



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA

“Influencia de los implantes cocleares sobre el equilibrio en personas con afectación auditiva: una revisión sistemática”

Influence of cochlear implants on balance in people with hearing affection: a systematic review

Influencia dos implantes cocleares sobre o equilibrio en persoas con afectación auditiva: unha revisión sistemática



Facultad de Fisioterapia

Alumna: Dña. Noela Barreiro Arufe

DNI: 53489021Z

Tutor: Dña. Isabel Raposo Vidal

Convocatoria: Septiembre 2019

ÍNDICE

1. Resumen	6
1. Abstract	7
1. Resumen	8
2. Introducción	9
2.1 Tipo de trabajo.....	9
2.2 Motivación personal	9
3. Contextualización	10
3.1 Antecedentes.....	10
3.1.1. Hipoacusia.....	10
3.1.2. Implante coclear.....	12
3.1.3. Equilibrio	15
3.2. Epidemiología	15
3.2 Justificación del trabajo	16
4. Objetivos.....	17
4.1 Pregunta de investigación	17
4.2 Objetivos	17
4.2.1 General	17
4.2.2 Específicos	18
5. Metodología	18
5.1 Fecha y bases de datos.....	18
5.2 Criterios de selección	18
5.3 Estrategia de búsqueda.....	19
5.3.1. Cochrane Library Plus	19
5.3.2. PEDro.....	20
5.3.3. PubMed	21
5.3.4. Scopus	21
5.3.5. Web of Science.....	22

5.4 Gestión de la bibliografía localizada	23
5.5 Selección de artículos	23
5.6 Variables de estudio.....	24
5.7 Evaluación de la calidad metodológica.....	26
6. Resultados	27
6.1. Análisis de las variables de estudio.....	27
6.1.1. Características de los estudios	27
6.1.2. Características de los participantes.....	27
6.1.3. Características de la intervención	32
6.1.4. Otras variables analizadas por los autores	34
6.1.5. Modalidad y método de medición del equilibrio.....	35
6.1.6. Características de la comparación	36
6.1.7. Características del metaanálisis y la revisión narrativa.....	37
6.1.8. Resultados obtenidos.....	37
6.2 Limitaciones de la revisión.....	38
7. Discusión	39
7.1. Implicaciones para la investigación	43
7.2. Implicaciones para la práctica clínica	44
8. Conclusiones.....	44
9. Bibliografía.....	46
10. Anexos.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Clasificación de los tipos de hipoacusia basados en la intensidad sonora mínima detectada.</i>	11
<i>Tabla 2. Resultados de las búsquedas en la base de datos Cochrane Library Plus.</i> 20	
<i>Tabla 3. Estrategia de búsqueda utilizada en cada base de datos.</i>	22
<i>Tabla 4. Síntesis de las variables de estudio</i>	25

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Componentes externos del IC.</i>	13
<i>Figura 2. Diagrama de búsqueda.</i>	24

ANEXOS

<i>Anexo 1. Resumen del contenido de la Escala PEDro-Español.</i>	49
<i>Anexo 2. Resumen del contenido de la Escala Oxford.</i>	50
<i>Anexo 3. Características de los estudios.</i>	52
<i>Anexo 4. Calidad metodológica de los artículos analizada a través de la Escala PEDro.</i>	56
<i>Anexo 5. Nivel de evidencia y grado de recomendación de los artículos en base a la escala Oxford.</i>	56
<i>Anexo 6. Características de los participantes.</i>	58
<i>Anexo 7. Características de la intervención</i>	62
<i>Anexo 8. Otras variables analizadas por los autores</i>	67
<i>Anexo 9. Modalidad y método de medición del equilibrio</i>	67
<i>Anexo 10. Características de la comparación realizada.</i>	69
<i>Anexo 11. Síntesis del análisis del meta-análisis y revisión narrativa.</i>	70
<i>Anexo 12. Resumen de los resultados obtenidos en los artículos analizados.</i>	71

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS/ABREVIATURAS

UDC	Universidad de A Coruña
IC	Implante Coclear
AA	Afectación Auditiva
DA	Déficit Auditivo
SNC	Sistema Nervioso Central
Hz	Hertzios
dB	Decibelios
OMS	Organización Mundial de la Salud
PICO	Paciente, Intervención, Comparación, Resultado
VEMP	Potenciales Evocados Vestibulares Miogénicos
OA	Ojos abiertos
HIT	Test de Impulso Cefálico
OC	Ojos Cerrados

1. RESUMEN

INTRODUCCIÓN: La hipoacusia severa-profunda afecta a 1 de cada 1.000 recién nacidos y cada vez a más personas mayores de 65 años. Como método paliativo, el implante coclear (IC) ha resultado la medida más eficaz; de hecho, en España existen 16.500 personas que lo portan. Pero a pesar de las mejoras en la capacidad para procesar sonidos tras la intervención quirúrgica, el 75% de los pacientes refieren síntomas vestibulares. Sin embargo, que la sintomatología se deba al IC sigue siendo un tema de controversia, de manera que ninguna revisión sistemática ha realizado un análisis exhaustivo que aporte datos concluyentes.

OBJETIVO: Conocer si existe un efecto del implante coclear (IC) sobre el equilibrio de personas que sufren una afectación auditiva (AA). Además, en caso afirmativo, se procura encontrar el tipo de influencia que genera, ya sea positivo o negativo.

MATERIAL Y MÉTODOS: La búsqueda de la información se ha realizado en las bases de datos de ciencias de la salud Cochrane Library Plus, PEDro, PubMed, Scopus y Web of Science entre los meses de abril y mayo de 2019. La calidad metodológica se evaluó con la escala PEDro, y la evidencia científica y grado de recomendación con la escala Oxford.

RESULTADOS: se seleccionaron 13 estudios que cumplieren los criterios previamente descritos. En 1 de ellos no se halló relación entre el IC y el mantenimiento del equilibrio tras compararlo antes y después de la colocación del IC. Dos estudios evidencian una influencia del IC sobre el equilibrio sin aclarar que sea beneficioso o perjudicial. Entre aquellos que sí acreditan un vínculo, 1 apunta que es beneficiosa tras haber comparado entre el dispositivo encendido y apagado. Por último, 9 estudios garantizan que el IC es perjudicial para la capacidad de mantener el equilibrio.

CONCLUSIONES: Debido a que los estudios analizados presentan una evidencia científica y grado de recomendación bajos, se apunta la necesidad de futuros estudios que engloben un mayor número de participantes, con una serie de pruebas similares y realizando comparaciones equiparables entre sí. Sin embargo, los estudios analizados en la presente revisión sistemática, demuestran que no se puede afirmar que el IC tenga un efecto positivo sobre la función vestibular. Además, este efecto se vuelve perjudicial cuando los individuos que poseen el IC son niños y/o se somete a los pacientes a alteraciones sensoriales tales como la privación del sistema visual o la incorporación de superficies inestables.

PALABRAS CLAVE: implante coclear, equilibrio, pérdida auditiva, sordera.

1. ABSTRACT

INTRODUCTION: Severe-profound hearing impairment affects 1 out of 1.000 newborns and it is every time affecting more and more people over 65 years old. The cochlear implants have become the most effective measure when it comes to palliative methods. In fact, there are 1.6500 people in Spain wearing it. Despite the improvements in the ability to process sounds after the surgery, 75% of patients show vestibular symptoms. However, the symptomatology being caused by the cochlear implants is still a controversial topic; therefore no systematic revision has ever made a comprehensive analysis providing conclusive data.

OBJECTIVE: Knowing whether cochlear implants produce a certain effect on balance when it comes to people who suffer from hearing affections. Moreover, if this situation turns out to actually be the case, it will try to find out the type of influence that is generated, regardless whether it is a positive or negative one.

MATERIALS AND METHODS: The data research was carried out through health sciences data bases: Cochrane Library Plus, PEDro, PubMed, Scopus and Web of Science from April 2019 to May 2019. The methodological quality was assessed through PEDro scale while the scientific evidence and grade of recommendation were assessed through Oxford scale.

RESULTS: 13 studies suiting the aforementioned criteria were selected. No relationship between the cochlear implant and the maintenance of balance was found in one of these studies before and after setting it. Two studies prove a certain influence of the cochlear implants on balance but they do not clarify whether it is beneficial or harmful. Among those who do vouch for a bond, one of them claims this influence to be beneficial after comparing the difference between having the device on and off. Finally, 9 studies guarantee that cochlear implants are harmful when it comes to the ability of maintaining balance.

CONCLUSIONS: Due to the fact that the analyzed data show moderate-low scientific evidence and grade of recommendation, we point at the need of future studies that comprise a greater number of participants with a bunch of similar evidences that enable us to make tantamount comparisons between themselves. Nevertheless, the analyzed data in this systematic revision prove that it cannot be stated that cochlear implants have a positive effect on the vestibular function. Plus, this effect becomes harmful when the subjects who have the cochlear implant are kids and/or the patients are exposed to sensory interests such as deprivation of visual system or the incorporation of unstable surfaces.

KEY WORDS: cochlear implant, postural balance, hearing loss, deafness.

1. RESUMO

INTRODUCCIÓN: A hipoacusia severa-profunda afecta a 1 de cada 1.000 neonatos e cada vez a máis persoas maiores de 65 anos. Como método paliativo, o IC resultou ser a medida máis eficaz; porén, en España utilízanlo 16.500 persoas. Pero a pesar das melloras sobre a capacidade para procesar sons tras a intervención cirúrxica, o 75% dos doentes refiren síntomas vestibulares. Non obstante, que a sintomatoloxía se deba ao IC segue sendo un tema de controversia, xa que ningunha revisión sistemática realizou unha análise exhaustiva que aporte datos concluíntes.

OBXECTIVO: Coñecer se existe un efecto do implante coclear sobre o equilibrio de persoas que sofren unha afectación auditiva. Ademais, no caso afirmativo, procúrase atopar o tipo de influencia que xera, xa sexa positivo ou negativo.

MATERIAL E MÉTODOS: A busca de información realizouse nas bases de datos de ciencias da saúde Cochrane Library Plus, PEDro, PubMed, Scopus e Web of Science entre os meses de abril e maio de 2019. A calidade metodolóxica avaliouse ca escala PEDro, e a evidencia científica e grao de recomendación ca escala Oxford.

RESULTADOS: seleccionáronse 13 estudos que cumprisen cos criterios descritos. Nun deles non se atopou relación entre o IC e o mantemento do equilibrio tras comparalo antes e despois da colocación do IC. Dous estudos evidencian unha influencia do IC sobre o equilibrio sen aclarar que sexa beneficioso ou prexudicial. Entre aqueles que si acreditan un vínculo, 1 apunta que é beneficioso tras realizar comparacións entre o dispositivo acendido e apagado. Por último, 9 estudos afirman que o IC é prexudicial para a capacidade de manter o equilibrio.

CONCLUSIÓN: Debido a que os estudos analizados presentan unha evidencia científica e grao de recomendación moderada-baixa, apúntase a necesidade de futuros estudos que engloben un maior número de participantes, cunha serie de probas similares e realizando comparacións equiparables entre elas. Pola contra, os estudos analizados na presente revisión sistemática, demostran que non se pode afirmar que o IC teña un efecto positivo sobre a función vestibular. Ademais, este efecto vólvese prexudicial cando os individuos son rapaces e/ou sométese aos doentes a alteracións sensoriais tales como a privación do sistema visual ou a incorporación de superficies inestables.

PALABRAS CLAVE: implante coclear, equilibrio, perda auditiva, xordeira.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 TIPO DE TRABAJO

El presente trabajo trata de una revisión bibliográfica sistematizada basada en la literatura disponible en relación a la influencia de los IC sobre el equilibrio en pacientes con AA.

Una revisión sistemática es una investigación de tipo científico que sigue unas reglas metódicas y explícitas con el fin de minimizar sesgos y extraer información lícita y objetiva, a través de la búsqueda y valoración de la literatura científica existente, que responda a una hipótesis planteada previamente.⁽¹⁾

2.2 MOTIVACIÓN PERSONAL

He crecido rodeada de un entorno familiar en el que los déficits auditivos (DA) están muy presentes. Tanto es así, que he podido experimentar de cerca el proceso de la incorporación de dispositivos auditivos en individuos que los necesitaban. De igual forma, al comenzar mis estudios en el Grado de Fisioterapia, estos familiares recurren a mí en busca de una respuesta que justifique su alteración del equilibrio tras la colocación de dicho dispositivo. Así mismo, mi curiosidad aumenta a lo largo de las Estancias Clínicas cursadas en 3º y 4º curso, ya que observo que individuos con DA acuden a otro tipo de terapias pero nunca al servicio de Fisioterapia. Por consiguiente, comienzo a plantearme si la sintomatología de mis familiares se debe a simples casos aislados, o bien, de una problemática común a la que todavía no se le está prestando la suficiente atención. Es en ese momento en el que decido recabar la información existente sobre la eficacia del tratamiento de Fisioterapia en pacientes portadores de IC. Sin embargo, tras la realización de varias búsquedas en diferentes bases de datos, descubro que no existe apenas evidencia científica al respecto.

Soy consciente de que la colocación de un IC conlleva un proceso complejo, que comienza con la selección de los pacientes, la cirugía, la programación del dispositivo... pero que nunca finaliza, ya que requiere un seguimiento del funcionamiento del implante. Por lo tanto, se necesitan medios físicos y humanos para cubrir las necesidades de las personas que portan este sistema. Así mismo, se reclama constantemente la necesidad de una rehabilitación adecuada que cuente con un equipo multidisciplinar. No obstante, y ante el registro de casos en los que aparece sintomatología vestibular tras la intervención, cuando se elabora la lista de profesionales que lo componen, no aparece la figura del fisioterapeuta. De hecho, entre los principales cuidados post-operatorios, resalta la importancia de evitar

cualquier riesgo de sufrir un trauma en la cabeza, ya que por pequeño que sea podría provocar un mal funcionamiento del dispositivo. Realmente parece pasar por alto que los principales síntomas vestibulares registrados, como vértigos y mareos, suponen un fuerte riesgo de sufrir caídas que impliquen un daño permanente del IC. ^(2,3)

Por las razones previamente expuestas, mi principal interés para la realización del presente trabajo se centra en conocer los beneficios de las técnicas de fisioterapia sobre el equilibrio de personas portadoras de IC. En cambio, debido a la ausencia de literatura científica disponible sobre este tema, me he visto en la obligación de modificar la pregunta a la que trataré de dar respuesta en esta revisión bibliográfica sistematizada, reduciéndola a si existe evidencia científica que resuelva mi curiosidad, y la de mis familiares, acerca de si existe algún tipo de influencia de los IC sobre el equilibrio de aquellas personas que lo portan.

3. CONTEXTUALIZACIÓN

3.1 ANTECEDENTES

3.1.1. Hipoacusia

La audición se define como la capacidad para detectar vibraciones sonoras, procesarlas e interpretarlas. Además, es fundamental en el desarrollo y relación del individuo con el medio que le rodea. Este proceso se lleva a cabo a través del oído, que es el órgano de la audición y del equilibrio. Por una parte, las estructuras esenciales para la capacidad auditiva se encuentran en el oído interno, localizado en el interior del peñasco del hueso temporal. En él podemos diferenciar un laberinto óseo, formado por espacios excavados que se comunican entre ellos, y un laberinto membranoso. Concretamente, es en el laberinto anterior (cóclea o caracol) dónde se transforma la onda sonora en impulsos nerviosos, al mismo tiempo que se analizan las señales auditivas. Por otro lado, el laberinto posterior (conductos semicirculares, utrículo y sáculo) es el lugar de alojamiento del órgano periférico del sistema del equilibrio^(4,5).

Consecuentemente, se define la hipoacusia como la disminución de la capacidad auditiva debido a la afectación de una región de la vía de audición, que comprende desde la corteza auditiva, situada en el lóbulo temporal; hasta el pabellón auricular. Dependiendo de la zona alterada podemos encontrarnos con distintos tipos de hipoacusia:

- Hipoacusia neurosensorial: existe disfunción del receptor auditivo, situado en la cóclea (mucho más frecuente), o en el nervio. La gran mayoría son de carácter

idiopático, pero en algunos casos existe una influencia genética. También se asocia con malformaciones, traumatismos, impacto sonoro, ototoxicidad, envejecimiento del órgano auditivo y procesos autoinmunes. También puede ocurrir, aunque con menor frecuencia, por afectación del VII par craneal o de la vía auditiva, debido principalmente por tumores del ángulo pontocerebeloso.

