

VNIVERSITAT DE VALÈNCIA

FACULTAT DE MEDICINA I ODONTOLOGIA

Departament de Cirurgia



**IMPLANTACIÓN COCLEAR BILATERAL EN
NIÑOS.
COMPARATIVA CON LA IMPLANTACIÓN
UNILATERAL Y LA ESTIMULACIÓN BIMODAL**

TESIS DOCTORAL

Presentada por:

VICENTE ESCORIHUELA GARCÍA

Dirigida por:

Prof. D. JAIME MARCO ALGARRA

Dr. D. ANTONIO MORANT VENTURA

Enero 2020

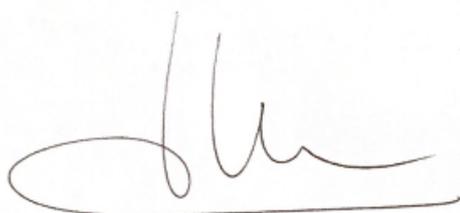
JAIME MARCO ALGARRA, Doctor en Medicina y Cirugía, Catedrático de Otorrinolaringología de la Universidad de Valencia y Jefe del Servicio de Otorrinolaringología del Hospital Clínico Universitario de Valencia.

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

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado “IMPLANTACIÓN COCLEAR BILATERAL EN NIÑOS. COMPARATIVA CON LA IMPLANTACIÓN UNILATERAL Y LA ESTIMULACIÓN BIMODAL” realizado por D. Vicente Escorihuela García ha sido llevado a cabo bajo nuestra estrecha dirección y reúne, a nuestro juicio, las condiciones necesarias para ser leído y defendido como Tesis Doctoral en la Universidad de Valencia.

Para que así conste y para los oportunos efectos, firmamos la presente en Valencia a 26 de Diciembre de 2019.



Fdo. Prof. D. Jaime Marco Algarra



Fdo. Dr. D. Antonio Morant Ventura

AGRADECIMIENTOS

Al Prof. Jaime Marco Algarra, por ofrecerme la idea de realizar este proyecto y por formarme no sólo como profesional sino también como persona. Quiero agradecerle todo el apoyo y confianza que deposita en mí cada día.

Al Dr. Antonio Morant Ventura, por su cercanía, sus conocimientos y, sobre todo, por su inestimable ayuda a la hora de llevar a cabo este trabajo.

A las Dras. M^a Ignacia Pitarch Ribas y Emilia Latorre Monteagudo, por su inmensa dedicación en esta materia, por su siempre amable colaboración y por su fundamental contribución para que este trabajo fuera posible.

A mi hermana y a mi padre, por su paciencia y apoyo.

A mi pareja, por animarme en cada paso de este largo proceso.

Y, por último y especialmente, a mi madre, porque todo en esta vida se lo debo a ella. Gracias por estar siempre a mi lado.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

| | |
|---|----|
| 1. Situación actual de la hipoacusia infantil..... | 8 |
| 2. Clasificación | 10 |
| 3. Diagnóstico | 11 |
| 3.1. Métodos de exploración auditiva básica en niños/as | 12 |
| 3.1.1. Audiometría conductual con refuerzo visual | 13 |
| 3.1.2. Audiometría conductual de actuación | 14 |
| 3.1.3. Audiometría conductual de juego o lúdica | 15 |
| 3.1.4. Audiometría tonal | 15 |
| 3.1.5. Audiometría vocal | 16 |
| 3.2. Exploraciones complementarias. Pruebas auditivas objetivas | 17 |
| 3.2.1. Otoemisiones acústicas | 17 |
| 3.2.2. Potenciales evocados auditivos | 18 |
| 3.3. Diagnóstico etiológico y niveles de rentabilidad diagnóstica | 18 |
| 4. Tratamiento y rehabilitación | 20 |
| 4.1. Adaptación protésica | 20 |
| 4.1.1. Estructura | 21 |
| 4.1.2. Tipos | 22 |
| 4.1.3. Evolución tecnológica de los audífonos | 24 |
| 4.1.4. Corrección auditiva con prótesis acústica en un niño/a con hipoacusia de percepción bilateral | 25 |
| 4.1.5. Seguimiento evolutivo | 28 |
| 4.2. Implantación coclear | 29 |
| 4.2.1. Estructura | 29 |
| 4.2.2. Selección de pacientes | 32 |
| 4.2.2.1. Evaluación audiométrica | 33 |
| 4.2.2.2. Evaluación del lenguaje | 35 |
| 4.2.2.3. Evaluación de los aspectos comunicativos | 38 |
| 4.2.2.4. Evaluación psicológica | 40 |
| 4.2.2.5. Criterios anatómicos | 42 |

| | |
|---|----|
| 4.2.3. Resultados de la implantación coclear en la población pediátrica pre y perilocutiva | 44 |
| 4.2.3.1.Resultados auditivos y lingüísticos | 44 |
| 4.2.3.2.Resultados psicológicos | 47 |
| 4.2.3.3.Resultados con la implantación coclear bilateral | 47 |
| 4.2.3.4.Estimulación bimodal e implantación coclear bilateral | 50 |

OBJETIVOS

| | |
|-------------------------------|----|
| 1. Hipótesis de trabajo | 53 |
| 2. Objetivos concretos | 53 |

MATERIAL Y MÉTODOS

| | |
|-----------------------------------|----|
| 1. Financiación | 55 |
| 2. Autorizaciones | 55 |
| 3. Diseño del estudio | 55 |
| 3.1. Criterios de inclusión | 57 |
| 3.2. Criterios de exclusión | 58 |
| 3.3. Tamaño muestral | 58 |
| 3.4. Variables contempladas | 59 |
| 3.4.1. Cualitativas | 59 |
| 3.4.2. Cuantitativas | 60 |

RESULTADOS

| | |
|--|----|
| 1. Resultados en función del tipo de dispositivo de ayuda auditiva | 61 |
| 1.1. Variables cualitativas | 61 |
| 1.1.1. Sexo | 61 |
| 1.1.2. Etiología | 62 |
| 1.1.3. Casa comercial | 63 |
| 1.2. Variables cuantitativas | 65 |
| 1.2.1. Edad | 68 |
| 1.2.2. Audiometría tonal | 69 |

| | |
|--|-----|
| 1.2.3. Cuestionarios de IT-Mais, Nottingham y LittleEars | 78 |
| 1.2.4. Pruebas verbales | 85 |
| 2. Resultados en función del dispositivo de ayuda auditiva en cada grupo de edad | 89 |
| 2.1. Grupo de niños/as menores de 2 años | 89 |
| 2.1.1. Audiometría tonal | 89 |
| 2.1.2. Cuestionarios de IT-Mais, Nottingham y LittleEars | 98 |
| 2.1.3. Pruebas verbales | 103 |
| 2.2. Grupo de niños/as entre los 2 y los 6 años | 107 |
| 2.2.1. Audiometría tonal | 107 |
| 2.2.2. Cuestionarios de IT-Mais, Nottingham y LittleEars | 115 |
| 2.2.3. Pruebas verbales | 120 |
| 3. Resultados en función de la edad para cada grupo de estimulación auditiva | 124 |
| 3.1. Audiometría tonal | 124 |
| 3.1.1. Implantados unilateralmente | 127 |
| 3.1.2. Implantados unilateralmente con audífono en oído contralateral | 130 |
| 3.1.3. Implantados bilateralmente | 133 |
| 3.2. Cuestionarios de IT-Mais, Nottingham y LittleEars | 136 |
| 3.2.1. Implantados unilateralmente | 139 |
| 3.2.2. Implantados unilateralmente con audífono en oído contralateral | 141 |
| 3.2.3. Implantados bilateralmente | 143 |
| 3.3. Pruebas verbales | 145 |
| 3.3.1. Implantados unilateralmente | 147 |
| 3.3.2. Implantados unilateralmente con audífono en oído contralateral | 148 |
| 3.3.3. Implantados bilateralmente | 149 |

