neeman R, Kronenberg J, Migirov L, Hildesheimer M, Muchnik C. A longitudinal study of electrical stimulation levels and electrode impedance in children using the Clarion cochlear implant. *Acta Otolaryngol.* 2006;126(6):581–6.
139. Cuda D, Murri A. Assessment of cochlear trauma and telemetry measures after cochlear implantation: A comparative study between Nucleus® CI512 and CI532 electrode arrays. *Audiol Res.* 2019;9(1):223.
140. Honda K, Yukawa K, Shiroma M, Yamanaka N, Kumakawa K, Kawano J, et al. Factors contributing to phoneme recognition ability of users of the 22-channel cochlear implant system. *Annals of Otolology, Rhinology & Laryngology.* 1992;101(1):32–7.
141. Adunka OF, Dillon MT, Adunka MC, King ER, Pillsbury HC, Buchman CA. Cochleostomy versus round window insertions: Influence on functional outcomes in electric-acoustic stimulation of the auditory system. *Otology and Neurotology.* 2014;35(4):613–8.
142. Fayed EA, Zaghloul HS, Morgan AE. Electrode impedance changes over time in MED EI cochlear implant children recipients: Relation to stimulation levels and behavioral measures. *Cochlear Implants Int.* 2020 Jul;21(4):192–7.
143. Fayad JN, Makarem AO, Linthicum FHJ. Histopathologic assessment of fibrosis and new bone formation in implanted human temporal bones using 3D reconstruction. *Otolaryngology head and neck surgery.* 2009 Aug;141(2):247–52.
144. Li P, Somdas MA, Eddington DK, Nadol JB. Analysis of intracochlear new bone and fibrous tissue formation in human subjects with cochlear implants. *Annals of Otolology, Rhinology and Laryngology.* 2007;116(10):731–8.
145. Neuburger J, Lenarz T, Lesinski-Schiedat A, Bchner A. Spontaneous increases in impedance following cochlear implantation: Suspected causes and management. *Int J Audiol.* 2009;48(5):233–9.

146. Velandia S, Martinez D, Goncalves S, Pena S, Bas E, Ein L, et al. Effect of age, electrode array, and time on cochlear implant impedances. *Cochlear Implants Int.* 2020;0(0):344–52.
147. Varani J, Dame MK, Rittie L, Fligiel SEG, Kang S, Fisher GJ, et al. Decreased collagen production in chronologically aged skin: Roles of age-dependent alteration in fibroblast function and defective mechanical stimulation. *American Journal of Pathology.* 2006;168(6):1861–8.
148. Varani J. Fibroblast aging: Intrinsic and extrinsic factors. *Drug Discov Today Ther Strateg.* 2010;7(3–4):65–70.
149. Yan C, Li G, Hong L, Gang L, Rui Q. A new protocol for extraction of C0t-1 DNA from rice. *Afr J Biotechnol.* 2010;9(28):4482–5.
150. Holder JT, Kessler DM, Noble JH, Gifford RH, Labadie RF. Prevalence of extracochlear electrodes: Computerized tomography scans, cochlear implant maps, and operative reports. *Otology and Neurotology.* 2018 Jun 1;39(5):e325–31.
151. Newbold C, Risi F, Hollow R, Yusof Y, Dowell R. Long-term electrode impedance changes and failure prevalence in cochlear implants. *Int J Audiol.* 2015 Jul 1;54(7):453–60.
152. Schow B, Friedland DR, Jensen J, Burg L, Runge CL. Electrode failure and device failure in adult cochlear implantation. *Cochlear Implants Int.* 2012 Feb;13(1):35–40.
153. Vickers D, Degun A, Canas A, Stainsby T, Vanpoucke F. Deactivating cochlear implant electrodes based on pitch information for users of the ACE strategy. *Adv Exp Med Biol.* 2016;894:115–23.
154. Wen C, Hwa TP, Kaufman AC, Brant JA, Eliades SJ, Bigelow DC, et al. Predictors of Postoperative Electrode Deactivation Among Adult Cochlear Implantees. *Otology Neurotology.* 2021;42(6):e675–83.
155. Zeitler DM, Lalwani AK, Roland JT, Habib MG, Gudis D, Waltzman SB. The effects of cochlear implant electrode deactivation on speech perception and in predicting device failure. *Otology and Neurotology.* 2009;30(1):7–13.
156. Zarowski A, Molisz A, Cardinael E, Vermeiren A, Theunen T, De Coninck L, et al. Prediction of Behavioral T/C Levels in Cochlear Implant Patients