- Hipoacusia de transmisión: se produce por una alteración en la conducción de las ondas sonoras del oído externo y medio hasta el receptor auditivo y vía auditiva, debido a una modificación anatómo-fisiológica del oído medio o externo.
- Hipoacusia mixta: junta diferentes mecanismos, debido a patologías simultáneas o progresión de determinadas enfermedades.
- Hipoacusia central: existe un trastorno en el procesamiento auditivo. Las causas más comunes son los accidentes cerebro-vasculares, tumores del sistema nervioso central (SNC) y patologías desmielinizantes y neurodegenerativas. ⁽⁴⁾

De igual forma, el oído humano es capaz de detectar vibraciones sonoras en un rango de 20 y 20.000 Hertzios (Hz), aunque clínicamente las frecuencias importantes para el habla se encuentran entre 125 y 8.000 Hz. Por otro lado, cada persona posee una intensidad mínima a la que es capaz de detectar sonidos, conocida como umbral de intensidad sonora, medida en decibelios (dB). En base a esta intensidad mínima, podemos clasificar los tipos de hipoacusia.⁽⁴⁾ Dicha división aparece recogida en la *Tabla 1. Clasificación de los tipos de hipoacusia basados en la intensidad sonora mínima detectada.* ^(4,6)

Tabla 1. Clasificación de los tipos de hipoacusia basados en la intensidad sonora mínima detectada. ^(4,6)

Pérdida auditiva	Intensidad umbral	Características
Hipoacusia leve	Entre 21 y 40 dB	Poseen lenguaje natural pero presentan problemas para articular algunos fonemas. Dificultades de lecto-escritura.
Hipoacusia moderada	Entre 41 y 70 dB	Poseen lenguaje pero con dislalias generalizadas. Dificultad para comprender, debido a la alteración en la percepción Dificultades de lecto-escritura.
Hipoacusia severa	Entre 71 y 90 dB	Pueden decir palabras sueltas. Poseen una pequeña experiencia

		sonora. Voz modificada. No poseen prosodia.
Hipoacusia profunda	Entre 91 y 119 dB	No poseen conciencia sonora.
Hipoacusia total/cofosis	Imposible oír sonidos de 120 dB de intensidad	Ausencia del habla espontánea. Incapacidad para el control de voz.

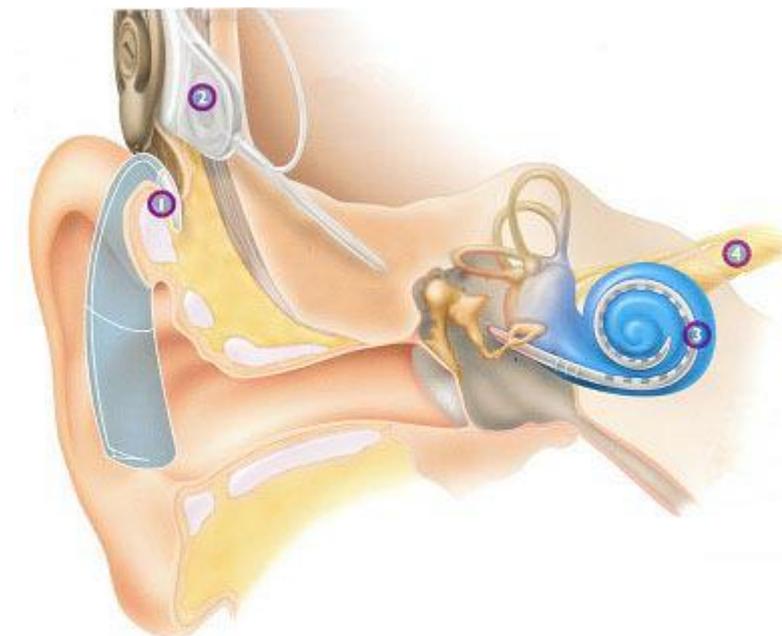
3.1.2. Implante coclear

A finales del siglo XVIII comenzó la estimulación experimental del oído y en la actualidad cualquier persona con pérdida auditiva es candidato para el uso de una amplia gama de dispositivos auditivos. Estos deben adaptarse lo mejor posible al individuo, con el fin de lograr una mejora en la comprensión del habla y reducir los problemas de comunicación que puedan presentar. Si además la pérdida auditiva es profunda, los audífonos pueden no ser suficientes para generar un beneficio significativo, por lo que el IC se convierte en la mejor opción. El primer IC se realizó en el año 1957, para ser implantado por primera vez en Francia en un paciente sordo, constituido por un electrodo en el nervio auditivo y un electrodo indiferente en el músculo temporal. Esta cirugía abrió las puertas a una larga investigación que permitió la evolución del dispositivo hasta tal punto que se comenzó a comercializar en 1984, marcando historia como la primera vez en la que se aprobaba un aparato para sustituir un sentido humano. En lo que concierne a España, se realizaban investigaciones semejantes de manera paralela, de forma que un año más tarde de su comercialización se colocó el primer IC a manos del Dr. García-Ibáñez; obteniendo los mismos buenos resultados que en las otras regiones en las que se había realizado esta cirugía. Actualmente, todas las comunidades autónomas de España poseen centros implantadores, a excepción de Cantabria y la Rioja ^(7,8).

Un IC es por definición un dispositivo eléctrico que recoge sonidos del entorno (palabras, sonidos y/o ruidos) para transformarlos en energía eléctrica, que provocará la estimulación directa de las terminaciones nerviosas auditivas; ofreciendo al cerebro una sensación de audición, aunque no alcanza a ser igual que la experimentada por un oyente normal. Actualmente, la implantación más común se realiza en la rampa timpánica de la cóclea, debido a su proximidad a las fibras auditivas ^(2,9,10). En la

Figura 1 podemos ver los cuatro elementos que conforman un IC.

Figura 1. Componentes externos del IC. El elemento número 1 es el micrófono y procesador del habla, encargado de capturar los estímulos sonoros y convertirlos en señales eléctricas. El 2 corresponde con la bobina interna y es el implante que reposa sobre la piel, aunque se encuentra adherido al hueso temporal. El 3 representa el anillo de electrodos que posee el implante dentro de la cóclea, siendo el responsable de convertir las señales digitales del procesador en energía eléctrica. El 4 señala el nervio auditivo, que tras ser estimulado envía las señales al cerebro para procesar la sensación auditiva. ⁽¹⁰⁾



Los IC están indicados para personas que padecen hipoacusia, ya sean de origen congénito o adquirido en la etapa pre, peri o poslocutiva del desarrollo del lenguaje. Además, su uso se recomienda especialmente a personas con un umbral auditivo mayor a 90 dB de media en las frecuencias de 500, 1.000 y 2.000 Hz. También en aquellas que presentan, en un ambiente libre y uso de audífonos, unos umbrales por encima de 55 dB y una capacidad de discriminación de palabra por debajo del 40%. Sin embargo, uno de los requisitos para su colocación, es que la pérdida auditiva sea de tipo neurosensorial y de asiento coclear ^(2,11).

En la fase preoperatoria se realiza una evaluación exhaustiva en la que se tienen en cuenta numerosos factores. En primer lugar, el oído debe estar sin infección, además se le realiza un paciente un examen audiológico con y sin audífonos (en el caso de que utilice alguno). También se comprueban las funciones de comunicación del paciente analizando su capacidad para desarrollar el habla y el lenguaje. De igual manera se les realiza un examen psicológico ya que necesitan de un buen estado cognitivo y estabilidad psicológica. A

continuación se comprueba con pruebas de imagen si el hueso temporal, la cóclea, el nervio vestibulococlear y los canales semicirculares se encuentran en un estado óptimo. Incluso se tiene en cuenta la motivación y cooperación que presentan tanto el paciente como el entorno que le rodea, anotando sus expectativas. Sin embargo, en la actualidad se ha comenzado a prescindir de pruebas de estimulación nerviosa, a pesar de que siguen siendo una recomendación importante para poder confirmar que el paciente es un buen candidato para la colocación del IC⁽¹⁰⁾.

A pesar de que existen numerosas técnicas para la colocación del IC, la más utilizada es la convencional. Durante esta intervención quirúrgica se realizan una mastoidectomía y luego una timpanotomía posterior para fijar el implante en la pared ósea del cráneo, que se coloca próximo a la apófisis mastoides. A continuación se realiza una cocleostomía que permite la fijación del receptor y estimulador. Finalmente se realiza una telemetría intra-operatoria para comprobar la respuesta neural y evaluar las condiciones de los electrodos que han sido insertados en la cóclea. Si todo funciona correctamente se cierra la incisión⁽¹⁰⁾.

Las estructuras corticales que están privadas de sus aferencias sensoriales normales, pueden responder a la estimulación de receptores adyacentes. De hecho, los estudios que analizan imágenes del cerebro humano, revelan cada vez más evidencia de que en los adultos con sordera bilateral, la corteza temporal superior puede experimentar un reclutamiento intermodal de diferentes entradas visuales. Este proceso se conoce generalmente como plasticidad intermodal o reorganización intermodal.⁽¹²⁾

Si bien la privación sensorial desencadena la reorganización cortical, el origen de los cambios anatómicos y funcionales observados no solo es sensorial, sino también cognitivo (como el uso del lenguaje de signos o la lectura de labios durante la comunicación). Cabe destacar que los mecanismos y los patrones de reorganización cortical pueden diferir entre los usuarios de IC pre y postlingualmente sordos; porque se supone que el sistema auditivo se desarrolla normalmente antes del inicio de la hipoacusia en personas con DA postlingual. Por lo tanto, la toma de control de la corteza auditiva por otras modalidades puede ser más débil o más pronunciada dependiendo del caso. Actualmente, todavía no se comprende bien cómo estos cambios contribuyen a las modificaciones posteriores a la restauración sensorial con un IC. De tal forma que el uso del IC puede no resultar en una restauración exacta a la previa a la alteración auditiva o previa a la implantación.^(12,13)

3.1.3. Equilibrio

El equilibrio es un proceso complejo que involucra la integración sensorial y motora. Este se define como el mantenimiento de una posición corporal adaptada a la circunstancia en la que nos encontramos, de manera que la suma de las fuerzas que están actuando sobre el cuerpo y de sus momentos se anulan. Esto permite que la persona mantenga la posición deseada (equilibrio estático) o avanzar según un movimiento deseado sin desequilibrarse (equilibrio dinámico). Todo este proceso es posible gracias a tres modalidades sensoriales que envían información al SNC a través de diferentes vías aferentes:

- Sistema propioceptivo músculotendinoso
- Sistema visual
- Sistema vestibular (órganos receptores del laberinto posterior). Se identifican como los auténticos órganos periféricos del equilibrio. Reconocen la aceleración y deceleración de los movimientos que realizamos.

El sistema vestibular obtiene información sobre el movimiento y la postura, midiendo la aceleración angular y lineal de la cabeza. Esta información se transmite a los núcleos vestibulares del bulbo raquídeo a través del nervio vestibular. A partir de aquí se proyecta a los núcleos ventroposterior y ventrolateral del tálamo para continuar hacia el área 2 y 3 de la corteza somatosensitiva primaria. Además, parte de esta información se transfiere de manera directa e indirecta (debido a la conexión con los núcleos vestibulares) al cerebelo. Todo esto desencadena un conjunto de reflejos que sirven para compensar los movimientos de la cabeza y el cuerpo. Sin embargo, en la actualidad se ha empezado a proponer que los inputs auditivos también influyen sobre el control postural. De tal forma que diversos estudios han revelado que entre el 30 y el 70% de los niños con DA presentan disfunción vestibular.⁽¹⁴⁻¹⁷⁾

3.2. EPIDEMIOLOGÍA

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), a fecha del 15 de marzo de 2019, más del 5% de la población mundial sufre hipoacusia, lo que supone 466 millones de personas en el mundo; de las cuales 34 millones son niños. A esto debe sumársele 1.100 millones de jóvenes que se encuentran en riesgo de perder audición debido al exceso de ruido en ambientes recreativos. En términos generales, se estima que para el año 2050 esta cifra aumente a 900 millones de personas, lo que significaría que 1 de cada 10 personas en el mundo sufrirían algún DA⁽¹⁸⁾.

En España, existe una elevada frecuencia de la hipoacusia neurosensorial. De hecho, la presbiacusia (forma más recurrente de hipoacusia neurosensorial) se ha convertido en una de las causas más frecuentes de consulta en el departamento de otorrinolaringología. Concretamente afecta al 45% de personas de 65 años, alcanzando el 50% en personas mayores de 75 años^(18,19).

A pesar de lo anteriormente descrito, existen numerosos medios para paliarlo. Actualmente, el IC se ha convertido en la medida más eficaz para paliar la pérdida auditiva severa-profunda, la cual afecta a 1 de cada 1.000 recién nacidos, y cada vez a un mayor número de personas mayores. Así mismo, en España existen 16.500 personas que portan este implante, y 220.000 en Europa. Dentro de este grupo que reciben IC, se ha registrado que el 75% refieren síntomas vestibulares tras la cirugía, tales como vértigo, mareo o desequilibrio^(3,6,20).

A pesar de todo, los casos de pérdida auditiva no tratados, originan un costo aproximado de 750.000 millones de dólares internacionales al año.⁽¹⁸⁾

3.2 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

Desde la colocación del primer IC en Francia en el año 1957, se han desarrollado numerosos protocolos clínicos para este tipo de dispositivos. La razón de esta gran evolución se debe al éxito que ofrece este tipo de intervención, de manera que para el año 2002 ya se habían superado los 40.000 IC colocados en todo el mundo. A este gran número de intervenciones realizadas, debe sumársele el incremento de personas expuestas a sufrir hipoacusia. Esto se debe fundamentalmente a la creciente exposición a factores de riesgo que disminuyen la capacidad auditiva. Provocando que, en el año 2007, se incluyeran medidas de atención audiológica y otológica en atención primaria con cobertura sanitaria universal.^(2,18)

A pesar de considerarse una intervención victoriosa, no deja de ser una cirugía en la que se inserta una matriz multielectrodo en la cóclea. Esto genera una creciente sospecha de que se produce daño vestibular debido a la cercanía anatómica entre el sistema vestibular y la cóclea, dañando al oído interno e induciendo trastornos vestibulares. No obstante, este riesgo parece ser eclipsado por el estupendo impacto que provoca el IC en la mejoría de las capacidades auditivas, siendo especialmente significativo en niños con sordera prelingual; ya que les permite hablar e integrarse en la sociedad. Tanto es así, que se aplica cada vez en edades más tempranas^(3,9,20).

Así mismo, no debemos omitir la literatura disponible acerca de la reorganización funcional en el sistema central auditivo en la sordera congénita. Específicamente, existen evidencias de reorganización intermodal somatosensorial y visual en la corteza auditiva de adultos con sordera. En conclusión, se podría especular que las personas con pérdida auditiva congénita utilizan la información sensorial de diferente manera para el mantenimiento de la postura. De hecho, esta hipótesis se refuerza ante el conocimiento de que, tras la activación del implante, el paciente comienza a percibir sonidos de forma distorsionada, necesitando un largo proceso de adaptación hasta lograr una óptima percepción de los mismos. Y es aquí, cuando surgen las dudas de cómo influye la incorporación de estímulos sonoros sobre una reorganización funcional que se ha producido precisamente por la ausencia de los mismos.^(2,10,15)

4. OBJETIVOS

4.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

La pregunta de investigación a la que se trata de dar respuesta a través de la realización de una búsqueda bibliográfica sistematizada es la siguiente: ¿Qué influencia tiene la colocación del IC sobre el equilibrio en personas con DA?

Una vez verificado que no existe una revisión sistemática publicada en los últimos 5 años que dé respuesta a esa cuestión, se han formulado los términos de búsqueda en base a la estructura PICO (paciente, intervención, comparación y resultado):

- Paciente (*Patient*): individuos con DA.
- Intervención (*Intervention*): colocación del IC.
- Comparación (*Comparison*): entre los integrantes del mismo grupo, antes y después de la colocación del IC, o con un grupo control.
- Resultado (*Outcome*): influencia sobre el equilibrio.

4.2 OBJETIVOS

4.2.1 General

- Investigar la evidencia científica más reciente sobre los efectos de los IC en el equilibrio en individuos con AA.

4.2.2 Específicos

- Realizar una revisión de la evidencia científica actualizada de los distintos efectos de los IC en individuos con AA.
- Conocer si la incorporación de los IC tiene repercusiones sobre el equilibrio en personas que lo portan.
- Conocer las características de los individuos con AA y la relación con las alteraciones del equilibrio.
- Conocer si existen diferencias en base a la colocación de uno o dos IC sobre el equilibrio del portador.

5. METODOLOGÍA

5.1 FECHA Y BASES DE DATOS

Para hallar la información científica necesaria, se ha realizado una búsqueda bibliográfica sistematizada durante los meses de abril y mayo del presente año 2019, por parte de un único evaluador. Las bases de datos de ciencias de la salud utilizadas fueron las siguientes:

- Cochrane Library Plus
- PEDro
- Pubmed
- Scopus
- Web of Science

5.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de inclusión

- Idiomas: estudios en lengua española, inglesa o portuguesa.
- Tipo de estudio: meta-análisis, revisiones sistemáticas, ensayos clínicos controlados y ensayos clínicos sin grupo control. Sin embargo, y tras una primera búsqueda en la que se obtuvieron resultados insuficientes para realizar una revisión sistematizada, se ha decidido incluir en el presente trabajo estudios descriptivos y estudios de casos y controles.
- Tipo de participantes: estudios realizados en personas con AA.
- Tipos de intervención: estudios en los que seleccionan individuos con IC y evalúan su influencia sobre el equilibrio.

- Cobertura cronológica: estudios publicados entre los años 2014 y 2019.

Criterios de exclusión

- Estudios duplicados
- Estudios cuyo objetivo es valorar la influencia del IC sobre la capacidad auditiva.
- Estudios cuyo objetivo es valorar la influencia del IC sobre los parámetros de la marcha.
- Estudios que analizan la eficacia de un nuevo tipo de IC experimental.
- Estudios que analizan el deterioro del equilibrio como factor contribuyente a la disfunción del IC.
- Artículos con un nivel de evidencia o calidad metodológica inferior a 5/10 según la Escala PEDro.
- Artículos que no empleen escalas, test, cuestionarios o algún otro método de evaluación objetiva.