DISCUSIÓN

| | |
|---|-----|
| 1. Evaluación de la muestra | 152 |
| 2. Evaluación de los resultados auditivos | 153 |

| | |
|---|-----|
| 2.1. Resultados en función del dispositivo de ayuda auditiva | 154 |
| 2.2. Resultados en función del dispositivo de ayuda auditiva en cada grupo de edad | 158 |
| 2.3. Resultados en función de la edad para cada grupo de estimulación auditiva | 161 |
| | |
| CONCLUSIONES | 165 |
| | |
| BIBLIOGRAFÍA | 167 |
| | |
| GLOSARIO DE ABREVIATURAS | 177 |

INTRODUCCIÓN

1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA HIPOACUSIA INFANTIL

Según la Organización Mundial de la Salud, se dice que alguien sufre hipoacusia cuando su umbral de audición en ambos oídos es igual o superior a 25dB. Por su parte, se define la hipoacusia discapacitante como aquella pérdida de audición superior a 40dB en el oído con mejor audición en los adultos y superior a 30dB en el oído con mejor audición en los niños/as. 466 millones de personas en todo el mundo padecen pérdida de audición discapacitante, de las cuales 34 millones son niños/as, según los últimos datos actualizados de 2018 de esta organización [1].

La hipoacusia es el desorden sensorial más frecuente al nacimiento, con una incidencia de 1 a 3 por 1.000 recién nacidos [2] y una prevalencia superior que cualquiera de las enfermedades y síndromes que se rastrean habitualmente al nacer (tres veces mayor que el síndrome de Down, seis veces mayor que la espina bífida y cincuenta veces mayor que la fenilcetonuria) [2-3]. Según la Comisión para la Detección Precoz de la Hipoacusia (CODEPEH), en España, cada año hay aproximadamente 2500 nuevas familias con un hijo/a con déficit auditivo, de los que se estima que 500 presentan hipoacusia profunda [4-5].

La incidencia concreta de hipoacusia severa-profunda bilateral en los recién nacidos es de alrededor del 1 por mil. Si además se trata de recién nacidos con factores de riesgo para hipoacusia, esta incidencia se multiplica por diez [4]. La incidencia de hipoacusia unilateral varía del 0.8 al 2.7 por mil, y la de la hipoacusia leve bilateral, del 0.4 al 1.3 por mil, pudiendo representar más del 40% de las hipoacusias permanentes infantiles [2,4]. El 80% de las hipoacusias infantiles son congénitas y aproximadamente un 20% se desarrollan en los primeros años de la vida. Pero la prevalencia de la hipoacusia permanente continúa creciendo durante la infancia y alcanza una tasa del 2.7 por mil antes de los cinco años de edad y del 3.5 por mil en la adolescencia, consecuencia de la hipoacusia tardía y progresiva [2-3].

La hipoacusia perceptiva profunda en los niños/as impide la adquisición

normal del lenguaje y de la palabra. Y es que a través de la audición, el niño/a aprende “por imitación” el habla y, por medio de éste, desarrolla la comunicación y adquiere conocimiento [6]. Aunque el órgano auditivo ha madurado antes del nacimiento, las conexiones nerviosas aferentes y la corteza auditiva sólo se desarrollan morfológica y funcionalmente bajo la influencia del estímulo sonoro y además, como otras funciones biológicas, con una precisa cronología. La adquisición del lenguaje depende de un “periodo crítico” comprendido entre el nacimiento y los tres años. Un niño/a que no tenga contacto con el sonido durante ese tiempo, nunca logrará la competencia lingüística acorde con su potencial [7]. A medida que el niño/a crece, la privación auditiva genera una reorganización cortical donde, por ejemplo, los impulsos visuales se expanden hacia las áreas auditivas corticales secundarias; de forma que, la duración de la sordera antes del tratamiento se correlaciona negativamente con la capacidad para percibir y utilizar el lenguaje hablado después de iniciado el mismo [8]. El sentido del oído no sirve exclusivamente para oír, aprender a hablar, controlar la voz y comunicarse, sino que tiene otras funciones asociadas al desarrollo global del individuo. Cuando la sordera es profunda, bilateral y de inicio temprano, la falta de tratamiento puede llevar a la instauración de un amplio síndrome psico-social, con problemas psico-afectivos derivados del aislamiento, alteraciones del comportamiento, falta de desarrollo intelectual y dificultades en la integración social [7-8].

El factor que presenta mayor impacto en la evolución de este tipo de hipoacusias es la edad a la que se realiza el diagnóstico y a la que se inicia el tratamiento. Aunque, como ya se ha mencionado, es una de las patologías más prevalentes al nacimiento, es difícil de reconocer sin pruebas objetivas y pasa fácilmente desapercibida en los primeros años de vida. Si bien algunos pacientes muestran reconocidos síndromes o malformaciones, la mayoría de los niños/as con hipoacusia no presentan otras alteraciones. Antes del advenimiento del cribado auditivo universal, se seleccionaba a los pacientes objeto de estudio siguiendo un registro de alto riesgo, evaluándose la audición sólo de aquellos recién nacidos que presentaban alguno de los antecedentes de riesgo de hipoacusia. Este procedimiento sólo detectaba el 50% de las hipoacusias congénitas [9,10]. Pero la implantación del cribado auditivo universal en los años noventa consiguió que la edad de identificación de los niños/as con estas hipoacusias descendiera de los treinta a los seis meses,

motivo por el cual actualmente está recomendada, por todos los organismos nacionales e internacionales, la realización del cribado durante el primer mes, el diagnóstico antes de los tres meses y para los niños/as con hipoacusia, el inicio del tratamiento a los seis meses (regla “1-3-6”) [11-13].

Respecto al tratamiento de estas hipoacusias, vivimos en una época de rápido desarrollo tecnológico que ha influido en los medios de amplificación auditiva. La digitalización de los audífonos y el uso del implante coclear han permitido que, en los niños/as diagnosticados precozmente donde se ha decidido un tipo de comunicación auditiva/verbal, se alcance una destreza lingüística que llega a ser similar a la de los de su misma edad; pero mejorar la agudeza auditiva mediante esta tecnología no garantiza, per se, el desarrollo de la discriminación sonora o del lenguaje hablado. Los niños/as con déficit auditivo requieren un entrenamiento intensivo de la audición y del lenguaje por parte de profesionales expertos, así como por parte de su familia, que debe participar activamente en el proceso de intervención/habilitación [2,4,8].