- Based Upon Analysis of Electrode Impedances. *J Am Acad Audiol*. 2020 Oct;31(9):674–9.
157. Der C, Toro C, Riad E, Tamblay N. PROTOCOLO 2019 Dispositivo de implante coclear unilateral para personas con hipoacusia sensorineural bilateral severa o profunda postlocutiva. LEY N° 20.850 - MINISTERIO DE SALUD 2018 Gobierno de Chile. 2019.
 158. Balkany TJ, Hodges A V., Buchman CA, Luxford WM, Pillsbury CH, Roland PS, et al. Cochlear implant soft failures consensus development conference statement. *Otology and Neurotology*. 2005;26(4):815–8.
 159. Manrique Rodríguez M, Huarte Irujo A. Organización de un programa de implantes cocleares. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2013;64(1):55–67.
 160. Necula V, Cosgarea M, Necula SE. Health-related quality of life in cochlear implanted patients in Romania. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2013;77(2):216–22.
 161. Santa Maria PL, Domville-Lewis C, Sucher CM, Chester-Browne R, Atlas MD. Hearing preservation surgery for cochlear implantation - Hearing and quality of life after 2 years. *Otology and Neurotology*. 2013;34(3):526–31.
 162. Lassaletta L, Castro A, Bastarrica M, De Sarriá MJ, Gavilán J. Quality of life in postlingually deaf patients following cochlear implantation. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2006;263(3):267–70.
 163. Morales A C, Morales A K, Rahal E M. Calidad de vida en pacientes con implante coclear en Hospital Barros Luco Trudeau. *Revista de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello*. 2018;78(4):353–62.
 164. Klop WMC, Boermans PPBM, Ferrier MB, Van Den Hout WB, Stiggelbout AM, Frijns JHM. Clinical relevance of quality of life outcome in cochlear implantation in postlingually deafened adults. *Otology and Neurotology*. 2008;29(5):615–21.
 165. Peasgood A, Brookes N, Graham JK. Cochlear implantation in late-implanted prelingually deafened adults: Changes in quality of life. *Otology and Neurotology*. 2015;36(3):563.
 166. Browning GG, Kubba H, Whitmer WM. Revised 15-item Glasgow Benefit Inventory with five factors based on analysis of a large population study of medical and surgical otorhinolaryngological interventions. *Clinical Otolaryngology*. 2021;46(1):213–21.

167. Sanchez-Cuadrado I, Lassaletta L, Perez-Mora R, Muñoz E, Gavilan J. Reliability and validity of the Spanish Glasgow Benefit Inventory after cochlear implant surgery in adults. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2015;272(2):333–6.
168. Carrillo A, Medina MDM, Polo R, Alonso D, Vaca M, Muriel A, et al. Validation of the Hearing Handicap Inventory for Adults Scale for Spanish-Speaking Patients. *Otology and Neurotology*. 2019;40(10):E947–54.
169. Sanchez-Cuadrado I, Gavilan J, Perez-Mora R, Muñoz E, Lassaletta L. Reliability and validity of the Nijmegen Cochlear Implant Questionnaire in Spanish. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2015;272(7):1621–5.
170. Yucel E, Sennaroglu G. Is psychological status a determinant of speech perception outcomes in highly selected good adolescent cochlear implant users? *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2007;71(9):1415–22.
171. Cardier M, Manrique R, Huarte A, Valencia ML, Borro D, Calavia D, et al. Telemedicina. Estado Actual Y Perspectivas Futuras En Audiología Y Otología. *Revista Médica Clínica Las Condes*. 2016;27(6):840–7.
172. Cullington H, Kitterick P, DeBold L, Weal M, Clarke N, Newberry E, et al. Have Cochlear Implant, Won't Have to Travel: Introducing Telemedicine to People Using Cochlear Implants. *Am J Audiol*. 2016 Oct;25(3S):299–302.
173. Boss B. Troubleshooting Cochlear Implant Processors via Tele-Audiology. *Semin Hear*. 2021 May;42(2):107–14.
174. Meeuws M, Pascoal D, Janssens de Varebeke S, De Ceulaer G, Govaerts PJ. Cochlear implant telemedicine: Remote fitting based on psychoacoustic self-tests and artificial intelligence. *Cochlear Implants Int*. 2020 Sep;21(5):260–8.
175. Luryi AL, Tower JI, Preston J, Burkland A, Trueheart CE, Hildrew DM. Cochlear Implant Mapping Through Telemedicine-A Feasibility Study. *Otol Neurotol*. 2020 Mar;41(3):e330–3.
176. Samuel PA, Goffi-Gomez MVS, Bittencourt AG, Tsuji RK, Brito R de. Remote programming of cochlear implants. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2009;14(3):539–46.
177. Hughes ML, Goehring JL, Baudhuin JL, Diaz GR, Sanford T, Harpster R, et al. Measures in Cochlear Implant Recipients: A Validation Study.