5.3 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

Para realizar la búsqueda se tuvieron en cuenta tres bloques diferentes, en base a los distintos términos clave sobre el tema:

- Bloque 1: modalidad terapéutica aplicada: colocación de IC. Se incluyeron los términos: “cochlear implants”, “cochlear implantation” y “cochlear prosthesis”.
- Bloque 2: patología abordada: DA. Los conceptos empleados han sido: “hearing disorders”, “deafness”, “hearing loss, Unilateral” y “persons with hearing impairments”
- Bloque 3: factor sometido a análisis en esta revisión: equilibrio. Se utilizaron los términos: “postural balance”, “proprioception” y “postural control”.

5.3.1. COCHRANE LIBRARY PLUS

Es la versión española de “The Cochrane Library”. Es una herramienta gratuita y de alta calidad que permite acceder a la literatura relacionada con la atención sanitaria basada en la evidencia⁽²¹⁾.

Se llevaron a cabo diversas búsquedas utilizando la combinación de diferentes términos. Además, se le añadió el filtro de la cobertura cronológica. Los resultados obtenidos se reflejan en la *Tabla 2*.

Tabla 2. Resultados de las búsquedas en la base de datos Cochrane Library Plus

COCHRANE LIBRARY PLUS		
Búsqueda	Resultados	Seleccionados
“Cochlear implant” AND “Balance”	8	1
“Cochlear implantation” AND “balance”	8	0
“Cochlear prosthesis” AND “balance”	0	0
“Cochlear implant” AND “Proprioception”	1	0
“Cochlear implant” AND “Postural control”	2	0
“Cochlear implant” AND “Equilibrium”	0	0
“Cochlear implant” AND “Postural stability”	0	0

5.3.2. PEDRO

Es una base de datos de acceso gratuito que reúne información sobre Fisioterapia basada en la evidencia. Además, todos los artículos pasan una evaluación de calidad para orientar sobre la validez de los mismos y por lo tanto son óptimos para orientar la práctica clínica.⁽²²⁾

De nuevo, ante la falta de resultados, se realizaron diversas búsquedas con los mismos subapartados: modificando únicamente el resumen y título.

- Terapia: neurodevelopmental therapy, neurofacilitation
- Problema: motor incoordination
- Sub-disciplina: neurology
- Publicados desde: el año 2014

Los únicos apartados modificados, con el fin de obtener resultados compatibles con los criterios de inclusión y exclusión, han sido el resumen y título. Para ello se utilizaron los siguientes términos: “cochlear implant”, “cochlear implantation”, “cochlear prosthesis”, “hearing disorder”, “distorted hearing”, “deafness”, “hypoacusis”, “hearing loss”. Para todos ellos se obtienen 0 resultados.

Ante esta falta de literatura encontrada en esta base de datos, se decide buscar el concepto "hearing loss", resultando 14 artículos. Sin embargo, ninguno encaja con los criterios de inclusión previamente planteados.

5.3.3. PUBMED

Es un servicio gratuito que contiene información de los campos de la biomedicina y la salud. Ha sido desarrollado en la Biblioteca Nacional de Medicina por el Centro Nacional de Información de Biotecnología y ofrece acceso a la base de datos Medline⁽²³⁾

La frase de búsqueda empleada ha sido la siguiente:

```
(((((("Cochlear Implants"[Mesh] OR "Cochlear Implantation"[Mesh])) OR "cochlear prosthesis"[Title/Abstract]) OR "cochlear implant"[Title/Abstract])) AND (((((((("Hearing Loss"[Mesh]) OR "Hearing Disorders"[Mesh]) OR "Persons With Hearing Impairments"[Mesh]) OR "Deafness"[Mesh])) OR "hearing disorders"[Title/Abstract]) OR "deafness"[Title/Abstract]) OR "hypoacusis"[Title/Abstract])) AND (((("Postural Balance"[Mesh]) OR "Proprioception"[Mesh])) OR "postural control"[Title/Abstract]) OR "postural stability"[Title/Abstract])
```

Se obtuvieron 51 resultados, los cuales se redujeron a 22 tras la aplicación de los filtros fecha de publicación e idioma.

5.3.4. SCOPUS

Es la base de datos de mayor dimensión de citas y resúmenes de literatura revisada por pares: revistas científicas, libros y actas de congresos. Proporciona una visión global de la literatura mundial de los campos de la ciencia, tecnología, medicina, ciencias sociales y artes y humanidades. Requiere suscripción para acceder a su contenido y su edición corre a cargo de Elsevier⁽²⁴⁾.

Se realizó una búsqueda con la siguiente estrategia: (("Cochlear implant" OR "Cochlear implantation" OR "cochlear prosthesis") AND ("Hearing loss" OR "Hearing disorder" OR "persons with hearing impairments" OR "Deafness" OR "Hypoacusis") AND ("Postural balance" OR "proprioception" OR "Postural control")) .

Se obtuvieron un total de 47 artículos, que tras la aplicación de los filtros de cronología e idiomas se reducen a 26.

5.3.5. WEB OF SCIENCE

Es una plataforma que reúne citas de las principales publicaciones científicas del ámbito científico, tecnológico, humanístico y sociológico. Permite el acceso a las bases de datos más usadas por los científicos e investigadores españoles⁽²⁵⁾.

El concepto de búsqueda utilizado ha sido el siguiente: TEMA: ("cochlear implant" OR "cochlear implantation" OR "Cochlear prosthesis") AND TEMA: ("Hearing loss" OR "hearing disorder" OR "persons with hearing impairments" OR "deafness" OR "hypoacusis") AND TEMA: ("postural balance" OR "proprioception" OR "Postural control")

Además, se aplicaron los filtros de año de publicación e idiomas. Finalmente, se obtuvieron 27 resultados.

A modo de resumen, en la *Tabla 3* se recogen las ecuaciones de búsqueda resultantes del uso de términos MeSH y términos de lenguaje natural en las diferentes bases de datos consultadas.

Tabla 3. Estrategia de búsqueda utilizada en cada base de datos.

BASE DE DATOS	FRASE DE BÚSQUEDA
Cochrane	"Cochlear implant" AND "Balance" "Cochlear implantation" AND "balance" "Cochlear prosthesis" AND "balance" "Cochlear implant" AND "Proprioception" "Cochlear implant" AND "Postural control" "Cochlear implant" AND "Equilibrium" "Cochlear implant" AND "Postural stability"
PEDro	"cochlear implant" "cochlear implantation" "cochlear prosthesis" "hearing disorder" "distorted hearing" "deafness" "hypoacusis"

	"hearing loss"
Pubmed	(((((("Cochlear Implants"[Mesh] OR "Cochlear Implantation"[Mesh])) OR "cochlear prosthesis"[Title/Abstract]) OR "cochlear implant"[Title/Abstract])) AND (((((((("Hearing Loss"[Mesh]) OR "Hearing Disorders"[Mesh]) OR "Persons With Hearing Impairments"[Mesh]) OR "Deafness"[Mesh])) OR "hearing disorders"[Title/Abstract]) OR "deafness"[Title/Abstract]) OR "hypoacusis"[Title/Abstract])) AND (((("Postural Balance"[Mesh]) OR "Proprioception"[Mesh])) OR "postural control"[Title/Abstract]) OR "postural stability"[Title/Abstract])
Scopus	(("Cochlear implant" OR "Cochlear implantation" OR "cochlear prosthesis") AND ("Hearing loss" OR "Hearing disorder" OR "persons with hearing impairments" OR "Deafness" OR "Hypoacusis") AND ("Postural balance" OR "proprioception" OR "Postural control"))
Web of Science	TEMA: ("cochlear implant" OR "cochlear implantation" OR "Cochlear prosthesis") AND TEMA:("Hearing loss" OR "hearing disorder" OR "persons with hearing impairments" OR "deafness" OR "hypoacusis") AND TEMA: ("postural balance" OR "proprioception" OR "Postural control")

5.4 GESTIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA LOCALIZADA

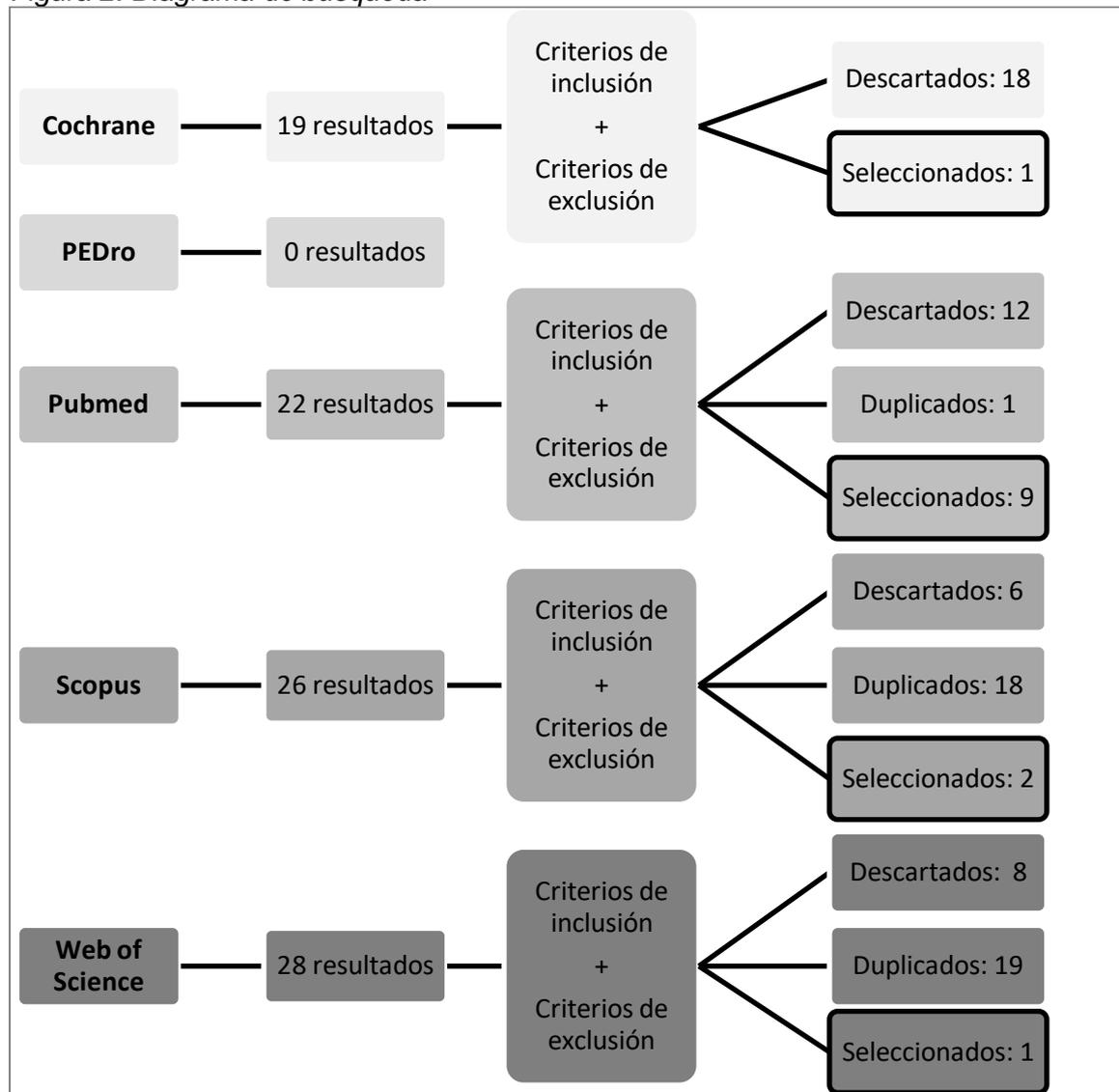
En este trabajo se ha elegido el gestor bibliográfico gratuito Mendeley para la gestión de la bibliografía obtenida; tanto para la eliminación de duplicados como para la inserción de citas y referencias bibliográficas.

5.5 SELECCIÓN DE ARTÍCULOS

Para la selección de los artículos de interés en este trabajo, se ha seguido una metodología sistemática. En primer lugar, se han analizado los títulos y los resúmenes de los artículos obtenidos con la finalidad de realizar una selección inicial de los mismos. En aquellos casos en los que surgían dudas se procedió con la lectura y análisis del texto completo. Finalmente, se han eliminado los trabajos duplicados por medio de Mendeley.

Tras haber realizado la búsqueda bibliográfica manual previamente expuesta, se obtuvieron un total de 95 artículos, de los cuales 38 estaban duplicados y 44 no cumplían los criterios de elección previamente establecidos. Por esa razón, se decidieron incluir en esta revisión sistemática 13 artículos. En la *Figura 2* quedan reflejados los resultados fraccionados de las búsquedas realizadas.

Figura 2. Diagrama de búsqueda



5.6 VARIABLES DE ESTUDIO

En la *Tabla 4* se describen, de manera más detallada, los datos de los estudios incluidos en esta revisión sistematizada. Esta tabla consta de los siguientes apartados: características de los estudios, características de los participantes, características de la intervención, variables

analizadas por los autores, modalidad y método de medición del equilibrio, características de la medición de la audición, características de la comparación y resultados.

Tabla 4. Síntesis de las variables de estudio

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
Características de los estudios	Se incluyen datos como el título, los autores, el año de publicación, el tipo de estudio del que se trata, el nivel de calidad y evidencia y el grado de recomendación que posee cada artículo.
Características de los participantes	Se incluyen datos referentes al número de participantes, los criterios de selección, el tipo de patología que presentan y el número de IC que portan.
Características de la intervención	Se incluyen datos referentes a las condiciones en las que se realizaron las pruebas, incluyendo el tiempo transcurrido desde la colocación del IC y el modo en el que se encontraba el mismo en cada momento, el entorno en el que se realizó, y si se utilizó alguna alteración sensorial para modificar las condiciones de la prueba a lo largo del análisis del equilibrio.
VARIABLES ANALIZADAS POR LOS AUTORES	Se incluyen otras variables que puedan aportar los autores de cada artículo en cada caso.
Modalidad y método de medición del equilibrio: <ul style="list-style-type: none">- Tipo de equilibrio- Método de medición	Se incluyen la descripción del tipo de equilibrio analizado y las herramientas de evaluación del mismo que se han utilizado.
Características de la medición de la audición	Se analizará en cada caso si se ha tenido en cuenta la capacidad auditiva de los individuos a lo largo del desarrollo de las pruebas.
Características de la comparación	Se incluyen datos sobre los tipos de comparación realizada.
Resultados	Se incluyen los datos sobre el tipo de efecto que genera el IC sobre el equilibrio de los pacientes.

5.7 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD METODOLÓGICA

Se ha utilizado la escala PEDro como método de evaluación de la calidad de los artículos seleccionados. Esta escala permite la identificación de ensayos clínicos aleatorios con suficiente validez interna y con información estadística suficiente como para obtener resultados interpretables. Está basada en la lista Delphi desarrollada por Verhagen y colaboradores en el Departamento de Epidemiología, de la Universidad de Maastricht. La última modificación se llevó a cabo el 21 de junio de 1999 y su traducción a la lengua española finalizó el 30 de diciembre del año 2012, de la mano de Antonia Gómez-Conesa con el apoyo de la Asociación Española de Fisioterapeutas y la Unidad de Metaanálisis de la Universidad de Murcia.

La escala está compuesta por 11 ítems, con un valor de 1 punto cada uno, a excepción del primero que guarda relación con la validez externa y no se utiliza para el cálculo de la puntuación final. Del ítem 2 al 9 se aborda la validez interna del estudio a analizar, mientras que los criterios 10 y 11 evalúan la interpretabilidad de los resultados⁽²⁶⁾ El contenido de todos ellos se resume en el *Anexo 1*.

Teniendo en cuenta esto, la escala PEDro-Español no se ajusta a la perfección al tipo de artículos que se han escogido en el presente trabajo. Por esa razón, teniendo en cuenta las características de los estudios encontrados y con la finalidad de evaluar tanto el nivel de evidencia como el grado de recomendación de los artículos seleccionados, se ha empleado también la escala Oxford. El objetivo de esta escala se centra en establecer un grado de recomendación de acuerdo con la evidencia clínica que presenta y un nivel de evidencia determinado basado en el tipo de estudio del que se trata.⁽²⁷⁾

La escala Oxford, por tanto, diferencia 3 grados de recomendación (de la A a la C). A su vez, estos grados se dividen en subapartados que analizan el nivel de evidencia, yendo desde el nivel 1a (nivel de evidencia más alto), al nivel 4 que es el más bajo. Estos datos quedan recogidos en el *Anexo 2*.

6. RESULTADOS

6.1. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO

6.1.1. Características de los estudios

Las características principales de los estudios analizados a lo largo de esta revisión sistematizada quedan resumidas en el *Anexo 3*. Para ello se han tenido en cuenta: el título, los autores, el año de publicación, el tipo de estudio, el nivel de calidad, el nivel de evidencia y el grado de recomendación de los estudios.

De los 13 artículos que se han analizado en la presente revisión sistematizada todos ellos han sido publicados entre los años 2015 y 2018. Además, en relación al tipo de estudio, 1 es un estudio descriptivo transversal⁽²⁸⁾, 5 son ensayos clínicos controlados⁽²⁹⁻³³⁾, 3 son estudios de casos y controles^(3,34,35), 2 son estudios descriptivos longitudinales^(36,37) 1 es un meta-análisis⁽³⁸⁾ y 1 es una revisión narrativa⁽³⁹⁾.