Con el diagnóstico precoz y los avances en el campo de la genética y de la imagen, se ha incrementado el interés por conocer la etiología de la hipoacusia infantil; pero es necesaria una aproximación metódica, basada en la historia clínica y exploración física, antecedentes familiares, lateralidad y grado de hipoacusia, para llegar, en un 50-60% de pacientes, a conocer la causa definitiva o probable [2,8,14].

2. CLASIFICACIÓN

La importancia del diagnóstico precoz de la hipoacusia es un hecho reconocido, tanto de forma científica como empírica, desde hace décadas. Esto ha promovido la instauración de los programas de cribado neonatal universal de la hipoacusia. Dentro de este proceso, la necesidad de contar con un protocolo de diagnóstico etiológico ha pasado a ser uno de los principales focos de interés de los profesionales implicados (Figura 1). El límite entre las hipoacusias de causa genética y las de causa ambiental no está claramente definido. Pese a que se calcula que el 60-70% de las sorderas de inicio precoz son de causa genética y el 30-40% de causa ambiental, la presencia de una de estas últimas causas no excluye la existencia de una predisposición genética [15-16].

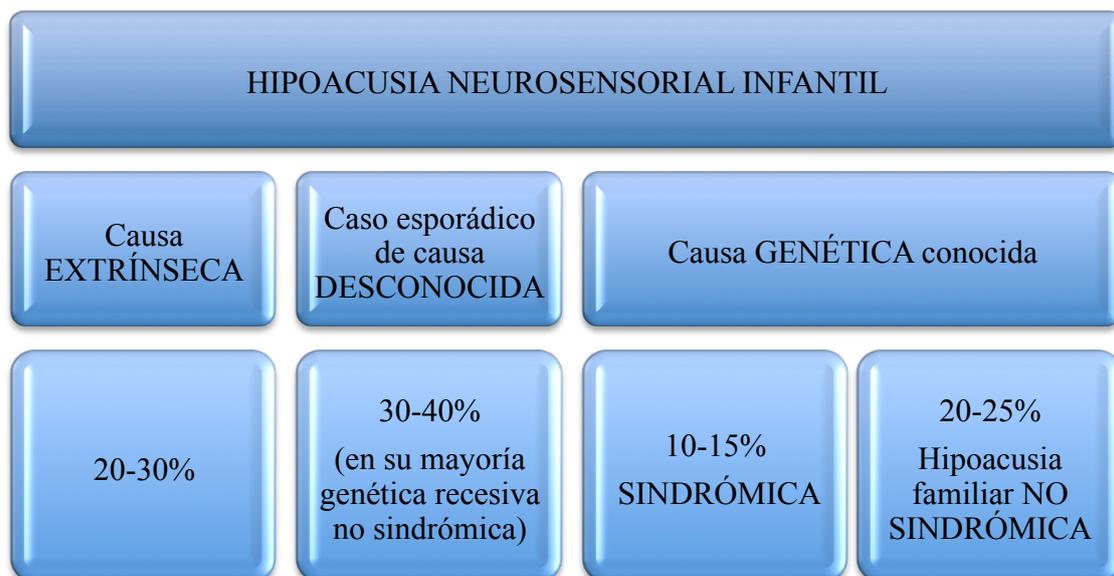


Figura 1.- Etiología de las hipoacusias perceptivas infantiles.

La identificación de la causa de la hipoacusia de forma precoz tiene numerosas ventajas: evita costosas e innecesarias pruebas, reduce el estrés de los progenitores y del niño/a, permite ofrecer consejo genético, si procede, y nos proporciona información acerca del pronóstico, pudiendo identificar e incluso anticipar potenciales problemas médicos coexistentes. Todo ello también sirve de guía para una actuación terapéutica exitosa. En este momento, frente a la práctica de llevar a cabo extensas baterías de costosas pruebas de forma simultánea en todo niño/a con hipoacusia, se hace necesario establecer un algoritmo que guíe al profesional para llegar a un diagnóstico etiológico de forma eficiente, habida cuenta los importantes avances en el campo de la genética molecular, fundamentalmente, así como en el diagnóstico por imagen. En cualquier caso, este estudio debe llevarse a cabo de manera que no entorpezca ni retrase la intervención temprana.

3. DIAGNÓSTICO

Debido a que el desarrollo del lenguaje está en juego, el diagnóstico de toda hipoacusia infantil debe ser considerado una urgencia. La audición normal es necesaria no sólo para la correcta adquisición del lenguaje sino también para el adecuado desarrollo psicológico del niño/a y para conseguir un buen rendimiento en la escuela. Será obligatorio valorar la audición ante la aparición de dificultades en

cualquiera de estos tres ámbitos. El retraso del lenguaje se manifiesta incluso antes del año de vida, con la aparición del balbuceo; el desfase con respecto a las adquisiciones normales debe hacer sospechar la existencia de hipoacusia (ausencia de sílabas variadas entre los seis y nueve meses, ausencia de respuesta a órdenes simples o a su nombre a los doce meses, ausencia de palabras a los dieciocho meses...). Respecto a los trastornos del comportamiento, puede que el niño/a se muestre agitado, desobediente y agresivo o todo lo contrario, excesivamente tranquilo y que no se relacione con los demás. Por último, en cuanto al rendimiento escolar, ya en la guardería se puede sospechar la existencia de hipoacusia ante la ausencia de reacción a las consignas o dificultades en la expresión oral [17].

Por tanto, ante la sospecha de trastorno auditivo, debe practicarse cuanto antes la exploración auditiva, ya que la precocidad del diagnóstico de hipoacusia es un factor pronóstico.

3.1. Métodos de exploración auditiva básica en niños/as

La otoscopia y la impedanciometría aportan muy poca información al diagnóstico de las hipoacusias neurosensoriales en la infancia, ya que no son pruebas auditivas como tal. Sólo nos van a permitir descartar la presencia de moco en caja timpánica. Las pruebas acumétricas ayudan a diferenciar entre las hipoacusias de transmisión y las neurosensoriales, pero en los niños/as de corta edad son difícilmente valorables y la información que puedan aportar no siempre es fiable [18-19].

La audiometría tonal es la única prueba que nos proporciona información sobre todo el campo de frecuencias a todas las intensidades. La técnica se adaptará al desarrollo y capacidades de atención del niño/a, pero lo que está claro es que el condicionamiento es absolutamente necesario para que esta prueba sea fiable en menores de cinco años [17,20-21]. Este condicionamiento está basado en los modelos de Pavlov y nos permite hablar de tres tipos de audiometrías condicionadas: visual, de actuación y lúdica (Figura 2).