- Journal of Speech Language and Hearing Research. 2012;55(August):1112–28.
178. FDA. La FDA aprueba la primera opción de telesalud para programar los implantes cocleares a distancia. FDA. 2019.
 179. Howe S, Mawman D. Audit of adult post-implant annual reviews and evaluation of patient-led review. *Cochlear Implants Int.* 2015;16(1):3–8.
 180. Cullington HE, Agyemang-Prempeh A. Person-centred cochlear implant care: Assessing the need for clinic intervention in adults with cochlear implants using a dual approach of an online speech recognition test and a questionnaire. *Cochlear Implants Int.* 2017;18(2):76–88.
 181. Ekeland AG, Bowes A, Flottorp S. Effectiveness of telemedicine: a systematic review of reviews. *Int J Med Inform.* 2010 Nov;79(11):736–71.
 182. Eze ND, Mateus C, Cravo Oliveira Hashiguchi T. Telemedicine in the OECD: An umbrella review of clinical and cost-effectiveness, patient experience and implementation. *PLoS One.* 2020;15(8):e0237585.
 183. de la Torre-Díez I, López-Coronado M, Vaca C, Aguado JS, de Castro C. Cost-utility and cost-effectiveness studies of telemedicine, electronic, and mobile health systems in the literature: a systematic review. *Telemed J E Health.* 2015 Feb;21(2):81–5.

ANEXOS

Anexo 1: Mayor frecuencia de las visitas en los siguientes supuestos (programación anual):

- Pacientes con hipoacusia prelocutiva o de inicio temprano en la edad adulta.
- Pacientes mayores de 60 años en el momento de la cirugía.
- Hipoacusias profundas de 3º grado/cofosis (PTA previo ≥ 110 dB).
- Pacientes que no llevaron adaptación protésica previa.
- Pacientes intervenidos mediante cocleostomía.

Ante los pacientes descritos en el anexo 1, recomendamos continuar las visitas de programación de manera anual tras los dos años postoperatorios, ya que sus características clínicas han demostrado que alcanzan los valores de estabilidad en MCL y THR más tardíos.

Anexo 2: Situaciones que requieren sesiones de programación adicionales:

- Cambios en la capacidad de respuesta auditiva o en la producción del habla del paciente: Cambios en la discriminación auditiva, aumento de necesidad de repetición de palabras, omisión de sonidos, prolongación de vocales, cambio en la calidad o volumen vocal, fluctuación en la audición con el dispositivo.
- Pérdida de sensibilidad (que podría indicar alteraciones, con THR demasiado bajo o alto) o pérdida de resolución en intensidad y/o tinnitus (que podría traducir un THR elevado).
- Percepción de sonidos previamente normales como bajos, o ausencia de percepción de sonidos (que indicarían infraestimación de MCL) o sonidos resulten molestos o demasiado intensos (que indicarían MCL sobreestimado).