Cabe destacar, que en el *Anexo 4* se muestra de manera detallada los resultados obtenidos de la evaluación de la calidad metodológica de los artículos seleccionados para esta revisión, concluidos tras pasar la escala PEDro. A pesar de no haber analizado la calidad metodológica del meta-análisis⁽³⁸⁾ y la revisión narrativa⁽³⁹⁾ con esta escala, los demás ensayos clínicos presentan un nivel de calidad comprendido entre 5 y 7 sobre 10 en base a la escala PEDro; con una puntuación media de los artículos seleccionados de un 5,5 de un total de 10 puntos.

Así mismo, en el *Anexo 5* se recoge el grado de recomendación y nivel de evidencia obtenido de cada artículo a través de la Escala Oxford. Se observa que 4 ensayos^(29-31,33) presentan un grado de recomendación B y un nivel de evidencia 2b, 3 estudios^(3,34,35) refieren un grado de recomendación B con un nivel de evidencia 3b y 6 artículos^(28,32,36-39) un grado de recomendación C con un nivel de evidencia 4.

6.1.2. Características de los participantes

En el *Anexo 6* se reúnen las principales características de los participantes, destacando el número total de individuos, los criterios de inclusión utilizados, el tipo de patología que padecen y descripción del tipo de IC que portan.

Se han estudiado un total de 2.385 sujetos en los 13 estudios analizados. Del total de participantes, 1.020 han formado parte de estudios incluidos en la revisión narrativa⁽³⁹⁾ en la que no se han especificado las características de los mismos. De las 1365 personas restantes de los otros 12 estudios analizados, 302 son niños y 1.063 son adultos.

Por otro lado, de los 13 estudios incluidos en esta revisión sistemática, 2 artículos^(38,39) no incluían descripción de la muestra analizada. No obstante, de los 423 individuos de los que sí se describen sus características, 263 sufrían AA, frente a los 160 individuos sanos. Así mismo, del grupo con AA 189 personas eran portadoras de IC, y en ausencia de aclaración del tipo de IC que portaban los 18 individuos que participaron en el estudio de Suarez et al.⁽³²⁾; de las 171 personas restantes, 2 poseían dispositivos bimodales, 26 IC bilateral y 143 IC unilateral. Dentro de este último grupo, a 79 personas se les había implantado en el oído derecho y a 29 en el izquierdo; a esto debe añadirse las 35 personas que participaron en el estudio de Ebrahimi et al.⁽²⁸⁾ de las que se desconoce el oído en el que se colocó el IC. Como consecuencia de la heterogeneidad existente entre los distintos estudios, en relación a la clasificación de sus participantes por género, edad y tipos de patologías presentadas por cada uno de ellos, se ha decidido recoger esta información a continuación de manera individual:

- Ebrahimi et al.⁽²⁸⁾ seleccionó 145 niños con edades comprendidas entre 7 y 12 años, entre los cuales 85 formaban parte del grupo con DA (30 niñas y 55 niños) y 60 del grupo sano (29 niñas y 31 niños). Dentro del grupo con AA, 35 niños portaban IC. Como criterio de inclusión se ha utilizado que no debían presentar alteraciones cognitivas, físicas, visuales y/o neurológicas. Así mismo, los 85 niños que forman parte del grupo con AA habían sido diagnosticados con hipoacusia neurosensorial bilateral congénita o adquirida en edad temprana.
- Shayman et al.⁽²⁹⁾ seleccionó 13 adultos con edades comprendidas entre 23 y 84 años, formado por 3 mujeres y 10 varones. Los criterios de inclusión para la realización de este ensayo han sido: ser mayor de edad, poseer un umbral auditivo inferior a 45 dB, no presentar alteraciones cognitivas, poseer la capacidad para hablar inglés y de deambular de manera independiente. Sin embargo, no se ha especificado el tipo de patología que manifiestan cada uno de los integrantes del estudio. Lo que sí se expresa es que 11 individuos son portadores de IC bilateral y 2 de dispositivos bimodales, lo que quiere decir que poseen un IC y otro dispositivo auditivo de diferente modalidad.
- Gao et al.⁽³⁰⁾ seleccionó 77 participantes, de los cuales 25 se someterían a la implantación de IC (11 mujeres y 14 varones) con edades comprendidas entre 6 y 27 años; y 24 no sufrían hipoacusia pero presentaban afectación del oído interno y debían ser intervenidas quirúrgicamente por otras razones distinta a la colocación de un IC (11 mujeres y 13 varones) con edades comprendidas entre 5 y 27 años. Las 28 personas restantes que han formado parte de un tercer grupo (16 mujeres y 12

hombres) con edades comprendidas entre 11 y 67 años; sufrían hipoacusia y se someterían a una intervención quirúrgica diferente a la de la colocación de un IC. Como criterios de inclusión para el grupo portador de IC se han especificado: no padecer otras patologías auditivas, óptimo estado de los tímpanos, adecuada presión del oído medio, sin alteraciones anatómicas del oído interno y no padecer antecedentes de trastornos neurológicos. De igual manera, las del grupo sin AA ni IC: poseer una audición normal sin alteraciones auditivas actuales o pasadas, no padecer sintomatología de otitis media ni de alteración del equilibrio. Y para el tercer grupo ha sido poseer otitis media con foco de asiento distinto al oído interno.

En referencia al tipo de patología que poseen los individuos, dentro del grupo con IC, los 25 padecen pérdida auditiva neurosensorial profunda bilateral congénita. Mientras que en el grupo con hipoacusia pero sin IC, 8 padecen hipertrofia adenoidea, 2 poseen una masa en el cuello, 4 sinusitis crónica y 10 amigdalitis crónica. Finalmente, el tercer grupo lo componen 16 pacientes con otitis media supurativa crónica y 12 otitis media colesteatomatosa unilateral.

Por último, de los 25 pacientes portadores de IC, a 21 se les ha colocado en el oído derecho, mientras que solo a 4 se les ha colocado en el oído izquierdo.

- Kelly et al.⁽³⁴⁾ seleccionó 30 niños, a los que distribuyó de 10 en 10 en tres grupos: grupo portador de IC unilateral (2 niñas y 8 niños), grupo portador de IC bilateral (4 niñas y 6 niños) y grupo control (5 niñas y 5 niños). Todos ellos poseen edades comprendidas entre 9 y 18 años. Los criterios de inclusión seguidos para formar el grupo con IC han sido: que todos los implantes se hayan colocado con la misma técnica quirúrgica y el mismo cirujano durante los años transcurridos entre 2013 y 2015, además no debían presentar un acueducto vestibular agrandado. Por otro lado, los seguidos para el grupo control han sido: presentar una audición normal, no poseer diagnóstico médico actual o pasado de alteración del equilibrio.

En cuanto a la etiología de la sordera de los pacientes: 2 por meningitis neumocócica, 1 como consecuencia de la quimioterapia, 1 por sordera sindrómica y 16 de etiología desconocida.

Por último, 9 de los 10 niños con IC unilateral poseían el implante en el oído derecho, frente a 1 que lo portaba en el oído izquierdo.

- Maheu et al.⁽³¹⁾ seleccionó un total de 17 adultos, de los cuales 4 (2 mujeres y 2 hombres) portaban IC y 13 carecían de IC (10 mujeres y 3 hombres). Dentro de los 4 pacientes con IC, las edades comprendían entre 34 y 49 años; frente a la edad media de los individuos sanos que era de 29.39 ± 10.86 años. Para ninguno de ellos

se han especificado criterios de inclusión. Dentro de los pacientes con IC, 3 sorderas eran de origen desconocido y 1 causada por ototoxicidad, además 2 individuos portaban el IC en el oído izquierdo y 2 en el derecho.

- En los estudios analizados en el meta-análisis llevado a cabo por Ibrahim et al.⁽³⁸⁾ han participado 1.962 individuos, entre los cuales algunos portaban IC unilateral y otros IC bilateral. También se incluyeron individuos sanos y personas con hipoacusia pero sin IC.
- Le Nobel et al.⁽³⁶⁾ seleccionó 12 adultos (4 mujeres y 8 varones) con edades comprendidas entre 20 y 78 años. Para ello se han tenido en cuenta dos criterios de inclusión: capacidad para participar en todas las evaluaciones y no presentar cirugía otológica previa. La muestra presentaba una amplia variedad de etiologías del DA: 5 de etiología desconocida, 1 inducido por ruido, 1 autoinmune, 1 repentino, 1 por sarampión, 1 por exposición a drogas ototóxicas, 1 por enfermedad mitocondrial y 1 congénita.

De todos ellos 9 individuos poseían el IC en el oído derecho, mientras que 3 lo poseían en el oído izquierdo.

- Suarez et al.⁽³²⁾ seleccionó 30 niños, de los cuales 18 formaban parte del grupo con IC (9 niñas y 9 niños) y 12 eran niños sanos. Todos ellos con edades comprendidas entre 8 y 16 años. Los criterios de inclusión de los pacientes con IC incluían: no padecer alteraciones cognitivas y/o musculoesqueléticas.

Los 18 pacientes que actuaban como grupo con IC sufrían sordera profunda pre-lingual con diferentes etiologías: 8 de origen desconocido, 2 con síndrome de Waardengurg, 4 por mutación del gen de la conexina 26, 2 por hipoxia perinatal, 2 por ototoxicidad por gentamicina.

Sin embargo, no se especifica el tipo de IC que poseen cada uno de ellos.

- Parietti-Winkler et al.⁽³⁾ seleccionó a 20 adultos, de los cuales 10 eran casos (7 mujeres y 3 hombres) y otros 10 controles (7 mujeres y 3 hombres). El rango de edad en el grupo con IC se encontraba entre 27 y 72 años, mientras en el grupo control estaba entre 24 y 71 años. Como criterios de inclusión se utilizaron: no sufrir enfermedades del SNC y/o ortopédicas, no padecer alteraciones del tronco y/o extremidades que afecten al mantenimiento de la postura.

Todos los integrantes del grupo casos sufrían hipoacusia profunda neurosensorial bilateral sin haberse beneficiado de otros dispositivos auditivos, el origen de esta era diferente en cada caso: 6 de origen desconocido, 1 por sordera genética, 1 por

síndrome de Cogan y 2 por otosclerosis. Además, portaban un IC unilateral multicanal, 4 individuos en el oído izquierdo y 6 en el derecho.

- Lingala & Ghany⁽³⁵⁾ seleccionó a 38 participantes, dentro de los cuales 11 niños (4 niñas 7 niños) formaban parte de los casos con IC, 12 niños del grupo control (6 niñas y 6 niños) y 15 adultos (7 mujeres y 8 hombres) constituían un tercer grupo control. Los rangos de edad fueron los siguientes: entre 6 y 17 años para el grupo de casos, entre 6 y 15 años para el grupo control y entre 22 y 34 años para el tercer grupo.

El único criterio de inclusión mencionado es para el grupo control, al que se le exigía no poseer historial de pérdida auditiva, vértigos, mareos u otras alteraciones neurológicas.

No obstante, se desconoce la etiología del DA de cada uno de los pacientes, aunque se especifica que de la totalidad de los pacientes con IC, 3 son bilaterales, 4 unilaterales en el oído derecho y 4 unilaterales en el oído izquierdo.

- Mazaheryazdi et al.⁽³³⁾ seleccionó 25 niños (14 niñas y 11 niños) con edades comprendidas entre 8 y 10 años. Como criterios de inclusión se utilizaron: poseer una pérdida auditiva bilateral profunda ≥ 90 dB con IC unilateral, mismo nivel de cognición y equilibrio al resto del grupo y no poseer antecedentes de alteración neurológica, mental ni ortopédica.

La etiología de la hipoacusia neurosensorial de cada uno de los integrantes del estudio ha sido: 11 de causa desconocida, 1 por meningitis y 13 con antecedentes familiares. Así mismo, todos ellos poseían IC unilateral, 21 en el oído derecho y 4 en el izquierdo.

- Stevens et al.⁽³⁷⁾ seleccionó 16 adultos (8 mujeres y 8 hombres) con edades comprendidas entre 27 y 87 años. Los criterios de inclusión planteados han sido: ser mayor de edad, haberse sometido a una intervención quirúrgica para la colocación de 1 primer IC o un segundo IC en el lado contralateral (convirtiéndose el individuo en portador de 2 implantes cocleares), capacidad de habla inglesa, no poseer problemas ortopédicos que impidan la posición bípeda y la capacidad de seguir las instrucciones requeridas para las pruebas. No se ha descrito la etiología de la hipoacusia sufrida por cada uno de los participantes, pero sí se conoce que 14 de ellos poseen IC unilateral (7 en el oído izquierdo y 7 en el derecho) y 2 individuos poseen IC bilateral.

- En los estudios analizados en la revisión narrativa llevada a cabo por Melo et al.⁽³⁹⁾ participaban 423 individuos, de los cuales algunos portaban IC unilateral pero también participaron otros con IC bilateral, sanos e individuos con DA pero sin IC.

6.1.3. Características de la intervención

El tipo de intervención empleado en los artículos escogidos se basa en evaluar la capacidad para mantener el equilibrio de los sujetos seleccionados, ya sea de tipo estático o dinámico. No obstante, no existe un protocolo estandarizado que nos permita recoger información sobre el estado del equilibrio de los individuos que portan IC, por lo que la amplia variedad de modalidades existentes para ello provoca una falta de homogeneidad a la hora de escoger las características que describan cada intervención. Toda la información en relación a las pautas seguidas en cada estudio queda recogida en el *Anexo 7*.

En primer lugar, se ha tenido en cuenta el momento en el que se han realizado las pruebas, en relación a la fecha de la colocación del IC. De los 13 artículos seleccionados, 3 estudios^(28,38,39) no han especificado el momento en el que recogieron las medidas. De los 10 restantes, 5 estudios^(3,30,31,36,37) han realizado mediciones antes y después a la colocación del IC y otros 5 artículos^(29,32-35) simplemente han llevado a cabo mediciones tras la implantación del IC. Además, de los 10 que poseen información tras la intervención quirúrgica, 3 estudios^(30,36,37) han realizado las evaluaciones en un tiempo inferior a 1 mes después de la colocación del IC, mientras que 7 estudios^(3,29,31-35) pasado más de 1 mes tras la cirugía.

Otra de las características que se han tenido en cuenta ha sido la modificación o no del IC a lo largo de las pruebas. En otras palabras, si el dispositivo estaba encendido o apagado. En base a esto, en la revisión narrativa⁽³⁹⁾ no se describe el modo en el que se encontraba el IC durante las mediciones, 5 estudios^(29,32,33,36,39) han llevado a cabo las pruebas con el IC encendido y con el IC apagado. Los 7 estudios restantes^(3,28,30,31,34,35,37) lo realizaron con el IC encendido durante toda la prueba.

Así mismo, se ha decidido analizar el entorno de la prueba de cada ensayo. Debido a que dichas condiciones han diferido de un artículo a otro se ha optado por realizar un análisis individual de cada uno de ellos:

- Ebrahimi et al.⁽²⁸⁾ llevó a cabo las pruebas en un área silenciosa sin ninguna distracción que pudiera alterar el equilibrio del paciente.

- Shayman et al.⁽²⁹⁾ solicitó a los participantes que se descalzaran para realizar las evaluaciones. Además, utilizó ruido blanco de banda ancha durante toda la prueba, colocado a 1 metro directamente frente a los participantes. El ruido blanco contiene todas las frecuencias de sonido, lo que permite la estimulación de todas las células ciliadas localizadas en la cóclea, facilitando la activación de células residuales de personas que padecen hipoacusias neurosensoriales. Consecuentemente, esto permite la captación de sonidos, puesto que este ruido blanco excluye la barrera originada por las fibras eferentes cocleares, las cuales privan de la llegada del estímulo procedente de las células activadas por la onda viajera en las zonas menos tonotópicas de la cóclea al cerebro, a dónde sí llegaría por lo tanto el estímulo originado en dichas células residuales.⁽⁴⁰⁾
- Gao et al.⁽³⁰⁾ solicitaba a los pacientes que se mantuvieran en bipedestación sobre una plataforma, tratando de estar lo más quieto posibles.
- Kelly et al.⁽³⁴⁾ indicó a sus pacientes que se colocaran en bipedestación sobre la tabla de equilibrio de la Wii™.
- Maheu et al.⁽³¹⁾ solicitó a los pacientes que se retiraran los zapatos y se colocaran sobre una plataforma de fuerza en bipedestación.
- Le Nobel et al.⁽³⁶⁾ optó por un ambiente silencioso. Las pruebas se realizaron en sedestación, a excepción del test get up and go para el cual el paciente realizaba el paso de sedestación a bipedestación y viceversa.
- Suarez et al.⁽³²⁾ describe que los pacientes se encontraban en bipedestación sobre una plataforma de fuerza.
- Parietti-Winkler et al.⁽³⁾ describe dos tipos de ambiente dependiendo de lo que valoraba en cada caso. Para la evaluación del sistema vestibular el paciente se encontraba en sedestación en una silla giratoria con los ojos abiertos (OA), en una habitación oscura. Sin embargo, para el análisis del equilibrio el paciente se posicionaba en bipedestación un arnés colocado y un evaluador próximo a él como seguridad mientras se situaba sobre una superficie movable. Además el paciente miraba directamente a una imagen situada delante.
- Lingala & Ghany⁽³⁵⁾ refiere cuatro situaciones diferentes. Para las pruebas de VEMP el paciente se encontraba recostado. Para la prueba de impulso cefálico (HIT) el individuo se encuentra en sedestación en una silla con un objetivo visual delante de él. Para el test de la silla giratoria la persona se coloca en sedestación en una silla rotatoria. Finalmente, para las pruebas de función de equilibrio, se le solicitaba que

se mantuviera en bipedestación; a excepción de la prueba de agudeza visual en la que estaba en sedestación.