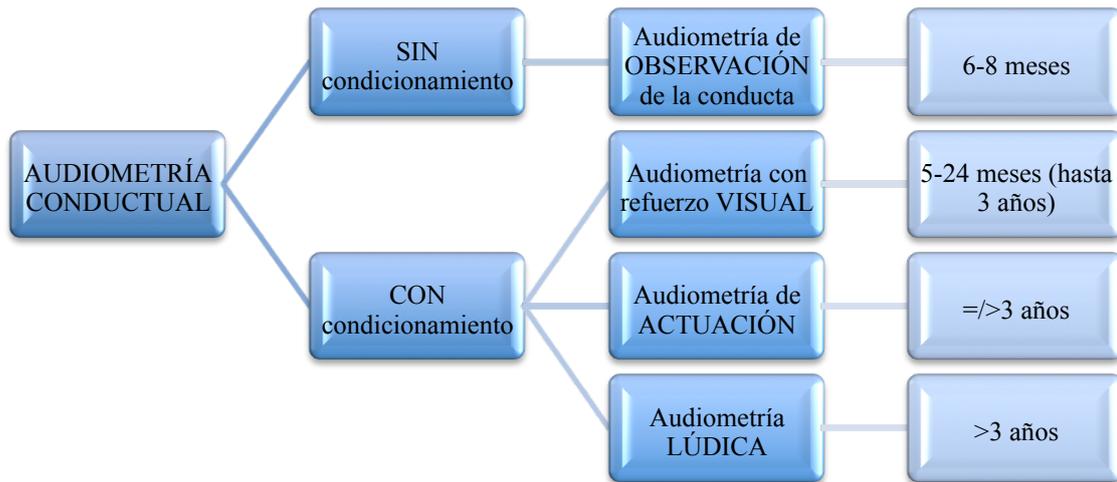


Figura 2.- Esquema de los tipos de audiometría conductual y las edades recomendadas para su máximo rendimiento.

3.1.1. AUDIOMETRÍA CONDUCTUAL CON REFUERZO VISUAL

Alrededor de los cinco meses, el lactante comienza a localizar el sonido en un plano lateral. Consiste en producir varias veces un sonido fuerte asociado a una estimulación visual lúdica; a continuación se le presenta sólo el sonido y es entonces cuando el niño/a espera obtener dicha recompensa visual.

La prueba se desarrolla con el niño/a sentado encima de uno de sus progenitores. El ayudante distrae al niño/a con un juguete no sonoro. El explorador, colocado fuera del alcance visual del niño/a, presenta un estímulo tonal o verbal a través de un audiómetro y esto despierta en el niño/a la necesidad de interrumpir lo que está haciendo y girarse a la fuente sonora; en ese momento, un juguete colocado al lado del altavoz empieza a moverse e iluminarse (Figura 3). Al repetir varias veces lo mismo, el niño/a esperará atento el sonido y se girará inmediatamente en busca de su recompensa visual. De esa manera queda establecido el condicionamiento [22]. Al emitirse los sonidos con un audiómetro clásico, podemos valorar las distintas frecuencias y se va modificando la intensidad de 10 en 10dB hasta encontrar el nivel mínimo de respuesta, es decir, el nivel de intensidad del estímulo más bajo que provoca una respuesta conductual coherente. El uso de este término en lugar de umbral implica que la conducta de respuesta puede mejorar al madurar el niño/a [23].

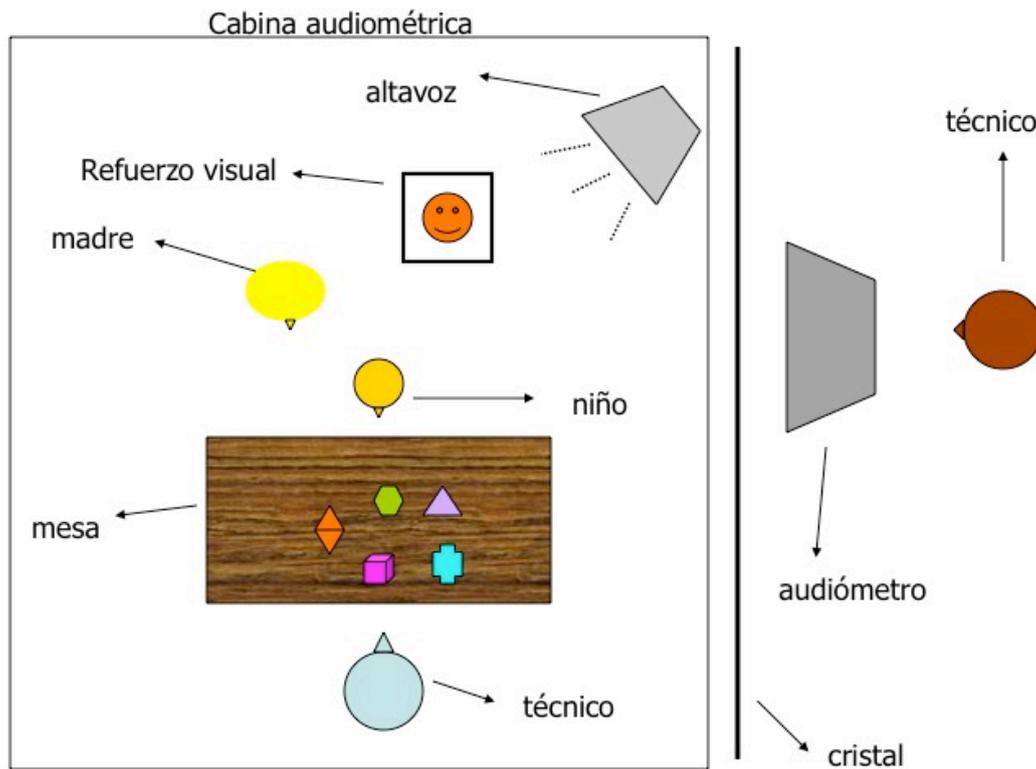


Figura 3.- Esquema de la disposición de los elementos durante la realización de la audiometría de refuerzo visual.

Si bien esta prueba ha sido diseñada para llevarse a cabo en campo libre a través de un altavoz, se ha observado que conforme el niño/a coge confianza, se puede utilizar el vibrador óseo para obtener información de la reserva coclear o los auriculares para obtener información específica de cada oído por separado [24].

3.1.2. AUDIOMETRÍA CONDUCTUAL DE ACTUACIÓN

A partir de los dieciocho meses el niño/a pierde su interés por el refuerzo visual y el empleo de un esfuerzo motor puede resultar más atractivo, ya que exige cierta colaboración y aplicación de técnicas más precisas. Esta técnica suele ser útil hasta los cuatro años de edad aproximadamente y sería el paso intermedio entre la audiometría con refuerzo visual y la lúdica.

En este caso el niño/a se coloca delante de una pantalla y es instruido, mediante ensayos previos, para que cada vez que oiga un sonido accione un pulsador.

Cuando esto ocurre se pone en marcha un juguete electrónico o una proyección de dibujos animados. Si el niño/a pulsa en ausencia de sonido o no pulsa en presencia del mismo, no aparecerá recompensa lúdica. La determinación de los umbrales se realiza de forma similar que en el apartado anterior [24].