Ante las situaciones descritas en el anexo 2, a pesar de que por el protocolo descrito solo correspondiera visita clínica (esto es a partir de los 2 años), recomendamos realizar exploración física, audiometrías tonales y verbales y ajustar los parámetros subjetivos MCL y THR durante la visita.

Anexo 3: Posibles complicaciones en zona del implante, que requieren visita con otorrinolaringología:

- Dolor, enrojecimiento, prurito o edema en la zona del implante.
- Pérdida de equilibrio o síntomas vestibulares.
- Traumatismo craneoencefálico.
- Parálisis facial.
- Fiebre (>38°) acompañada de clínica ORL.
- Secreción purulenta alrededor de la incisión quirúrgica.
- Otolgia, sensación de taponamiento, autofonía, hipoacusia temporal.

Ante las situaciones clínicas descritas en el anexo 3, recomendamos realizar una visita con el otorrinolaringólogo de la Unidad de Implante Coclear, con visita clínica y exploración física, audiometría tonal en campo libre y audiometrías verbales en contexto abierto.

Se puede realizar una determinación de impedancias eléctricas, ya que cambios bruscos en impedancia pueden traducir alteraciones a nivel otológico, por ejemplo, otitis media serosa (81). Ante alteraciones en las pruebas audiométricas, cambios bruscos de impedancia, mala puntuación en cuestionarios, empeoramiento franco subjetivo de la audición o hallazgos clínicos, recomendamos realizar un ajuste de los valores subjetivos de programación.

El programa de Implantes Cocleares y la Unidad de Hipoacusia deben disponer de un circuito a disposición de los pacientes implantados, que les permita contactar directamente con la Unidad y solicitar cita presencial ante la aparición de cualquiera de los síntomas descritos en este apartado.

Anexo 4: Cuestionario Nijmegen para implantes cocleares validado al español SNCIQ (Spanish Nijmegen Cochlear Implant Questionnaire) (169).

1. ¿Puede oír ruidos de fondo (cisterna del sanitario, aspiradora)?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
2. ¿Representa su déficit auditivo un serio obstáculo en su contacto con personas con audición normal?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
3. ¿Le resulta posible hablar en susurros si es necesario?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
4. ¿Se encuentra cómodo en compañía de otros pese a su déficit auditivo?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
5. ¿Puede mantener una conversación con una persona en un ambiente silencioso (con o sin lectura labial)?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
6. ¿Representa su déficit auditivo un serio problema durante su trabajo o estudios?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
7. ¿Puede oír los pasos de otras personas en su casa (Ej., En el recibidor o las escaleras)?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
8. ¿Representa su déficit auditivo un serio problema en su contacto con personas sordas?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
9. ¿Puede gritar si lo necesita?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
10. ¿Le molesta tener pérdida auditiva?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
11. ¿Puede mantener una conversación con dos o más personas en un ambiente silencioso (con o sin lectura labial)?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
12. ¿Representa un serio problema su déficit auditivo en el tráfico?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
13. ¿Puede oír el timbre de su puerta o su teléfono sonando?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
14. ¿Supone su déficit auditivo un serio problema cuando se encuentra en un grupo de personas (aficiones, deportes, vacaciones)?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>

15. ¿Puede hacerse entender por desconocidos sin usar gestos con sus manos?						
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>	
16. ¿Se irrita si no puede seguir una conversación?						
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>	
17. ¿Cuando se encuentra en una tienda muy ocupada puede entender al tendero?						
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>	
18. ¿Representa su déficit auditivo un serio problema durante sus actividades de ocio?						
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>	
19. ¿Puede oír (no sentir) un portazo cuando está ocupado en casa?						
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>	
20. ¿Representa su déficit auditivo un serio problema es su contacto con las personas con las que vive (familia/compañero sentimental)?						
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>	
21. ¿Es capaz de adaptar su voz a diferentes situaciones (ambiente Ruidoso o silencioso)?						
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>	
22. ¿Evita hablar con desconocidos?						
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>	
23. ¿Puede disfrutar de la música?						
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>	
24. ¿Representa su déficit auditivo un serio problema para desenvolverse en casa?						
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>	
25. ¿Puede oír coches aproximándose en el tráfico?						
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>	
26. ¿Se siente fuera de lugar debido a su pérdida auditiva cuando está acompañado?						
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>	
27. ¿Puede un desconocido oír en su voz que es usted sordo o hipoacúsico?						
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>	
28. ¿Pide a otras personas que le hablen más alto o claro cuando están hablando muy bajo o poco claro?						
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>	
29. ¿Puede reconocer ciertas melodías en la música?						
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>	
30. ¿Representa su déficit auditivo un serio problema cuando va de compras?						
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>	