- Mazaheryazdi et al.⁽³³⁾ la persona estaba en bipedestación sobre una plataforma de fuerza, con una campana en frente que le marcaba las órdenes.
- Stevens et al.⁽³⁷⁾ el paciente se encontraba en bipedestación sobre una espuma. Además, para la prueba prequirúrgica se utilizaron audífonos con una reducción de ruido de -26dB para evitar distracciones por ruidos externos.
- Una vez más, tanto la revisión narrativa⁽³⁹⁾ como el meta-análisis⁽³⁸⁾ carecen de descripción del entorno de los estudios que han sido analizados.

Finalmente, se ha tenido en cuenta la integración de alteraciones sensoriales mientras se desarrollaban las pruebas pertinentes para examinar el equilibrio. A pesar de que el estudio de Le Nobel et al.⁽³⁶⁾, Ibrahim et al.⁽³⁸⁾ y Melo et al.⁽³⁹⁾ no describen haber utilizado ninguna modificación sensorial, los 10 artículos restantes han utilizado al menos una alteración sensorial para comprobar cómo responde el individuo ante ella. 9 estudios^(3,28-32,34,35,37) han privado a la persona de estímulos visuales y 5 artículos^(29,31,32,34,37) han incorporado superficies inestables. Cabe destacar que Maheu et al.⁽³¹⁾ combinó la valoración del equilibrio con tareas cognitivas, al igual que Maza et al.⁽³³⁾ que no solo incluyó este tipo de actividades sino que también modificó el área de sustentación en la que se encontraba el participante. Parietti et al.⁽³⁾ además utilizó superficies móviles y movilizó el entorno visual del paciente. También Lingala & Ghany et al.⁽³⁵⁾ utilizaron superficies móviles, aunque añadieron también estímulos auditivos, cambios de velocidad del movimiento del individuo y obstáculos durante el análisis de su equilibrio dinámico.

6.1.4. Otras variables analizadas por los autores

A las variables anteriormente descritas, debe sumarse dos que se han analizado de manera extra en dos estudios en particular. Lingala & Ghany⁽³⁵⁾ han decidido comprobar si existe algún tipo de relación entre el grado de pérdida vestibular y la agudeza visual en niños con IC; comprobando el estado de cada una de las 2 funciones. De igual manera, Stevens et al.⁽³⁷⁾ realizan una asociación entre los resultados obtenidos y el riesgo de caída que puede sufrir el paciente, calculando el riesgo relativo de caer a través de los datos recogidos tras calcular el tiempo que puede permanecer la persona de pie sobre una espuma con ojos cerrados (OC); basándose en los datos publicados en la Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición. Toda esta información queda recogida en el *Anexo 8*.

6.1.5. Modalidad y método de medición del equilibrio

Todos los datos ofrecidos por los 13 artículos seleccionados en relación al equilibrio (la modalidad, los métodos utilizados para medirlo y otras características) quedan recogidos en el *Anexo 9*.

El primer factor a tener en cuenta, ha sido la modalidad que se ha decidido valorar en cada estudio. Las opciones posibles son: estático y dinámico, de tal forma que hay artículos que comprobaron uno de ellos y otros que evaluaron ambos. En síntesis, el tipo de equilibrio más analizado ha sido el estático, ya que un total de 7 estudios^(3,29–32,34,37) han decidido valorarlo. En contraposición, 4 han sido los estudios^(28,33,35,36,39) que han decidido recoger datos relacionados tanto con el equilibrio estático como con el dinámico de los individuos que participaron en las pruebas. Además, cabe destacar, que tanto la revisión narrativa⁽³⁹⁾ como el meta-análisis⁽³⁸⁾ describen que los artículos analizados difieren en la modalidad de equilibrio medida, de modo que, sin especificar el número, incluyen algunos que han medido el equilibrio estático, otros el dinámico y otros han decidido recoger información de ambas modalidades.

Como bien se exponía previamente, el hecho de que no exista una prueba estándar que permita recoger mediciones del equilibrio, e incluso del sistema vestibular, los test y métodos de medición utilizados en los artículos son variados. De nuevo, se ha optado por analizar cada ensayo de manera individual:

- Ebrahimi et al.⁽²⁸⁾ optó por utilizar el test de competencias motoras de Bruininks-Oseretsky.
- Shayman et al.⁽²⁹⁾ utilizó el test de Romberg. Además se decidió preguntar a los pacientes, antes y después de la realización del test, si notaban que su equilibrio era mejor con los IC encendidos, con ellos apagados o si no encontraba diferencia alguna.
- Gao et al.⁽³⁰⁾ obtuvo los resultados de la utilización de la posturografía estática.
- Kelly et al.⁽³⁴⁾ también utilizó la posturografía estática, sin embargo lo combinó con el uso de la Wii Balance Board™ y la aplicación de Vestio™ durante la prueba clínica modificada de integración sensorial para el equilibrio.
- Maheu et al.⁽³¹⁾ llevó a cabo el test clínico de interacción sensorial y equilibrio modificado mientras el paciente se encontraba sobre una plataforma de fuerza.
- Los estudios incluidos en el meta-análisis realizado por Ibrahim et al.⁽³⁸⁾ ofrecen una amplia variedad de pruebas utilizadas, a pesar de que en cada estudio se utilizó la

que se consideraba más oportuna, podemos extraer una lista de las empleadas: HIT, prueba calórica vestibular, VEMP, test de discapacidad vestibular y posturografía dinámica computarizada.

- Le Nobel et al. ⁽³⁶⁾ usó la prueba de percepción de la vertical visual subjetiva, el test de empuje cefálico y el test get up and go. También se le pasó a los participantes el test de discapacidad vestibular antes de operarse y 1 mes después.
- Parietti-Winkler et al. ⁽³⁾ extrajo la información de la utilización de videonistagmografía y de la prueba calórica utilizando la prueba de la silla giratoria. También aplicaron la prueba de organización sensorial.
- Suarez et al. ⁽³²⁾ obtuvo los datos al realizar el test de consume total de energía del centro de la señal de presión del cuerpo.
- Lingala & Ghany ⁽³⁵⁾ por un lado, para la función vestibular empleó el test de VEMP, la HIT por video y el test de la silla giratoria. Por otra parte, para el equilibrio se utilizó el índice de marcha dinámico, una prueba en la que el individuo debía mantener la posición con el único apoyo de una pierna, la prueba de organización sensorial y el test de agudeza visual.
- Mazaheryazdi et al. ⁽³³⁾ se pidió a los pacientes que sobre una plataforma de fuerza mantuvieran la posición mientras realizaban tareas duales y mientras se disminuía el área de sustentación.
- Stevens et al. ⁽³⁷⁾ utilizaron la prueba clínica de interacción sensorial en el equilibrio modificada. A esto debe sumarse la realización de una pregunta abierta, tras la cirugía, acerca de si consideraban que su equilibrio era el mismo, mejor o peor.
- Los estudios incluidos en la revisión narrativa realizada por Melo et al. ⁽³⁹⁾ ofrecen una amplia variedad de pruebas utilizadas, a pesar de que en cada estudio se utilizó la que se consideraba más oportuna, podemos extraer una lista de las empleadas: HIT, prueba calórica vestibular, VEMP, test de discapacidad vestibular y posturografía dinámica computarizada.

6.1.6. Características de la comparación

Como consecuencia de la gran variabilidad de pruebas a realizar, el número de comparaciones que se pueden llevar a cabo en los artículos resulta amplio. Sin embargo, se observan 3 tipos comparaciones que se repite numerosamente a lo largo de los ensayos: comparación entre los grupos que componen la muestra, comparación entre el antes y el después de la colocación del IC; y comparación entre el IC encendido y el IC apagado.

De esta forma, se han comparado los grupos que componen la muestra entre sí en 7 estudios^(3,28,30–32,34,35). De igual manera, las asociaciones entre el equilibrio antes y después de la colocación del IC se repite en 7 de los artículos analizados^(3,30,31,36–39). La tercera relación se ha realizado en 4 estudios^(29,32,33,36) comparando el estado del equilibrio cuando el IC está encendido y cuando está apagado. Toda esta información queda recogida en el Anexo 10.

Cabe destacar que el estudio de Lingala & Ghany⁽³⁵⁾ ofrece también datos para comprobar si existe algún tipo de asociación entre la edad del usuario con el estado del equilibrio. De igual manera, el ensayo de Mazaheryazdi et al.⁽³³⁾ incorpora también 3 nuevas comparaciones: entre OA y OC, durante la realización de tareas cognitivas duales y sin ninguna tarea cognitiva; y entre el área de sustentación normal del individuo y un área de sustentación disminuida.

6.1.7. Características del metaanálisis y la revisión narrativa

Los dos artículos restantes que no se han analizado previamente son 1 meta-análisis⁽³⁸⁾ y 1 revisión narrativa⁽³⁹⁾. Esta información ha sido sintetizada en el *Anexo 11*

En primer lugar, Ibrahim et al.⁽³⁸⁾ llevaron a cabo un meta-análisis compuesto por 27 estudios. Para ello, han realizado una búsqueda exhaustiva en las bases de datos MEDLINE, PubMed, EMBASE, Web of Science y Cochrane Library. Consecuentemente, para la selección de los artículos aplicaron los siguientes criterios de inclusión: estudios publicados entre los años 1995 y 2016, escritos en inglés y/o francés, participantes mayores de edad.

Por otra parte, Melo et al.⁽³⁹⁾ han realizado una revisión narrativa compuesto por 21 artículos extraídos de las bases de datos SciELO, LILACS y PubMed. Los criterios de inclusión utilizados para la elección de estos han sido: publicación comprendida entre 2010 y 2017, estudios prospectivos y retrospectivos con comparaciones pre y post colocación del IC, redactados en portugués o inglés y que se hayan realizado en humanos (tanto adultos como niños).

6.1.8. Resultados obtenidos

Tras haber realizado el análisis de los 13 artículos incluidos en esta revisión sistematizada se observa que no existe una similitud exacta de todos los resultados obtenidos. Todos estos datos quedan recogidos en el *Anexo 12*. El resultado principal de cada uno de los

artículos da lugar a 3 posibles afirmaciones: existe relación entre el IC y el equilibrio, no existe relación entre el IC y el equilibrio o no se ha logrado llegar a una conclusión.

De la totalidad de los artículos analizados en el presente trabajo, 12 estudios^(3,28,38,39,29-35,37) han concluido que sí existe una relación entre la colocación del IC sobre el equilibrio de los individuos que lo portan, ningún estudio ofrece resultados que descarten la influencia del IC sobre el equilibrio y 1 estudio⁽³⁶⁾ no han logrado llegar a una conclusión acerca de si existe relación entre el IC y la capacidad para mantener el equilibrio. Así mismo, de los 12 artículos que concluyen que existe relación entre el IC y el equilibrio, 1 ensayo⁽²⁹⁾ apunta que el IC es beneficioso para el mantenimiento del equilibrio, 9 artículos^(28,30-35,37,38) afirman que el IC perjudica la capacidad para mantener el equilibrio y 2 estudios^(3,39) no logra cualificar el tipo de relación que se establece entre el IC y el equilibrio.

6.2 LIMITACIONES DE LA REVISIÓN

A continuación se expresan los distintos factores de limitación con los que cuenta la presente revisión sistematizada:

- La búsqueda, selección y análisis de cada uno de los estudios expuestos a lo largo de esta revisión ha sido realizada por un único evaluador. Por lo tanto, la interpretación personal y/o errónea de los mismos puede ser un factor de limitación que se debe tener en cuenta.
- El reducido número de bibliografía encontrada sobre el tema propuesto, que además cumplan con los criterios de inclusión expuestos al inicio del trabajo, han obligado a incluir estudios descriptivos y estudios de casos y controles como parte de esta revisión sistemática.
- Con motivo de la discrepancia en las características de los participantes de los diferentes artículos analizados, tales como la edad o patología inicial, la correlación entre los resultados obtenidos en cada uno de los estudios carece de una exactitud.
- La ausencia de un método de análisis y/o medición estándar para la capacidad del equilibrio de los individuos conducen a una disparidad de evaluaciones empleadas por los artículos, lo que puede limitar la armonización de los resultados entre los estudios.
- La selección de estudios que no incluyen datos recogidos antes de la cirugía, dificulta la obtención de una conclusión clara acerca de si el IC es el causante de los desequilibrios evidenciados.

7. DISCUSIÓN

Tras haber realizado el análisis de los trece estudios que conforman esta revisión sistemática, se ha observado que existe gran disparidad entre las variables previamente descritas. Consecuentemente, los resultados que se han obtenido difieren de un estudio a otro, de manera que no se logra un consenso que dé respuesta a la pregunta de investigación planteada por el presente trabajo. A pesar de que pocos artículos avalan la existencia de una influencia negativa o positiva del IC sobre el equilibrio, la presente revisión ha evidenciado que, existe un vínculo entre el dispositivo y la capacidad para mantener el equilibrio. Debido a la variabilidad de los datos recogidos en los estudios analizados, la discusión se planteará tratando de establecer vínculos entre las variables y los resultados obtenidos por cada uno de ellos.

Tras haber pasado la escala Oxford a los artículos analizados en la presente revisión sistemática, el grado de recomendación obtenido se encuentra entre B y C. De manera que siete estudios^(3,29-31,33-35) han obtenido un grado de recomendación B, cuatro de estos artículos^(29-31,33) con un nivel de evidencia 2b y tres estudios^(3,34,35) un 3b. Los seis artículos^(28,32,36-38) restantes se corresponden con el grado de recomendación B y nivel de evidencia 4.

En relación a la edad de los sujetos, se ha observado que los IC afectan de manera negativa al equilibrio cuando los portadores son niños. Así mismo, se ha comprobado que todos aquellos estudios^(28,32-34) en los que la muestra estaba constituida por menores de edad, obtienen como conclusión que el IC empeora la capacidad para mantener el equilibrio de los sujetos. Esto podría relacionarse con el hecho de que estos individuos pueden encontrarse en edades en las que el SNC no ha desarrollado completamente sistemas básicos como el vestibular o auditivo, los cuales además se verán interferidos por un IC que asienta en estructuras que facilitan justamente el desarrollo de estos sistemas. A esto debemos añadir que de los tres estudios que incluían tanto niños como adultos, dos ensayos^(30,35) (en cuya muestra más de la mitad de los participantes son niños) afirman que el IC empeora el equilibrio. Mientras que la revisión narrativa⁽³⁹⁾, con un bajo nivel de evidencia y grado de recomendación, afirma que el IC influye sobre la capacidad para mantener el equilibrio pero no logra describir si de manera positiva o negativa. Como bien se recoge en el apartado 3.1.3. *Equilibrio*, entre el 30 y 70% de los niños con DA presentan alteraciones del equilibrio, por lo tanto el hecho de que el IC no solucione sus problemas vestibulares cabe plantearse

la necesidad de establecer un plan de tratamiento que ayude a estos pacientes a mejorar su capacidad para mantener el equilibrio.

Por otro lado, cuando analizamos los estudios en los que participan individuos adultos, las conclusiones difieren bastante. De todos ellos, únicamente el estudio realizado por Shayman et al.⁽²⁹⁾ establece que el IC tiene un efecto beneficioso sobre el equilibrio, sin embargo, entre los criterios de inclusión utilizados, procuran pacientes portadores de IC con capacidad de marcha independiente; por lo que se limita el estudio a analizar sujetos que poseen una capacidad para mantener el equilibrio suficiente como para permitir esta tarea. Frente a esto, tres^(31,37,38) de los seis estudios cuya muestra la constituyen adultos concluyen que el IC empeora la capacidad para mantener el equilibrio. No se debe olvidar, que el grupo adultos abarca personas desde 18 años hasta más de 80. Esto hace que en ocasiones se comparen los resultados obtenidos de un individuo joven con una persona mayor de 65 años, momento en el cual las alteraciones vestibulares son cada vez más habituales. Por lo tanto, se deberían realizar estudios con una muestra más concreta para evitar estos posibles sesgos. Cabe destacar que el estudio realizado por Lingala & Ghany et al.⁽³⁵⁾, ha tratado de comprobar si el grado de afectación del sistema vestibular es dependiente de la edad de los portadores del IC. Sin embargo, no se ha podido concluir que el nivel de alteración del sistema vestibular se asocie con la edad del sujeto.

Muchos autores apuntaban que el tiempo transcurrido desde la intervención quirúrgica hasta que se realizan las pruebas del equilibrio, es un elemento fundamental a tener en cuenta. Incluso, en ocasiones, se ha llegado a pensar que los fármacos que reciben durante la intervención alteraban la capacidad de los participantes para mantener el equilibrio. En ausencia de datos aportados por tres estudios^(28,38,39) sobre el momento en el que se recogieron los datos, tres artículos^(30,31,37) de los cuatro que realizan mediciones antes de la intervención y después, afirman que el IC tiene un efecto perjudicial sobre el equilibrio, mientras que dos estudios^(3,36) no encuentran relación entre ambos factores. De igual forma, cinco estudios⁽³¹⁻³⁵⁾ de los seis que aportan información recogida pasado más de un mes tras la cirugía, reafirman un vínculo negativo entre el IC y el equilibrio, mientras que el ensayo realizado por Shayman et al.⁽²⁹⁾ afirma justamente lo contrario. Por lo tanto, no podemos afirmar que la alteración del equilibrio, en aquellos casos en los que se manifieste, sea tiempo dependiente ni que sea resultado de los efectos de la farmacología administrada durante las intervenciones y en etapas post-quirúrgicas. Además, se observa que la sintomatología aparece en el tiempo inmediato tras la colocación del IC y perdura en el tiempo hasta pasado más de un año desde que se colocó el dispositivo. Cabe destacar que

el estudio llevado a cabo por Parietti-Winkler et al.⁽³⁾ concluye que el IC tiene un impacto perjudicial sobre el equilibrio en el tiempo inmediato después de la cirugía, sin embargo pasado un año desde la intervención la influencia comienza a ser positivo para la persona.