3.1.3. AUDIOMETRÍA CONDUCTUAL DE JUEGO O LÚDICA

El juego es un gran motivador en niños/as. Esta técnica se recomienda a partir de los tres años y hasta que sea eficaz. En este caso, al percibir los estímulos sonoros el niño/a debe realizar una acción, como montar un rompecabezas, tirar bolas a una cesta, insertar clavijas o apilar cubos (Figura 4). Si el condicionamiento del niño/a es el adecuado, podemos obtener respuestas a las distintas frecuencias e intensidades y obtener así la curva audiométrica tonal [24].

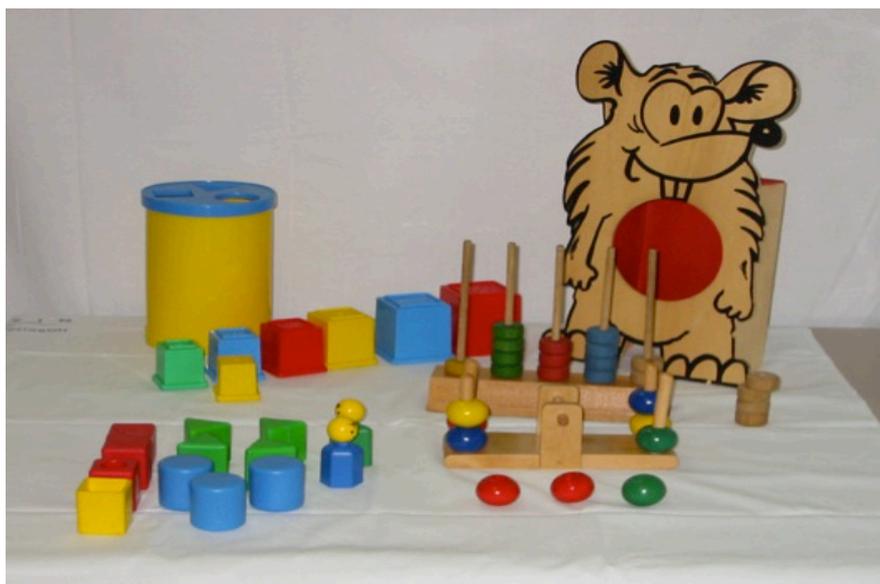


Figura 4.- Diferentes tipos de juego utilizados en la audiometría lúdica.

3.1.4. AUDIOMETRÍA TONAL

A partir de los cinco años la colaboración de los niños/as suele ser buena, obteniendo resultados similares a los adultos. Las frecuencias que deben examinarse en un niño/a son, al menos, 500, 1000 y 2000Hz; si la colaboración es buena se puede ampliar a 250, 3000 y 4000Hz. Una vez explorada la vía aérea se procede a investigar la vía ósea igual que en los adultos [24].

Pero si en la audiometría, con o sin condicionamiento, al niño/a le cuesta seguir nuestras indicaciones o sus respuestas resultan dudosas, es la audiometría vocal la que nos va a sacar de dudas.

3.1.5. AUDIOMETRÍA VOCAL

Pese a que, desde un punto de vista teórico, la audiometría de actuación puede resultar atractiva, en la práctica, el intervalo de edad que cubre se superpone al de la audiometría lúdica, lo cual supone una etapa de vacío que se extiende desde los dos a los tres años de edad. En este período puede resultar de gran utilidad la conocida como audiometría verbal de emergencia [24].

En realidad el niño/a a estas edades puede no tener todavía lenguaje, pero es completamente capaz de reconocer palabras y cumplir órdenes sencillas. Con ello podemos intentar la prueba de la mirada de los cuatro juguetes diseñada por McCormick: se precisan cuatro ítems con sonidos pareados similares y con los que el niño/a esté familiarizado. La prueba se lleva a cabo con el niño/a sentado sobre uno de los progenitores y con los cuatro juguetes o imágenes de objetos familiares colocados bien espaciados en una mesa delante (Figura 5); sólo debemos observar cómo la mirada del pequeño/a señala cada uno de esos juguetes o imágenes en función de nuestras órdenes. El resultado se define como el umbral mínimo al que el pequeño/a es capaz de reconocer al menos tres de los cuatro ítems [25]. De esta manera queda configurada la primera audiometría vocal o de emergencia, empleada cuando el niño/a no se condiciona y nuestras estrategias de refuerzo operante no nos proporcionan información de umbrales tonales.



Figura 5.- Imágenes de ámbito familiar utilizadas en la audiometría vocal de emergencia.

En los niños/as de más de cinco años se puede realizar la audiometría vocal convencional: en una cabina insonorizada, con auriculares o altavoces, se presentan listas de palabras bisilábicas pertenecientes al vocabulario habitual de niños/as de estas edades y fonéticamente equilibradas. Cada lista de palabras se presenta a diferentes intensidades y el niño/a al escucharlas debe repetir las. Se anotan el número de términos comprendidos a cada intensidad y diseñamos la curva de inteligibilidad, que nos informa del umbral de inteligibilidad, mínimo nivel auditivo al que pueden identificarse el 50% de las palabras, y el porcentaje de discriminación, proporción de palabras comprendidas a un nivel de intensidad situado a 35dB por encima del umbral de inteligibilidad [24].

3.2. Exploraciones complementarias: Pruebas auditivas objetivas

1.2.1. OTOEMISIONES ACÚSTICAS

Las otoemisiones acústicas sólo nos ofrecen una respuesta binaria sin proporcionarnos información sobre el umbral auditivo. Si están presentes significa

que los umbrales auditivos son inferiores a 40dB y no se detectan en caso de que esos umbrales sean mayores a 40dB. Sin embargo, son una excelente prueba de cribado, detectando aquellos casos en los que la audición está debajo de lo normal [13,17].

1.2.2. POTENCIALES EVOCADOS AUDITIVOS

Los potenciales evocados auditivos miden el umbral auditivo en las frecuencias 2000-4000Hz [13]. Su utilidad después del estudio audiométrico es fundamental en tres situaciones:

- en aquellos casos en los que sólo se ha conseguido la exploración auditiva en campo libre, para establecer si la audición es simétrica;
- en niños/as diagnosticados de trastorno del comportamiento o retraso en el desarrollo, en los que la audiometría condicionada no resulta fiable;
- y en los niños/as con gran retraso del lenguaje en los que la realización de las pruebas vocales es difícil; estos niños/as pueden padecer una neuropatía auditiva que altera considerablemente su percepción de la palabra, lo que se manifiesta mediante un gran deterioro de estos potenciales [17].

3.3. Diagnóstico etiológico: Niveles de rentabilidad diagnóstica [5]

La correcta orientación etiológica requiere la recogida exhaustiva de los antecedentes familiares y personales, incluyendo los factores de riesgo y una detallada exploración física, así como la realización, cuando sea preciso y en relación con estos apartados, de los estudios complementarios pertinentes, teniendo en cuenta siempre que este tipo de pruebas no pueden producir un retraso en la actitud terapéutica de estos niños/as.

La secuencia recomendada para el diagnóstico etiológico de la sordera infantil, de acuerdo con los distintos niveles de rentabilidad diagnóstica, de mayor a menor, es la siguiente:

- *Primer nivel diagnóstico:*

Anamnesis y exploración física. Realizar un árbol genealógico detallado a través de la historia familiar. Recoger datos acerca de factores de riesgo de

hipoacusia. Tomar en consideración, dentro de la exploración física completa, datos acerca de estigmas relacionados con hipoacusias sindrómicas.