31. ¿Puede oír sonidos de débil intensidad (una llave cayendo o la alarma del microondas)?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
32. ¿Va a lugares donde su déficit auditivo puede representar un serio problema?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
33. ¿Puede hacerse entender por conocidos sin usar gestos con sus manos?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
34. ¿Siente ansiedad cuando habla con desconocidos?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
35. ¿Puede reconocer ciertos ritmos en la música?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
36. ¿Representa su déficit auditivo un serio problema cuando ve la televisión?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
37. ¿Puede oír (no sentir) a alguien aproximándose desde atrás?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
38. ¿Representa su déficit auditivo un serio obstáculo en su contacto con personas de su vecindario?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
39. ¿Con qué frecuencia le enoja que las personas puedan oír en su voz o habla que usted sufre un problema auditivo?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
40. ¿Puede entender a desconocidos sin lectura labial?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
41. ¿Representa su déficit auditivo un serio problema en las fiestas (Ej. cumpleaños)?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
42. ¿Puede oír (no necesariamente entender) a otras personas hablando en la radio?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
43. ¿Representa su déficit auditivo un serio problema cuando está con sus amigos?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
44. ¿Puede ponerse en contacto con otras personas fácilmente a pesar de su problema auditivo?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
45. ¿Puede oír la diferencia entre las voces de un hombre, una mujer o un niño?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
46. ¿Representa su déficit auditivo un serio problema cuando realiza gestiones oficiales (Ej. Seguros, abogado, ayuntamiento)?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>

47. ¿Puede oír que alguien le llama?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
48. ¿Representa su déficit auditivo un serio problema en su contacto con miembros de su familia?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
49. ¿Hay situaciones en las que se sentiría más feliz si no sufriera problemas auditivos?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
50. ¿Encuentra que escuchar es cansado (con o sin lectura labial)?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
51. ¿Representa su déficit auditivo un serio problema cuando sale o va de viaje?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
52. ¿Puede oír voces de otra habitación (Ej., Niños jugando o un bebé llorando)?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
53. Cuando está en grupo. ¿Siente que otras personas no le toman en serio por su problema auditivo?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
54. ¿Su problema auditivo mina su auto confianza?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
55. ¿Le impide su problema auditivo valerse por sí mismo (en el trabajo, en sus relaciones)?					
Nunca <input type="checkbox"/>	Alguna vez <input type="checkbox"/>	Regularmente <input type="checkbox"/>	Casi siempre <input type="checkbox"/>	Siempre <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>

Por favor fíjese: las categorías de respuesta para las siguientes 5 preguntas son diferentes

56. ¿Puede hacer que su voz suene enfadada, amistosa o triste?					
No <input type="checkbox"/>	Pobremente <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Bien <input type="checkbox"/>	Bastante Bien <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
57. ¿Puede controlar el tono de su voz (alto, bajo)?					
No <input type="checkbox"/>	Pobremente <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Bien <input type="checkbox"/>	Bastante Bien <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
58. ¿Puede controlar el volumen de su voz?					
No <input type="checkbox"/>	Pobremente <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Bien <input type="checkbox"/>	Bastante Bien <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
59. ¿Puede hacer que su voz suene "natural" (que no suene como la voz de una persona sorda)?					
No <input type="checkbox"/>	Pobremente <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Bien <input type="checkbox"/>	Bastante Bien <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>
60. ¿Puede mantener una conversación telefónica sencilla?					
No <input type="checkbox"/>	Pobremente <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Bien <input type="checkbox"/>	Bastante Bien <input type="checkbox"/>	N/A <input type="checkbox"/>