Tampoco la alteración del equilibrio parece manifestarse en una de sus modalidades en particular, ya que en aquellos casos en los que se ha encontrado un efecto perjudicial del IC, cinco estudios^(30–32,34,37) habían analizado el equilibrio estático frente a 4 estudios^(28,33,35,38) que evaluaron el estático y el dinámico. Sin embargo, en esta revisión sistemática no se ha encontrado evidencia que afirme que el IC es beneficioso para el mantenimiento del equilibrio dinámico, ya que todos los estudios que lo han analizado establecen un vínculo negativo, siendo el estudio realizado por Le Nobel et al.⁽³⁶⁾ el único que no afirma un efecto perjudicial sobre el equilibrio dinámico, ya que no establece relación entre el IC y el equilibrio.

También se ha considerado la gran diversidad de pruebas y test elegidos para valorar el estado del equilibrio de los participantes, en ausencia de un protocolo estandarizado que permita una comparación exhaustiva. Cabe destacar que tanto el HIT como las pruebas calóricas se ven fuertemente afectadas por la función del canal semicircular, a diferencia de la prueba VEMP que se vincula con la función sacular. En cambio, las pruebas de posturografía (estática y dinámica) están estrechamente relacionadas con los mecanismos compensatorios de rendimiento postural. Además de las evaluaciones de discapacidad vestibular o test de percepción de la vertical subjetiva que ofrecen una impresión subjetiva de la percepción del paciente sobre su equilibrio. En síntesis, es posible que exista afectación del sistema vestibular y por lo tanto alteración en la capacidad para mantener el equilibrio, sin que esto sea percibido por el paciente. Al igual, que puede existir una afectación de los mecanismos compensatorios para el mantenimiento postural sin producirse alteración del sistema vestibular.

Tras el análisis de los trece estudios no se ha obtenido un consenso en cuanto a si el IC influye más sobre un tipo de sistema analizado, ya que existe una amplia disparidad en relación a los resultados extraídos de las pruebas realizadas. Sin embargo, en todos los test en los que se han utilizado modificaciones sensoriales concluyen que las personas que portan IC empeoran su capacidad para mantener el equilibrio cuando se modifica uno de los sistemas sensoriales importantes para no desequilibrarse. Al privarles de la información aportada por el sistema visual, de los seis estudios^(28,30,32–34,37) que lo han comprobado, todos concluyen que el mantenimiento del equilibrio es peor tras la colocación del IC al

compararse con su capacidad previa a la intervención quirúrgica. Además, Ebrahimi et al.⁽²⁸⁾ y Gao et al.⁽³⁰⁾ han realizado la misma modificación sensorial y han comparado los resultados también entre portadores de IC e individuos que no lo poseen y ambos han evidenciado una mayor dificultad para mantener el equilibrio por parte de las personas con IC. A esto debe sumarse el estudio realizado por Kelly et al.⁽³⁴⁾, Suarez et al. y Stevens et al.⁽³⁷⁾ en el que al incluir superficies inestables los resultados obtenidos tras la intervención quirúrgica eran peores que antes de la misma.

También se ha considerado interesante comprobar la relación existente entre el tipo de IC colocado al paciente, pudiendo ser unilateral o bilateral. Existe una gran diferencia entre ambos, ya que en este trabajo se tiene constancia de 145 individuos con IC unilateral frente a 26 con IC bilateral. Curiosamente, el único estudio que afirma la existencia de un vínculo beneficioso entre el IC y el equilibrio es el de Shayman et al.⁽²⁹⁾ en el que la información se ha extraído de sujetos que portan IC bilateral. Contradictoriamente, el estudio realizado por Kelly et al.⁽³⁴⁾, no ha encontrado diferencias significativas entre pacientes con IC unilateral y portadores de IC bilateral. Dado que los pacientes no tienen que poseer necesariamente el mismo umbral auditivo en ambos oídos, tal vez en estudios futuros resultaría interesante comprobar cómo afecta al equilibrio colocar el IC en el oído de mejor audición, o por lo contrario, en el de menor umbral auditivo. De hecho, el ensayo realizado por Maheu et al.⁽³¹⁾ sugiere que el control postural es peor en personas con hipoacusia que reciben el IC en el oído de mayor umbral auditivo, en comparación a aquellas que lo reciben en el oído que posee menor umbral auditivo. Así mismo, la revisión narrativa desarrollada por Melo et al.⁽³⁹⁾ apunta que una buena elección del oído en el que se colocará el IC es fundamental para evitar fallos del propio dispositivo.

La comparación más realizada se ha llevado a cabo entre los diferentes grupos que constituían la muestra del artículo. De todos los artículos que han realizado este tipo de comparación, únicamente Parietti-Winkler et al.⁽³⁾ no ha concluido que los pacientes con IC tienen mayor dificultad para mantener el equilibrio. Pero igual de importante resulta tener en cuenta el estado del sistema vestibular previo a la colocación del IC. Esto quiere decir que se han realizado comparaciones entre los individuos sin ningún tipo de DA con pacientes con hipoacusia que poseen IC; y como bien se ha indicado previamente, existe evidencia que afirma que un amplio porcentaje de personas con DA presentan alteraciones vestibulares. Por lo tanto, en ausencia de IC estas comparaciones ya pueden mostrar un equilibrio más pobre. No obstante las comparaciones pre y postquirúrgicas se han realizado en cinco estudios^(3,30,31,36,37). De nuevo, el único que no ha concluido que el equilibrio

empeora tras la colocación del IC es el realizado por Parietti-Wnikler et al.⁽³⁾. Igualmente, de los cuatro estudios^(29,32,33,36) en los que se hicieron comparaciones entre el IC encendido y apagado, solo el ensayo de Shayman et al.⁽²⁹⁾ ha concluido que el mantenimiento del equilibrio mejora con el dispositivo encendido. Los otros 3 estudios^(32,33,36) no encuentran diferencias significativas. Estos datos sugieren que la alteración del equilibrio no se debe al procesamiento de los inputs auditivos que recibe el paciente, aumentando todavía más las sospechas de que tal vez la colocación del dispositivo en una zona tan próxima a los órganos vestibulares provoca daños en dichas estructuras. Esto podría ser la justificación de que el único estudio⁽²⁹⁾ que concluye que existe una influencia positiva del IC sobre el equilibrio, simplemente haya comparado datos tomados de pruebas en las que se compara el rendimiento vestibular del paciente con el IC encendido y con el IC apagado; sin relacionarlo con un grupo sano ni entre el estado previo y posterior a la cirugía.

Finalmente, existen otras variables, que debido a las grandes diferencias existentes, no se puede establecer un análisis exhaustivo de las mismas. En primer lugar, el tipo de patologías ya que no debemos olvidar que patologías causantes de hipoacusia, como podría ser meningitis o tumores, pueden dar lugar a alteraciones de estructuras vestibulares afectando a este sistema; de manera que la dificultad para mantener el equilibrio podría no fundamentarse en el IC. Igual de importante resulta conocer el tipo de cirugía que ha sido utilizada para la colocación del IC, ya que a pesar de que la técnica más utilizada es la cocleostomía, únicamente el estudio realizado por Kelly et al.⁽³⁴⁾ utiliza como criterio de inclusión que los sujetos se sometieran a la misma técnica quirúrgica utilizada para el IC y mismo cirujano.

7.1. IMPLICACIONES PARA LA INVESTIGACIÓN

Actualmente los estudios existentes que tratan de dar respuesta a la pregunta clínica planteada en esta revisión sistematizada son escasos, además de poseer un nivel de evidencia y grado de recomendación moderado-bajo. Por lo tanto, se necesitan futuras investigaciones al respecto, donde el tamaño de la muestra sea mayor, las características individuales de los participantes sean semejantes, las comparaciones sean equiparables unas con otras y el seguimiento de los pacientes se realice durante un período de tiempo largo.

Además, sería interesante comprobar en un futuro próximo la eficacia que puede ofrecer la fisioterapia como medio para paliar la sintomatología descrita en numerosos pacientes con DA y portadores de IC.

7.2. IMPLICACIONES PARA LA PRÁCTICA CLÍNICA

No se pueden obtener resultados concluyentes al respecto, por lo que no se puede afirmar que exista una influencia negativa de los IC sobre el equilibrio de las personas que lo portan. Sin embargo, la presente revisión sistematizada refleja una necesidad de cubrir a un elevado número de pacientes que como consecuencia de su DA experimentan sintomatología de afectación vestibular. Y dado que no se ha evidenciado en esta revisión sistematizada un efecto positivo del IC sobre esta sintomatología, se necesitan otros métodos de tratamiento para paliar estos déficits vestibulares.

De igual forma, no podemos pasar por alto los resultados obtenidos de la comparación de individuos que han recibido un IC con personas sanas, ya que estos reflejan un alto índice de casos que, tras pasar por una intervención quirúrgica en la que se coloca el IC, sufren alteraciones del equilibrio para las que no reciben tratamiento. Por lo tanto, no parece tan descabellado abrirles las puertas de la fisioterapia, la cual posee herramientas para tratar de paliar dichas alteraciones, y por lo tanto mejorar la calidad de vida del paciente.

Así mismo, me gustaría destacar el hecho de que ocasionalmente se menciona que ocurre un proceso de adaptación al IC, durante el cual la sintomatología vestibular parece disminuir. Considero oportuno y además necesario, reducir el tiempo, los gastos y las consecuencias de este proceso de adaptación y facilitar así la mejora de la capacidad para mantener el equilibrio en el mínimo tiempo posible.

Por último, como se mencionó en el apartado 7.1. Implicaciones para la investigación, para poder llevar a cabo estudios que comprueben la eficacia de la fisioterapia en pacientes con IC y que sufren alteraciones del equilibrio, hace necesario que esta oferta de tratamiento se convierta en una realidad.

8. CONCLUSIONES

- Los estudios analizados en la presente revisión sistemática poseen una evidencia científica y grado de recomendación moderado-bajo.
- No existe evidencia científica que afirme que el IC tenga un efecto positivo sobre la función vestibular.
- Se ha evidenciado una mayor frecuencia de afectación del equilibrio cuando los portadores del IC son niños.

- No existen datos que demuestren que el nivel de afectación del sistema vestibular sea dependiente de la edad de los individuos que portan el IC.
- No se ha podido concluir que el tipo de IC que posee la persona determine la probabilidad de sufrir síntomas vestibulares.
- El reducido tamaño de las muestras junto con la ausencia de un protocolo estandarizado para analizar el equilibrio en pacientes con IC, dificultan la obtención de datos homogéneos desencadenando así una disparidad de resultados difícilmente comparables entre sí.
- No existe evidencia que demuestre que los efectos del IC dependen del tiempo transcurrido desde la intervención quirúrgica.
- Existen datos que avalan que el IC empeora la capacidad para mantener el equilibrio cuando el individuo es sometido a alteraciones sensoriales, tales como OC o superficies inestables, en comparación con individuos sanos y en comparación con su capacidad previa a la cirugía.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Sánchez-Meca J. Cómo realizSánchez-Meca, J. (2010). Cómo realizar una revisión sistemática y un meta-análisis. *Aula Abierta*, 38(2), 53–63.ar una revisión sistemática y un meta-análisis. *Aula Abierta*. 2010;38(2):53–63.
2. Clark GM. I mplantes cocleares. 2002;305–16.
3. Parietti-Winkler C, Lion A, Montaut-Verient B, Grosjean R, Gauchard GC. Effects of Unilateral Cochlear Implantation on Balance Control and Sensory Organization in Adult Patients with Profound Hearing Loss. *Biomed Res Int*. 2015 Oct 25;2015:1–7.
4. Olarieta J. Keywords : 2015;11(91):5445–54.
5. Vallejo LA. *Otología*. 2ª. Panamericana, editor. Madrid: 2004; 440 p.
6. La Web del Implante Coclear [Internet]. Available from: http://implantecoclear.org/index.php?option=com_content&view=frontpage&Itemid=81
7. Rodríguez Jiménez M del C. El implante coclear en niños : su eficacia funcional desde la perspectiva de las familias y los profesionales. 2012. 563 p.
8. Cook JA, Hawkins DB. Hearing loss and hearing aid treatment options. *Mayo Clin Proc*. 2006;81(2):234–7.
9. Acosta Rodríguez VM. *La sordera desde la diversidad cultural y lingüística*. Elsevier M. Barcelona; 2005. 218 p.
10. Oliveira JAA. Implante Coclear. *Med (Ribeirao Preto Online)*. 2014;38(3/4):262.
11. Manrique M, Ramos Á, Pradel B, Cenjor C, Calavia D, Morera C. Survey on the knowledge of cochlear implant indication in the treatment of hearing loss in Spain. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2018;69(5):251–9.
12. Que M, Jiang X, Yi C, Gui P, Jiang Y, Zhou Y-D, et al. Language and Sensory Neural Plasticity in the Superior Temporal Cortex of the Deaf. *Neural Plast*. 2018 May 2;2018:1–17.
13. Stropahl M, Chen L-C, Debener S. Cortical reorganization in postlingually deaf cochlear implant users: Intra-modal and cross-modal considerations. *Hear Res*. 2017 Jan 1;343:128–37.
14. Vitkovic J, Le C, Lee SL, Clark RA. The contribution of hearing and hearing loss to balance control. *Audiol Neurotol*. 2016;21(4):195–202.
15. Maheu M, Sharp A, Pagé S, Champoux F. Congenital deafness alters sensory weighting for postural control. *Ear Hear*. 2017;38(6):767–70.
16. A AAE, B SW, Easson A, Walter S. Hearing-impaired young people – a physician ' s guide. 2017;17(6):521–4.
17. Martín AM. *NeurofisiologíaEquilibrioPostural*. AMMartin. 2004;78.

18. OMS | La sordera y los defectos de audición. WHO. 2017;
19. Manrique M, Valdivieso A, Ruba D, Gimeno-Vilar C, Montes-Jovellar L, Manrique R. Revisión de los criterios audiométricos en el tratamiento de la hipoacusia neurosensorial mediante audífonos y prótesis auditivas implantables. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2008;59(1):30–8.
20. Pérez-Martín J, Artaso MA, Díez FJ. Cost-effectiveness of pediatric bilateral cochlear implantation in Spain. *Laryngoscope*. 2017;127(12):2866–72.
21. Nuestra evidencia | Cochrane [Internet]. Available from: <https://www.cochrane.org/es/evidence>
22. Base de Datos de Fisioterapia Basada en la Evidencia (Español) [Internet].. Available from: <https://www.pedro.org.au/spanish/>
23. National Library of Medicine - National Institutes of Health.
24. What is Scopus Preview? - Scopus: Access and use Support Center [Internet]. Available from: https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/15534/supporthub/scopus/#tips
25. Web Of Science | FECYT [Internet]. Available from: <https://www.fecyt.es/es/recurso/web-science>
26. Cardoso Ribeiro C, Gómez-Conesa A, Hidalgo Montesinos MD. Metodología para la adaptación de instrumentos de evaluación. *Fisioterapia*. 2010 Nov;32(6):264–70.
27. OCEBM Levels of Evidence - CEBM [Internet]. Available from: <https://www.cebm.net/2016/05/ocebm-levels-of-evidence/>
28. Ebrahimi AA, Movallali G, Jamshidi AA, Haghgoo HA, Rahgozar M. Balance performance of deaf children with and without cochlear implants. *Acta Med Iran*. 2016;54(11):737–42.
29. Shayman CS, Mancini M, Weaver TS, King LA, Hullar TE. The contribution of cochlear implants to postural stability. *Laryngoscope*. 2018;128(7):1676–80.
30. Gao Y, Zhang Q, Yan J, Niu X, Han P, Yuan H, et al. Sudden onset of static equilibrium dysfunction in patients receiving a cochlear implant. *Med (United States)*. 2017;96(44):1–7.
31. Maheu M, Pagé S, Sharp A, Delcenserie A, Champoux F. The impact of vestibular status prior to cochlear implantation on postural control: A multiple case study. *Cochlear Implants Int*. 2017;18(5):250–5.
32. Suarez H, Ferreira E, Alonso R, Arocena S, San Roman C, Herrera T, et al. Postural responses applied in a control model in cochlear implant users with pre-lingual hearing loss. *Acta Otolaryngol*. 2016;136(4):344–50.