- *Segundo nivel diagnóstico:*

Se debe buscar la etiología genética. El primer paso recomendado es analizar la presencia de mutaciones en el gen GJB2 y de deleciones en GJB6. Si no es posible identificar la causa de la sordera tras el análisis de estos genes, el siguiente paso debe ser la secuenciación de un panel de genes. Ofrecer al paciente y a sus familiares la secuenciación de su exoma, destinado a identificar nuevos genes implicados en hipoacusias hereditarias en los casos en los que, tras el adecuado proceso diagnóstico, no se ha identificado una causa de la sordera. No olvidar que un resultado negativo sólo indica que no se ha detectado una mutación en los genes analizados pero no excluye la posibilidad de que la causa de la sordera sea genética. Se debe investigar en la historia del paciente la existencia de estudios previos por PCR positivos para el CMV en las tres primeras semanas de vida, lo que definiría la presencia de infección congénita. Se puede aprovechar la extracción sanguínea del estudio genético para la realización del estudio de la infección por CMV por PCR, en el caso de que éste no se haya podido determinar con anterioridad, siendo conscientes que, a partir de las dos o tres semanas de vida, un resultado positivo a la presencia del virus tiene un valor incierto para el diagnóstico de la infección congénita. Hacer el seguimiento de los niños/as infectados por CMV de forma congénita al menos durante seis años, con revisiones más frecuentes a los más afectados, dado que la sordera por CMV congénito es fluctuante y, con frecuencia, postnatal.

- *Tercer nivel diagnóstico:*

Tanto la tomografía computarizada como la resonancia magnética son métodos adecuados y, en distintas situaciones, complementarios para el diagnóstico etiológico de las hipoacusias infantiles. Considerar la técnica que conlleve la mínima radiación para el paciente a la hora de elegir el tipo de prueba a aplicar en el proceso diagnóstico. Tener en cuenta la edad del paciente y el momento más idóneo para la realización de las pruebas. En la patología malformativa del oído externo y del oído medio, la técnica de elección es la tomografía computarizada. Es aconsejable esperar a los tres años de edad siempre que no se necesite por alguna otra causa. Es mejor utilizar la tomografía computarizada de tipo Cone Beam, dado que es la que emite la

mínima radiación y es muy eficiente para el diagnóstico. La resonancia magnética es la técnica de elección en las malformaciones del oído interno, conducto auditivo interno y cerebro. Teniendo en cuenta que las lesiones del oído interno son la causa más frecuente de hipoacusia neurosensorial infantil, la resonancia magnética debe ser el primer estudio de imagen.

- *Cuarto nivel diagnóstico:*

Valorar la determinación de hormonas tiroideas, análisis de orina u otras determinaciones analíticas orientadas a la detección de síndromes concretos, según sospecha clínica. También valorar la realización de un electrocardiograma en los niños/as sordos con síncope.

- *Quinto nivel diagnóstico:*

Siempre es necesaria la exploración oftalmológica complementaria, que puede además orientar hacia infecciones concretas o síndromes asociados a sordera.

4. TRATAMIENTO Y REHABILITACIÓN

4.1. Adaptación protésica

Podemos definir la audición como el medio de comunicación y de percepción de todo el entorno sonoro. En esta función juega un papel clave el sistema sensorial auditivo, capaz de recibir los distintos sonidos ambientales y percibir e interpretar la palabra hablada.

Cuando existe una lesión en este sistema sensorial que somos incapaces de solucionar, todavía es posible compensar el defecto auditivo adaptando una prótesis acústica, que permitirá modificar el estímulo sonoro para que aproveche las capacidades residuales de la cóclea. La mayoría de las sorderas que no somos capaces de resolver son las debidas a lesión coclear y en ellas existe, no sólo una afectación tonal, sino también un reclutamiento y una disminución de la discriminación. En estos casos las prótesis deben cumplir la función de amplificador pero también deben modificar el estímulo para adaptarlo a las capacidades alteradas de la cóclea.

La función del audífono es la de transferir la energía sonora correspondiente a la dinámica normal de la palabra a los valores de la dinámica residual auditiva del paciente hipoacúsico, en las mejores condiciones posibles.

4.1.1. ESTRUCTURA [26]

Un audífono consta de tres componentes esenciales: dos electroacústicos, llamados transductores y uno eléctrico, que es el amplificador o procesador de la señal (Figura 6). Los transductores convierten la energía acústica en eléctrica (micrófono) y la eléctrica en acústica (auricular).

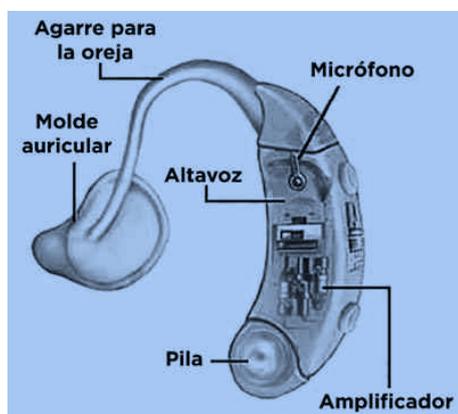


Figura 6.- Partes de un audífono.

- *Micrófono:*

El micrófono puede funcionar de dos maneras diferentes: como captador de presión, donde el mensaje es el mismo sea cual sea la incidencia del sonido; o como captador de gradiente de presión, según la disposición de los tubos de entrada permite una direccionalidad. Los micrófonos pueden montarse por pares y esto permite obtener una hiperdireccionalidad. La bobina inductiva que presentan la mayoría de los audífonos en paralelo al micrófono está destinada a captar el campo magnético emitido por un circuito de inducción, al cual pueden conectarse aparatos como el teléfono, la televisión, la radio...

- *Auricular:*

Es el transductor habitual de salida. Todos los auriculares utilizados en los audífonos son electromagnéticos, es decir, la conversión de energía la realizan

aprovechando el campo magnético que genera una corriente eléctrica cuando circula por un conductor. Dentro de este campo magnético circula un elemento ferromagnético que va unido a la membrana; este movimiento de la membrana es el que provoca la vibración sonora.

- *Amplificador:*

Los audífonos pueden llevar amplificadores analógicos o bien digitales, con procesadores de señal. El principio de funcionamiento del audífono y sus capacidades deben diferenciarse según se trate de una ayuda analógica con ajuste digital o de un audífono realmente digital. Desde un punto de vista electrónico, una información analógica se puede manipular de forma limitada, mientras que una información digital se puede tratar de forma ilimitada, lo que supone un incremento exponencial de las posibilidades que ofrecen los audífonos que incorporan este tipo de tecnología: mayor flexibilidad y precisión, mayor calidad del sonido, menor tamaño y mayor miniaturización.