33. Mazaheryazdi M, Moossavi A, Sarrafzadah J, Talebian S, Jalaie S. Study of the effects of hearing on static and dynamic postural function in children using cochlear implants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2017;100:18–22.
34. Kelly A, Liu Z, Leonard S, Toner F, Adams M, Toner J. Balance in children following cochlear implantation. *Cochlear Implants Int.* 2018;19(1):22–5.
35. Lingala SM, Ghany MGMMhs. Public Access. 2016;25(3):289–313.
36. Le Nobel GJ, Hwang E, Wu A, Cushing S, Lin VY. Vestibular function following unilateral cochlear implantation for profound sensorineural hearing loss. *J Otolaryngol - Head Neck Surg.* 2016;45(1):4–9.
37. Stevens MN, Baudhuin JE, Hullar TE. Short-term risk of falling after cochlear implantation washington university cochlear implant study group. *Audiol Neurotol.* 2014;19(6):370–7.
38. Ibrahim I, Da Silva SD, Segal B, Zeitouni A. Effect of cochlear implant surgery on vestibular function: Meta-analysis study. *J Otolaryngol - Head Neck Surg.* 2017;46(1):1–10.
39. Melo JJ, Gibrin PCD, Marchiori LL de M. Vestibular dysfunction and postural balance in cochlear implant users: a narrative literature review. *Rev CEFAC.* 2018;20(1):101–9.
40. Domínguez Ugidos LJ, Rodríguez Morejón C, Vallés Varela H, Iparraguirre Bolinaga V, Knaster Del Olmo J. Entrenamiento auditivo con ruido blanco de banda ancha. *Acta Otorrinolaringológica Española.* 2013;52(2):111–9.

10. ANEXOS

Anexo 1. Resumen del contenido de la Escala PEDro-Español⁽²⁶⁾.

ÍTEM	TÍTULO	DEFINICIÓN
1	Los criterios de elección fueron especificados.	El estudio describe la fuente de la que se han obtenido los sujetos, además de una lista de criterios de inclusión de los mismos.
2	Los sujetos han sido asignados al azar en los diferentes grupos.	La asignación a los grupos ha sido aleatoria, sin necesidad de especificar el método preciso de aleatorización.
3	La asignación fue oculta.	La persona que determina si un sujeto es susceptible de ser incluido en un estudio desconoce a qué grupo va a ser asignado cuando se toma la decisión.
4	Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes.	El estudio debe describir, como mínimo, una medida de la severidad de la condición tratada y al menos una medida del resultado clave al inicio.
5	Todos los sujetos fueron cegados.	La persona en cuestión no conocía a qué grupo había sido asignado, sin poderse distinguir los tratamientos aplicados a diferentes grupos.
6	Todos los terapeutas que administran la terapia fueron cegados.	El terapeuta no conocía a qué grupo se asignó el sujeto, y por lo tanto no distingue entre los tratamientos aplicados a los distintos grupos.
7	Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados.	Los evaluadores no pueden discriminar si los sujetos han recibido o no el tratamiento.
8	Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos.	El estudio aporta explícitamente el número de sujetos asignados inicialmente a los grupos y el número de sujetos de los que se obtuvieron las medidas de resultado clave.
9	Se presentaron resultados de	Dónde no todos los sujetos recibieron

	todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar".	tratamiento (o condición de control) según fueron asignados y dónde las medidas de los resultados estuvieron disponibles, el análisis se realizó como si los sujetos hubiesen recibido tratamiento (o condición de control) al que fueron asignados.
10	Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave.	La comparación estadística entre los grupos incluye la comparación estadística de un grupo con otro. Esto puede implicar la comparación simple de los resultados medidos después del tratamiento administrado, o una comparación del cambio experimentado por un grupo con el cambio del otro grupo.
11	El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.	Debe describirse el efecto del tratamiento como la diferencia en los resultados de los grupos, o como el resultado en cada uno de los grupos.

Anexo 2. Resumen del contenido de la Escala Oxford⁽²⁷⁾.

GRADO DE RECOMENDACIÓN	NIVEL DE EVIDENCIA	FUENTE
A	1a	Revisión sistemática de ensayos clínicos aleatorizados, con homogeneidad, o sea que incluya estudios con resultados comparables y en la misma dirección
	1b	Ensayo clínico aleatorizado individual (con intervalos de confianza estrechos)
	1c	Eficacia demostrada por la práctica clínica y no por la experimentación
B	2a	Revisión sistemática de estudios

		de cohortes, con homogeneidad, o sea que incluya estudios con resultados comparables y en la misma dirección
	2b	Estudios de cohortes individual y ensayos clínicos aleatorios de baja calidad (<80% de seguimiento)
	2c	Investigación de resultados en salud
	3a	Revisión sistemática de estudios de casos y controles, con homogeneidad, o sea que incluya estudios con resultados comparables y en la misma dirección
	3b	Estudios de casos y controles individuales
C	4	Serie de casos y estudios de cohortes y casos y controles de baja calidad

*Si tenemos un único estudio con intervalos de confianza amplios o una revisión sistemática con heterogeneidad estadísticamente significativa, se indica añadiendo el signo (-) al nivel de evidencia que corresponda y la recomendación que se deriva es una D

Anexo 3. Características de los estudios

Título	Autores	Año de publicación	Tipo de estudio	Nivel de calidad	Nivel de evidencia y grado de recomendación
Balance Performance of Deaf Children With and Without Cochlear Implants⁽²⁸⁾	Amir-Abbas Ebrahimi, Guita Movallali, Ali-Ashraf Jamshidi, Hojjat Allah Haghgoo, and Mehdi Rahgozar	2016	Estudio descriptivo transversal	Escala PEDro: 6/10	Escala Oxford: C4
The contribution of Cochlear Implants to Postural Stability⁽²⁹⁾	Corey S. Shayman, BS; Martina Mancini, PhD; Tyler S. Weaver, MD; Laurie A. King, PhD, PT; Timothy E. Hullar, MD	2017	Ensayo clínico controlado	Escala PEDro: 6/10	Escala Oxford: B 2b
Sudden onset of static equilibrium dysfunction in patients receiving a cochlear implant⁽³⁰⁾	Ying Gao, MDa, Qing Zhang, PhDa, Jing Yan, MDa, Xiaorong Niu, MDb, Peng Han, MDb, Haifeng Yuan, MDa, Juan Hu, PhDa, Bo Liu, PhDc, Min Xu, PhDa.	2017	Ensayo clínico controlado	Escala PEDro: 5/10	Escala Oxford: B 2b
Balance in children	Andrew Kelly, Zhaobo Liu,	2017	Estudio	Escala PEDro:	Escala Oxford:

following cochlear implantation ⁽³⁴⁾	Shanna Leonard, Fearghal Toner, Mark Adams & Joseph Toner			observacional de casos y controles	5/10	B3b
The impact of vestibular status prior to cochlear implantation on postural control: A multiple case study ⁽³¹⁾	Maxime Maheu, Sara Pagé, Andréanne Sharp, Audrey Delcenserie & François Champoux	2017		Estudio observacional de casos y controles	Escala PEDro: 5/10	Escala Oxford: B 2b
Effect of cochlear implant surgery on vestibular function: meta-analysis study ⁽³⁸⁾	Iman Ibrahim, Sabrina Daniela da Silva, Bernard Segal and Anthony Zeitouni	2017		Meta-análisis		Escala Oxford: C4
Vestibular function following unilateral cochlear implantation for profound sensorineural hearing loss ⁽³⁶⁾	Gavin J. le Nobel, Euna Hwang, Adrian Wu, Sharon Cushing and Vincent Y. Lin	2016		Estudio descriptivo longitudinal	Escala PEDro: 5/10	Escala Oxford: C4

Postural responses applied in a control model in cochlear implant users with pre-lingual hearing loss⁽³²⁾	Hamlet Suarez, Enrique Ferreira, Rafael Alonso, Sofia Arocena, Cecilia San Roman, Tamara Herrera & Valeria Lapilover	2016	Ensayo clínico controlado	Escala PEDro: 6/10	Escala Oxford: C4
Effects of Unilateral Cochlear Implantation on Balance Control and Sensory Organization in Adult Patients with Profound Hearing Loss⁽³⁾	Cécile Parietti-Winkler, Alexis Lion, Bettina Montaut-Verient, Rémy Grosjean, and G�erome C. Gauchard	2015	Estudio observacional de casos y controles	Escala PEDro: 7/10	Escala Oxford: B 3b
Vestibular, Visual Acuity and Balance Outcomes in Children with Cochlear Implants: A Preliminary Report⁽³⁵⁾	Lingala, Shilpa MD; Ghany, Marc G MD	2016	Estudio observacional de casos y controles	Escala PEDro: 6/10	Escala Oxford: B 3b
Study of the effects	Malihah Mazaheryazdi,	2017	Ensayo clínico	Escala PEDro:	Escala Oxford:

of hearing on static and dynamic postural function in children using cochlear implants⁽³³⁾	Abdollah Moossavi, Javad Sarrafzadah, Saeed Talebian, Shohreh Jalaie			controlado		5/10	B 2b
Short-Term Risk of Falling after Cochlear Implantation⁽³⁷⁾	Madelyn N. Stevens Jacqueline E. Baudhuin Timothy E. Hullar	2014		Estudio descriptivo longitudinal	Escala PEDro:	5/10	Escala Oxford: C4
Vestibular dysfunction and postural balance in cochlear implant users: a narrative literature review⁽³⁹⁾	Juliana Jandre Melo, Paula Carolina Dias Gibrin, Luciana Lozza de Moraes Marchiori	2018		Revisión narrativa			Escala Oxford: C4

Anexo 4. Calidad metodológica de los artículos analizada a través de la Escala PEDro.

	Criterios de selección	Asignación aleatoria	Asignación oculta	Grupos similares	Sujetos cegados	Terapeutas cegados	Evaluadores cegados	Seguimiento adecuado	Análisis por intención de tratar	Comparación entre grupos	Medidas puntuales de variabilidad	Puntuación total
Ebrahimi et al. ⁽²⁸⁾	Sí	No	No	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	6/10
Shayman et al. ⁽²⁹⁾	Sí	No	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	6/10
Gao et al. ⁽³⁰⁾	Sí	No	No	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	5/10
Kelly et al. ⁽³⁴⁾	Sí	No	No	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	5/10
Maheu et al. ⁽³¹⁾	No	No	No	No	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	5/10
Le Nobel et al. ⁽³⁶⁾	Sí	No	Sí	Sí	No	No	No	No	Sí	Sí	Sí	5/10
Suarez et al. ⁽³²⁾	No	No	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	6/10
Parietti-Winkler et al. ⁽³⁾	Sí	No	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	7/10
Lingala & Ghany. ⁽³⁵⁾	No	No	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	6/10
Mazaheryazdi et al. ⁽³³⁾	Sí	No	Sí	Sí	No	No	No	No	Sí	Sí	Sí	5/10
Stevens et al. ⁽³⁷⁾	Sí	No	No	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	5/10

Anexo 5. Nivel de evidencia y grado de recomendación de los artículos en base a la escala Oxford.

Estudio	Grado de recomendación	Nivel de evidencia
Ebrahimi et al. ⁽²⁸⁾	C	4
Shayman et al. ⁽²⁹⁾	B	2b
Gao et al. ⁽³⁰⁾	B	2b
Kelly et al. ⁽³⁴⁾	B	3b
Maheu et al. ⁽³¹⁾	B	2b
Ibrahim et al. ⁽³⁸⁾	C	4
Le Nobel et al. ⁽³⁶⁾	C	4
Suarez et al. ⁽³²⁾	C	4
Parietti-Winkler et al. ⁽³⁾	B	3b

Lingala & Ghany. ⁽³⁵⁾	B	3b
Mazaheryazdi et al. ⁽³³⁾	B	2b
Stevens et al. ⁽³⁷⁾	C	4
Melo et al. ⁽³⁹⁾	C	4

Anexo 6. Características de los participantes.

Estudio	Muestra	Criterios de inclusión	Tipo de patología	Tipo de IC
Ebrahimi et al. (28)	N=145 niños <ul style="list-style-type: none"> - 35 niños con IC - 60 niños con DA - 50 niños sanos 	<ul style="list-style-type: none"> - Edad comprendida entre 7 y 12 años - No alteraciones cognitivas, físicas, visuales y/o neurológicas. 	Pérdida auditiva neurosensorial bilateral congénita o adquirida en edad temprana	<ul style="list-style-type: none"> - 35 con IC unilateral
Shayman et al. (29)	N=13 adultos	<ul style="list-style-type: none"> - Ser mayor de edad - Umbral auditivo <45 dB - No alteración cognitiva - Comprensión hablada de inglés - Capacidad de deambulación independiente 	No especificada	<ul style="list-style-type: none"> - 11 con IC bilateral - 2 con dispositivos bimodales (IC+otro dispositivo auditivo)
Gao et al. (30)	N=77 niños y adultos <ul style="list-style-type: none"> - 25 participantes a los que se le colocará IC - 24 participantes con hipoacusia a los que no se les colocará IC - 28 participantes sin hipoacusia ni IC 	Para el grupo con IC: <ul style="list-style-type: none"> - No padecer otras patologías auditivas - Tímpanos en estado óptimo - Presión del oído medio - Estructura normal del oído interno - No antecedentes de trastornos 	Grupo portador de IC: <ul style="list-style-type: none"> - 25 pacientes pérdida auditiva neurosensorial profunda bilateral congénita. Grupo sin hipoacusia ni IC: <ul style="list-style-type: none"> - 8 pacientes con hipertrofia adenoidea - 2 pacientes con masa en el cuello - 4 pacientes con sinusitis crónica 	IC unilateral: <ul style="list-style-type: none"> - 21 en oído derecho - 4 en oído izquierda

		<p>neurológicos</p> <p>Para el grupo sin hipoacusia ni IC:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Audición normal sin alteraciones auditivas actuales o pasadas. - Sin sintomatología de otitis media - No alteraciones del equilibrio. <p>Para el grupo con hipoacusia pero sin IC:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El foco de la infección no asienta sobre el oído interno. 	<ul style="list-style-type: none"> - 10 pacientes con amigdalitis crónica <p>Grupo con hipoacusia pero sin IC:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 16 pacientes con otitis media supurativa crónica - 12 pacientes con otitis media colesteatomatosa unilateral. 	
Kelly et al. ⁽³⁴⁾	<p>N=30 niños</p> <ul style="list-style-type: none"> - Casos: 20 - Controles: 10 	<p>Para los grupos con IC:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Misma técnica quirúrgica utilizada para el IC y mismo cirujano - Operados entre 2013 y 2015 - No acueducto vestibular agrandado <p>Para el grupo control:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Audición normal - No diagnóstico médico actual o pasado de lesiones que afecten al equilibrio 	<ul style="list-style-type: none"> - 2 con meningitis neumocócica - 1 por quimioterapia - 1 sordera sindrómica - 16 de etiología desconocida 	<p>10 con IC unilateral:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 9 en el oído derecho - 1 en el oído izquierdo. <p>10 con IC bilateral</p>

Maheu et al. ⁽³¹⁾	N=17 adultos - 4 adultos con IC - 13 adultos sin IC	No especificados	- 3 de origen desconocido - 1 por ototoxicidad	Unilateral: - 2 en el oído izquierdo - 2 en el oído derecho
Ibrahim et al. ⁽³⁸⁾	N=942 adultos			- Unilateral o bilateral
Le Nobel et al. ⁽³⁶⁾	N=12 adultos	- Capacidad de participación en todas las evaluaciones - No cirugía otológica previa.	Pérdida auditiva neurosensorial: - 5 de etiología desconocida - 1 inducida por ruido - 1 autoinmune - 1 repentina - 1 por sarampión - 1 por exposición a drogas ototóxicas - 1 por enfermedad mitocondrial - 1 congénita	Unilateral: - 9 en el oído derecho - 3 en el oído izquierdo
Suarez et al. ⁽³²⁾	N=30 niños - 18 niños con IC - 12 niños sanos	Grupo con IC: - No alteraciones cognitivas y/o musculoesqueléticas.	Sordera profunda pre-lingual: - 8 de origen desconocida - 2 con síndrome de Waardengurg - 4 con mutación del gen de la conexina 26 - 2 por hipoxia perinatal - 2 por ototoxicidad por gentamicina.	No especificado.
Parietti-Winkler et al. ⁽³⁾	N=20 adultos - Casos:10 - Controles: 10	- No enfermedades del SNC - No afectaciones ortopédicas - No alteraciones de tronco y/o MMII que	Pérdida auditiva profunda neurosensorial bilateral sin beneficios con dispositivos auditivos:	IC unilateral multicanal: - 4 en el oído izquierdo - 6 en el oído derecho

		afecten al mantenimiento de la postura.	<ul style="list-style-type: none"> - 6 de origen desconocido - 1 por sordera genética - 1 por síndrome de Cogan - 2 por otosclerosis 	
Lingala & Ghany. ⁽³⁵⁾	N= 38 niños y adultos <ul style="list-style-type: none"> - Casos: 11 niños - Controles: 12 niños - Tercer grupo: 15 adultos 	El grupo control: <ul style="list-style-type: none"> - No historial de pérdida auditiva, vértigos, mareos u otras alteraciones neurológicas. 	No especificado	Bilateral y unilateral: <ul style="list-style-type: none"> - 3 IC bilaterales - 4 en el oído derecho - 4 en el oído izquierdo
Mazaheryazdi et al. ⁽³³⁾	N= 25 niños	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida auditiva bilateral profunda ≥ 90 dB con IC unilateral - Hipofunción vestibular basada en la prueba calórica VEMP - Mismo nivel de cognición y función de equilibrio basado en el trail making test y en el test de Bruininks-Oseretsky para todos los pacientes. - Sin antecedentes de alteración neurológica, mental ni ortopédica. 	Pérdida auditiva neurosensorial profunda: <ul style="list-style-type: none"> - 11 idiopática - 1 por meningitis - 13 con antecedentes familiares 	Unilateral: <ul style="list-style-type: none"> - 21 en el oído derecho - 4 en el oído izquierdo
Stevens et al. ⁽³⁷⁾	N=16 adultos	<ul style="list-style-type: none"> - Edad ≥ 18 años - Sometidos a 1 IC o a 	No descritas	14 Unilateral: <ul style="list-style-type: none"> - 7 en el oído derecho

		<p>la colocación de un segundo IC en el lado contralateral</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad para hablar inglés - No problemas ortopédicos que impidan la posición bípeda - Capacidad de seguir las instrucciones requeridas para la realización de las pruebas 		<ul style="list-style-type: none"> - 7 en el oído izquierdo <p>2 bilateral:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 al oído derecho - 1 al oído izquierdo
Melo et al. ⁽³⁹⁾	N=1020 personas (adultos y niños)	-		- Unilateral o bilateral

Anexo 7. Características de la intervención

Estudio	Tiempo desde la colocación del IC	Modificación del IC durante la prueba	Entorno de la prueba	Alteraciones sensoriales
Ebrahimi et al. ⁽²⁸⁾	No especificado	Encendido durante toda la prueba	Área silenciosa sin distracciones	OA y OC.
Shayman et al. ⁽²⁹⁾	≥ 4 meses	Encendido y apagado	Se aplicó ruido blanco de banda ancha durante toda la prueba, colocado a 1 metro	Descalzos Superficies cada vez más inestables

			directamente frente a los participantes.	OC
Gao et al. ⁽³⁰⁾	1 a 3 días antes de la colocación Y 3 a 5 días después de la intervención	Encendido durante toda la prueba	De pie en una plataforma lo más quieto posible.	OA y OC
Kelly et al. ⁽³⁴⁾	Grupo con IC bilateral: entre 4 y 10 años tras la cirugía Grupo con IC unilateral: entre 5 y 11 años tras la cirugía	Encendido durante toda la prueba	De pie sobre la tabla de equilibrio de la Wii™	OA y OC Con superficie estable e inestable
Maheu et al. ⁽³¹⁾	Antes de la cirugía y de 1 a 5 meses tras la colocación del IC	Encendido durante toda la prueba	De pie sobre una plataforma de fuerza sin zapatos	OA y OC Con superficies estables y inestables Tarea cognitiva: contar hacia atrás desde mil
Ibrahim et al. ⁽³⁸⁾		No especificado		

Le Nobel et al. ⁽³⁶⁾	Antes de la cirugía, pasada 1 semana y pasado 1 mes	Encendido y apagado	En un ambiente silencioso. Las pruebas se realizaron en sedestación, a excepción del test get up and go para el cual el paciente pasaba de sedestación a bipedestación y viceversa	No mencionadas
Suarez et al. ⁽³²⁾	Pasados entre 5 y 14 años desde la colocación del implante	Encendido y apagado	De pie en una plataforma de fuerza	OA y OC Superficies estables e inestables
Parietti-Winkler et al. ⁽³⁾	Pre colocación del implante y un año después de la intervención	Encendido durante toda la prueba	Para valoración vestibular: sedestación en una silla giratoria con los OA en una habitación oscura Para valoración del equilibrio: bipedestación con un arnés colocado y descalzos sobre una superficie movable. Mirando directamente a una imagen situada delante. Con un evaluador situado cerca	OA y OC Movilizaciones del entorno visual Movilizaciones de la superficie sobre la que se encuentra en bipedestación

			para evitar caídas.	
Lingala & Ghany. (35)	Entre 63 y 202 meses	Encendido durante toda la prueba	<p>Para las pruebas de VEMP el paciente se encontraba recostado.</p> <p>Para el HIT el paciente se sienta en una silla con un objetivo visual delante.</p> <p>Para el test de la silla rotatoria el paciente se encuentra en sedestación en una silla rotatoria.</p> <p>Para las pruebas de función del equilibrio el paciente se encontraba en bipedestación, a excepción de la prueba de agudeza visual, en la que se encontraba en sedestación.</p>	<p>OA y OC</p> <p>Estímulos auditivos</p> <p>Cambios de velocidad de movimiento</p> <p>Incorporación de obstáculos</p> <p>Movilidad de la superficie sobre la que se encuentra</p>
Mazaheryazdi et al. (33)	Entre 3 y 4 años tras la colocación del IC	Encendido y apagado	En bipedestación sobre una plataforma de fuerza, en frente de una campana que marcaba las órdenes	<p>OA y OC</p> <p>Ejercicios de doble tarea</p> <p>Disminución del área de</p>

				sustentación
Stevens et al. ⁽³⁷⁾	2 semanas antes de la operación y 2 semanas después de la misma	Encendido durante toda la prueba	Bipedestación sobre una espuma En la prueba prequirúrgica se utilizaron audífonos con una reducción de ruido de -26dB para evitar distracciones por ruidos externos	OA y OC Superficies inestables
Melo et al. ⁽³⁹⁾		Encendido y apagado		

Anexo 8. Otras variables analizadas por los autores

Estudio	Otras variables analizadas
Lingala & Ghany. ⁽³⁵⁾	Relación entre el grado de pérdida vestibular, la agudeza visual y los resultados del equilibrio.
Stevens et al ⁽³⁷⁾	Calcularon el riesgo de caída.

Anexo 9. Modalidad y método de medición del equilibrio

Estudio	Tipo de equilibrio analizado	Test y pruebas	Otras
Ebrahimi et al. ⁽²⁸⁾	Estático y dinámico	Test de competencias motoras Bruininks-Oseretsky	
Shayman et al. ⁽²⁹⁾	Estático	Test de Romberg	Se les preguntaba a los pacientes antes y después del test si notaban que su equilibrio era mejor con los dispositivos encendidos o apagados, o si no encontraban diferencia
Gao et al. ⁽³⁰⁾	Estático	Posturografía estática	
Kelly et al. ⁽³⁴⁾	Estático	Posturografía estática usando el Wii Balance Board™ y la aplicación de Vestio™ durante el test clínico de integración sensorial y equilibrio modificado	
Maheu et al. ⁽³¹⁾	Estático	Plataforma de fuerza realizando el test clínico de integración sensorial y equilibrio modificado	
Ibrahim et al. ⁽³⁸⁾	Estático y dinámico	- HIT -Prueba calórica vestibular -VEMP	

		-Test de discapacidad vestibular -Posturografía dinámica computarizada	
Le Nobel et al. ⁽³⁶⁾	Estático y dinámico	Prueba de percepción de la vertical visual subjetiva Test de discapacidad vestibular HIT Test get up and go	Se les pasó el test de discapacidad vestibular antes de operarse y 1 mes después
Suarez et al. ⁽³²⁾	Estático	El consumo total de energía del centro de la señal de presión del cuerpo	
Parietti-Winkler et al. ⁽³⁾	Estático	Videonistagmografía y prueba calórica Test clínico de integración sensorial y equilibrio modificado	
Lingala & Ghany. ⁽³⁵⁾	Estático y dinámico	Para la función vestibular: <ul style="list-style-type: none"> - Prueba de VEMP - HIT por video - Test de la silla giratoria Para el equilibrio: <ul style="list-style-type: none"> - Índice dinámico de la marcha - Postura de una sola pierna con OA y OC - Test de organización sensorial - Test de agudeza visual 	
Mazaheryazdi et al. ⁽³³⁾	Estático y dinámico	Plataforma de fuerza mientras se solicitan las siguientes pruebas: <ul style="list-style-type: none"> - Mantener la posición - Tareas duales - Mantener la posición sobre una pierna 	
Stevens et al. ⁽³⁷⁾	Estático	Prueba clínica de integración sensorial en el equilibrio	Se les realiza una pregunta abierta, tras la

		modificada Test de discapacidad vestibular	cirugía, si consideran que su equilibrio era el mismo, mejor o peor
Melo et al. ⁽³⁹⁾	Estático y dinámico	-Prueba calórica vestibular -Electronistagrafía -VEMP -Test postural con alteraciones sensoriales - HIT por vídeo -Test get up and go -Posturografía dinámica	

Anexo 10. Características de la comparación realizada.

Estudio	Características de la comparación
Ebrahimi et al. ⁽²⁸⁾	Comparaciones entre los 3 grupos: entre paciente con IC, paciente con DA y pacientes sanos.
Shayman et al. ⁽²⁹⁾	Comparaciones dentro del mismo grupo: entre IC encendido y IC apagado
Gao et al. ⁽³⁰⁾	Comparaciones entre los 3 grupos. Comparaciones en el grupo con IC: entre pre-colocación del IC y post-colocación del IC Comparaciones en el grupo con DA: entre pre-colocación del IC y post-colocación del IC Comparaciones en el grupo sin IC ni DA: entre pre-cirugía y post-cirugía
Kelly et al. ⁽³⁴⁾	Comparaciones entre casos y controles
Maheu et al. ⁽³¹⁾	Comparaciones en el grupo con IC: entre pre-cirugía y post-cirugía. Comparaciones entre el grupo con IC y el grupo sano.
Ibrahim et al. ⁽³⁸⁾	Comparaciones entre pre-cirugía y post cirugía
Le Nobel et al. ⁽³⁶⁾	Comparaciones entre pre-cirugía y post-cirugía Comparaciones entre el IC encendido y el IC apagado

Suarez et al. ⁽³²⁾	Comparación entre el IC encendido y el IC apagado Comparación entre pacientes con IC y pacientes sanos
Parietti-Winkler et al. ⁽³⁾	Comparación entre pre-intervención y post-intervención Comparación entre casos y controles
Lingala & Ghany. ⁽³⁵⁾	Comparación entre edades Comparación entre casos y controles
Mazaheryazdi et al. ⁽³³⁾	Comparaciones en un grupo con IC ante diferentes alteraciones sensoriales Comparaciones entre el IC encendido y el IC apagado
Stevens et al. ⁽³⁷⁾	Comparaciones entre pre-implantación y post-implantación
Melo et al. ⁽³⁹⁾	Comparaciones entre pre-cirugía y post-cirugía

Anexo 11. Síntesis del análisis del meta-análisis y revisión narrativa.

	Estudios incluidos	Bases de datos utilizadas	Criterios de inclusión
Ibrahim et al. ⁽³⁸⁾	27 estudios: -16 estudios prospectivos -5 artículos sin especificar - 2 estudios de cohortes retrospectivos -1 estudio de cohortes prospectivo -1 estudio piloto prospectivo -1 estudio retrospectivo observacional -1 estudio de casos y controles	-MEDLINE -PubMed -EMBASE -Web of Science -Cochrane Library	-Publicación entre 1995 y 2016 -Escritos en inglés y/o francés -Participantes mayores de edad -Ensayos que han utilizado pruebas estandarizadas para comprobar el estado del sistema vestibular y del equilibrio antes y después de la cirugía
Melo et al. ⁽³⁹⁾	21 estudios: -9 estudios prospectivos -3 estudios transversales -2 estudios de casos y controles -2 estudios de cohortes prospectivos	-SciELO -LILACS -PubMED	-Publicación entre 2010 y 2017 -Estudios prospectivos y retrospectivos con comparaciones pre y post colocación del IC - Redactados en portugués e inglés - Ensayos realizados en humanos,

-2 estudios de cohortes retrospectivo -1 estudio retrospectivo -1 estudio retrospectivo y prospectivo -1 estudio transversal prospectivo	ya sean niños y/o adultos
---	---------------------------

Anexo 12. Resumen de los resultados obtenidos en los artículos analizados.

Estudio	Resultado
Ebrahimi et al. ⁽²⁸⁾	<p>La puntuación total de equilibrio en el grupo de AA es menor que en el de audición normal.</p> <p>Todas las puntuaciones fueron mejores en los no implantados a excepción del ítem de mantenerse de pie sobre una pierna con los OC sobre una plataforma de equilibrio.</p> <p>La omisión de la visión, en comparación con el grupo sano, genera muchas dificultades para mantener el equilibrio en sujetos con DA.</p>
Shayman et al. ⁽²⁹⁾	<p>Los IC estabilizan la cabeza durante la posición bípeda, al mismo tiempo que reducen, aunque en menor medida, las reacciones posturales de la zona lumbar. Por lo tanto la información auditiva aporta estabilidad en pacientes con IC bilateral.</p> <p>Además, el 85% de los individuos (11/13) mantenían mejor el equilibrio con los dispositivos encendidos</p> <p>El IC tiene un efecto dirección-dependiente, ya que funciona satisfactoriamente en dirección ánteroposterior.</p>
Gao et al. ⁽³⁰⁾	<p>Pre y post cirugía dentro del grupo con IC se encontraron diferencias significativas en la velocidad de balanceo cuando se les solicitaba mantener los OC.</p> <p>En la comparación del grupo sin IC, pre y post, solo se encontraron diferencias en la velocidad y longitud de balanceo con OA.</p> <p>En el grupo con otitis media no se observaron diferencias en ninguno de los parámetros.</p> <p>Conclusión: el IC parece influir en la función del equilibrio estático pasada 1 semana desde la cirugía. Siendo mayor cuando se encuentran con los OC.</p>
Kelly et al. ⁽³⁴⁾	Se hallaron diferencias estadísticamente significativas en la función

	<p>vestibular ente el grupo control y los dos grupos implantados. Pero no se encuentran diferencias significativas entre la implantación bilateral y unilateral.</p> <p>Todos los niños mostraban mayor dificultad para mantener el equilibrio con OC sobre una superficie inestable.</p> <p>Se concluye que se sugiere que la implantación puede tener un efecto perjudicial en la función vestibular.</p>
Maheu et al ⁽³¹⁾	<p>Todos los pacientes sordos tenían una función vestibular alterada antes de la colocación del implante. Los resultados sugieren una disminución importante en el rendimiento postural después de la cirugía de IC o, en otras palabras, un aumento del riesgo de caídas. Además se sugiere que el control postural será peor en las personas sordas que reciben el IC en el oído con la función vestibular normal que en las que lo reciben en una oreja con una función vestibular anormal.</p>
Ibrahim et al ⁽³⁸⁾	<p>La cirugía del IC puede afectar a los resultados de las pruebas calóricas, HIT y VEMP. No se detectó efecto significativo en la posturografía o en las puntuaciones del test de discapacidad vestibular. Los estudios mostraron que algunas puntuaciones postoperatorias fueron peores después del IC.</p> <p>La edad y etiología de la pérdida auditiva afectan a la función vestibular después de la intervención.</p> <p>Por lo que se recomienda comunicar a los receptores del dispositivo este posible riesgo.</p>
Le Nobel et al ⁽³⁶⁾	<p>En el postoperatorio inmediato la percepción de la vertical visual subjetiva dio resultados más anormales que en la preoperatoria.</p> <p>La mayoría de los pacientes mostraron puntuaciones del test de discapacidad vestibular leve. 5 pacientes demostraron una mejora de las puntuaciones y 2 empeoradas.</p> <p>No diferencias significativas con el get up and go con IC on y off.</p> <p>La prueba de empuje de la cabeza no mostró cambios en la función vestibular en ninguno de los oídos operados entre pre y 1 mes después con el IC activado o desactivado.</p> <p>Conclusión: la cirugía de IC y la actividad del mismo no han tenido efectos sobre la función vestibular y el equilibrio.</p>
Suarez et al ⁽³²⁾	<p>Cuando el dispositivo está encendido, tienen OA y con superficie estable no hay diferencias en los dos grupos ni tampoco con el consumo de</p>

	<p>energía.</p> <p>Cuando se apaga el dispositivo no se observan grandes diferencias, pero cuando se utiliza superficie inestable y se cierran los ojos el receptor vestibular es la principal fuente de información postural, se ven diferencias significativas, por lo que la información vestibular en pacientes con IC no es suficiente para mantener una reacción postural precisa como en el grupo sano.</p>
Parietti-Winkler et al. ⁽³⁾	<p>El IC unilateral no es perjudicial para el rendimiento postural. Sin embargo, la estabilidad postural mejora pasado 1 año de la implantación.</p>
Lingala & Ghany. ⁽³⁵⁾	<p>Los niños con pérdida vestibular se recuperarán funcionalmente, debido a la plasticidad.</p> <p>Sin embargo el 50% de los niños con IC tiene pérdida vestibular significativa. Además de que previamente al implante ya poseen déficits vestibulares, la colocación del mismo aumenta los riesgos de sufrir una pérdida vestibular adicional. Estos no se recuperan naturalmente a los niveles de sus compañeros sanos, para actividades que requieren información vestibular.</p> <p>Se recomienda elegir bien el oído adecuado para la implantación coclear.</p>
Mazaheryazdi et al. ⁽³³⁾	<p>Se observa que modificando solo OA y OC su control es mejor con OA.</p> <p>La tarea dual no muestra diferencias entre el on y el off.</p>
Stevens et al. ⁽³⁷⁾	<p>Una gran proporción de pacientes sometidos a IC sufrieron pérdida de la función de equilibrio inmediatamente después de la cirugía, esta pérdida fue lo suficientemente significativa como para aumentar el riesgo de caída sustancial.</p> <p>Más de la mitad de los sujetos tuvieron peor desempeño de equilibrio después de la cirugía que antes.</p> <p>El riesgo de caídas aumentó en más de la mitad de los pacientes después de la cirugía.</p> <p>El rendimiento del equilibrio entre los miembros con historial de desequilibrios preexistentes antes de la cirugía son más propensos a empeorar que entre aquellos con equilibrio normal antes de la operación.</p>
Melo et al. ⁽³⁹⁾	<p>Los resultados son contradictorios, demostrando que el sistema vestibular y el equilibrio son un tema muy complejo. No se extraen conclusiones claras.</p>