4.1.2. TIPOS [26,27]

Los audífonos actualmente pueden ser de varias tipologías (Figura 7). La diferencia entre ellas vendrá marcada por su tamaño y ubicación en el pabellón o en la apófisis mastoidea:

- *Audífonos retroauriculares (BTE):*

Son los más usados. Su diseño ergonómico permite ser adaptados detrás del pabellón auricular y el enlace con el conducto auditivo externo se consigue mediante un tubo con un molde ajustado a medida. Su uso está indicado en pérdidas graves y profundas y también en pérdidas menos importantes si el tamaño del conducto o el propio paciente así lo exigen.

- *Audífonos RIC o RITE (auricular en el canal o en el oído):*

De la misma manera que los previos, su diseño permite que sean adaptados detrás del pabellón auricular, pero en este caso canalizan el sonido al conducto auditivo externo mediante un auricular que se aloja en el mismo conducto. Su principal ventaja es que, al estar el auricular más alejado del micrófono, evitan el

efecto Larsen o de reamplificación.

- *Audífonos intraauriculares:*

Quedan alojados en la concha auricular gracias a una carcasa de acrílico hecha a medida y que en su interior contiene todos los componentes del audífono. Están indicados en pérdidas leves y moderadas, sobre todo en agudos. Mantienen el efecto natural del oído externo, lo que facilita la localización del sonido, aprovechan la amplificación natural a altas frecuencias y la entrada del sonido está en el interior de la concha, con los consiguientes beneficios de ganancia protésica.

- *Audífonos intracanal:*

Van colocados en la parte más externa del conducto auditivo. Su indicación se restringe a pérdidas ligeras a medias. Al tener que reducir el tamaño de la pila y del auricular, pierden potencia.

- *Audífonos completamente intracanal (CIC):*

Es el tipo de audífono más pequeño que existe; se inserta totalmente dentro del conducto auditivo, por lo que queda totalmente disimulado. El audífono cuenta con un pequeño hilo fijado a la carcasa para que el usuario lo pueda extraer fácilmente del oído. Al igual que el anterior, su potencia se ve reducida por su escaso tamaño y no son apropiados para pérdidas auditivas severas; sin embargo, se beneficia de una menor cavidad residual, lo que proporciona un aumento de la presión sonora a nivel timpánico.

- *Audífonos Open Fit:*

Su colocación es retroauricular pero su diseño, que evita la oclusión completa del conducto, permite mantener ventilado el oído en caso de enfermedad crónica del mismo.

- *Varillas auditivas:*

El amplificador, el micrófono y el auricular están colocados en las varillas de las gafas. Actualmente su uso queda limitado a aplicaciones con vibradores por vía ósea o para montajes CROS (Contralateral Routing Of Signal).



Figura 7.- Diferentes tipo de audífonos comercializados: A) Retroauricular; B) Open-fit; C) RITE; D) Completamente intracanal; E) Intracanal; F) Intraauricular.

4.1.3. EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA DE LOS AUDÍFONOS

Los audífonos han revolucionado el campo de la audición y siguen sorprendiendo con sus mejoras tecnológicas en aspecto y prestaciones, gracias a la mejora de los componentes electrónicos y su ajuste y programación [28]. Todo ello permite mejorar la audición en ambientes complejos y entender mejor en situaciones comprometidas acústicamente. Algunos beneficios que aportan los audífonos digitales de última generación son [26]:

- reducción de ruido molesto sin comprometer la escucha de sonidos cotidianos;
- enfatización de las frecuencias del habla y reducción de las frecuencias donde se localiza el ruido;
- selección automática de situación, permitiendo una mejor audibilidad en cada ambiente donde el paciente suele moverse;
- registro de datos, recogiendo información del hábito de escucha del paciente en diferentes ambientes y detectando en qué situaciones necesita cambios de volumen o de comprensión de la señal;

- cancelación de realimentación o efecto Larsen, que se produce por el retorno de la señal de salida al micrófono del audífono volviendo a entrar en el sistema;
- sincronización e2e wireless, que permite a los audífonos en adaptaciones binaurales tener comunicación continua en referencia a cambios en la direccionalidad de los micrófonos o cambios de ajuste de volumen o programas; también se obtiene una mejora en la localización espacial del sonido y nos permite conectar nuestros audífonos, con un interface externo o mediante Bluetooth, a equipos externos como la televisión, el teléfono u otros dispositivos;
- trasposición frecuencial, cuya función es hacer audibles los sonidos que no lo son para el usuario en estas frecuencias, desplazando estos sonidos dentro del campo dinámico del usuario;
- ampliación del rango frecuencial en frecuencias agudas hasta 12.000Hz; el efecto que se percibe es una más brillante calidad del sonido, muy efectivo, sobre todo, cuando se está escuchando música;
- reducción del ruido que produce el impacto del viento en el micrófono.

La tecnología digital ha conseguido que, lo que era imposible hace unos años en mejoras auditivas del sistema y miniaturización, sea hoy una realidad. Por ello, actualmente es la tecnología que impera en los audífonos de última generación, desplazando así a los de tecnología analógica [26-27].

Por otra parte, la gran variedad de sistemas auditivos y sus avances han propiciado que los pacientes tengan una mejor aceptación, tolerancia y beneficios con su uso, incluyendo al grupo de los niños/as con hipoacusia, en los que esta adaptación no siempre es fácil [28-29].

4.1.4. CORRECCIÓN AUDITIVA CON PRÓTESIS ACÚSTICA EN UN NIÑO/A CON HIPOACUSIA DE PERCEPCIÓN BILATERAL

Los motivos que condicionan este tipo de consulta se pueden agrupar en cuatro categorías [29]:

- la sordera se descubre durante una exploración sistemática en el caso de un

- embarazo o de un nacimiento de alto riesgo;
- los familiares pueden estar inquietos por la falta de reacción por parte del niño/a a los diversos ruidos del universo familiar;
- el niño/a presenta un desarrollo anormal del lenguaje: ausencia de desarrollo después de un balbuceo y una lalación normales o un lenguaje con un retraso neto en su evolución; y es que cuando la sordera es bilateral se observa su repercusión en el lenguaje, tanto más importante cuanto más profunda sea la sordera;
- puede tratarse finalmente de un niño/a que, a raíz de un traumatismo o de una infección meníngea, acuse una hipoacusia.

En el caso de los niños/as, la prótesis auditiva está indicada en todas las sorderas bilaterales, independientemente del grado de hipoacusia y debe realizarse de forma inmediata tras la confirmación diagnóstica, la cual deberá ser lo más precoz posible [30].

La prótesis se puede llevar desde los primeros meses de vida, aunque siempre es difícil colocarle una prótesis a un niño/a menor de tres meses. En el lactante se deben utilizar sólo mientras esté despierto, durante el contacto del niño/a con la madre o el padre y retirarse durante el sueño, para evitar así la retroalimentación acústica. El uso de un audífono en niños/as de pocos meses depende de la decisión de los familiares una vez recibida la información por parte del otorrinolaringólogo y del audioprotesista [28-30].

Las investigaciones audiológicas en el niño/a revisten gran importancia y requieren personal experimentado con un perfecto manejo de la exploración audiológica clínica, la prueba audiométrica condicionada y el análisis crítico de las investigaciones electrofisiológicas. Una indicación de corrección auditiva con audífono no puede basarse en el simple potencial evocado de audición. Es indispensable el uso de la audiometría condicionada [26].

Por otra parte debemos tener en cuenta que durante el primer año de vida se produce una maduración de la audición y de los potenciales evocados; en estos casos, la recuperación progresiva de la pérdida auditiva puede obligar a reducir la

amplificación protésica adaptada de forma precoz [30].

Respecto a aquellos casos de cofosis bilaterales en los que parece no existir ni siquiera restos auditivos, antes de plantear la implantación coclear, debe intentarse siempre la adaptación con prótesis auditivas convencionales. En las sorderas muy graves, la atención y la discriminación auditivas del niño/a no se desarrollan antes de la adaptación protésica pero la educación auditiva, gracias a la estimulación acústica que produce la prótesis, puede permitir la aparición de reacciones en el niño/a [26,28-30].

Los niños/as, por lo general, toleran bien las prótesis auditivas y se adaptan a ellas antes que los adultos, gracias a su notable plasticidad cerebral. En general, perciben pronto el beneficio que estas prótesis les proporcionan [31]. En el niño/a la adaptación protésica será habitualmente bilateral e independiente, con modelos que serán sistemáticamente retroauriculares, debido al tamaño del conducto; estos modelos utilizarán embudos blandos que se cambiarán de acuerdo al crecimiento del conducto auditivo externo.

La mejor garantía de una adaptación protésica correcta viene dada por la ausencia de rechazo de dicha prótesis por parte del niño/a y la adquisición de una buena evolución del proceso educativo del mismo. Para ello es indispensable control continuo por parte del audioprotesista y del otorrinolaringólogo. Se realiza el control del audífono propiamente dicho y el audioprotesista supervisa el incremento y el nivel máximo de salida (utilización máxima de la dinámica sin molestias). El control también implica una supervisión de la curva audiométrica por parte del otorrinolaringólogo, dado que en realidad algunas sorderas son evolutivas [28,31].

Los motivos habituales de rechazo son:

- la amplificación insuficiente o excesiva;
- los episodios de otitis serosa o externa recurrentes;
- los familiares no convencidos con el diagnóstico;
- los trastornos psicoeducativos.

En base a éstos últimos hay que decir que, en realidad, el ingreso del niño/a

sordo que usa un aparato auditivo en un jardín de infancia de niños/as oyentes suele desarrollarse sin problemas. La situación difiere cuando el niño/a, oyente al nacimiento, acusa una sordera evolutiva que requiere una corrección auditiva con prótesis cuando ingresa en el segundo o tercer año de enseñanza primaria. Para evitar el fenómeno de rechazo se requiere mucho sentido clínico e incluso la ayuda de un psicólogo o de un psiquiatra infantil. En este caso, es esencial el papel que desempeñan el maestro y los familiares. Las dificultades que presenta el niño/a que usa un audífono desde su nacimiento se sitúan en la adolescencia, momento de rechazo por excelencia; una mala verbalización es un elemento negativo crucial [31].

Pero las prótesis auditivas no son suficientes para que el niño/a recupere el retraso adquirido tanto en la adquisición del lenguaje como en el análisis auditivo necesario para la palabra precisa y el aprendizaje fácil del lenguaje escrito [28, 32-33]. En este aspecto resulta fundamental la figura del logopeda que, además, puede proporcionar apoyo moral y consejos a los familiares desestabilizados tras el anuncio del diagnóstico.

4.1.5. SEGUIMIENTO EVOLUTIVO

Es indispensable volver a ver a los niños/as desde los primeros meses siguientes al diagnóstico, a fin de guiar el ajuste de las prótesis, repetir y afinar la evaluación audiométrica y seguir su desarrollo. Los progresos de la palabra y el lenguaje se evalúan mediante estudios logopédicos regulares. La evolución de la pérdida auditiva se comprueba mediante control audiométrico que debe ser, como mínimo, anual. También se debe aconsejar a los progenitores en la elección del tipo de escolaridad en función de las adaptaciones necesarias, como el micrófono de alta frecuencia que trasmite las palabras del maestro directamente a las prótesis auditivas del niño/a. En caso de evolución insuficiente del lenguaje oral o dificultades de aprendizaje escolar es recomendable la evaluación neuropsicológica [28,32-33].

Cuando la sordera es profunda, si el progreso de la comunicación oral y la ganancia protésica son limitados, debe orientarse al niño/a hacia un centro de implantación coclear en el año siguiente al diagnóstico, ya que el resultado es mejor cuanto más precoz sea la implantación coclear [26,29-33].

4.2. Implantación coclear

Se definen los implantes cocleares como aquellas prótesis eléctricas cuyo objetivo consiste en paliar una deficiencia bilateral del oído interno, sea severa o profunda, adquirida o congénita. Estos implantes van a llevar a cabo su acción estimuladora sobre las neuronas auditivas, a diferencia de lo que ocurre con las prótesis auditivas convencionales, que actúan por medio del órgano de Corti. Podemos decir que el implante coclear constituye una de las técnicas que mayor impacto ha ocasionado en el terreno de la audición en los últimos años. Y, sin embargo, son muchos los que inicialmente afrontaban la idea con cierta hostilidad: desde un punto de vista científico, por la simplicidad de la señal eléctrica comparada con la fineza de análisis de la cóclea en condiciones fisiológicas; desde un punto de vista emocional, por la dificultad de proponer una cirugía de esta envergadura en edades tan tempranas; y desde un punto de vista cultural, por el temor ante la posible desaparición de la comunidad de sordos con este tratamiento [34].

4.2.1. ESTRUCTURA

El implante coclear se compone de 4 elementos comunes a todos los fabricantes (Figura 8):

- Micrófono: para captar los sonidos y transformarlos en señales eléctricas.
- Procesador vocal: que codifica las señales.
- Antena: sistema de transmisión que comunica el procesador con la parte implantada de forma transcutánea.
- Receptor-estimulador: que termina en los electrodos que quedan alojados en el interior de la cóclea.



Figura 8.- Principales componentes del implante coclear.

Todos los implantes cocleares son multicanales e intracocleares, ya que son los que mayor rendimiento y estabilidad han demostrado. Lo que diferencia a los implantes pertenecientes a las distintas casas comerciales son el número de canales con los que funcionan y la manera en la que el implante estimula las neuronas auditivas, es decir, su estrategia de codificación de la estimulación sonora. A continuación se exponen las características de los implantes de las tres casas comerciales que manejamos en este estudio (Tablas 1-3).

| Implante | COCHLEAR | |
|---|-----------------------|----------------------------|
| | NUCLEUS CI24RE | NUCLEUS CI24RE (ST) |
| <i>Modelo</i> | NUCLEUS CI24RE | NUCLEUS CI24RE (ST) |
| <i>Material Carcasa</i> | Titanio | Titanio |
| <i>Dimensiones (mm)</i> | 30,6 x 50,5 x 20,5 | 30,6 x 50,5 x 20,5 |
| <i>Peso (g)</i> | 9,5 | 9,5 |
| <i>Espesor máximo total (mm)</i> | 4,9 | 6,9 |
| <i>Profundidad fresado lecho (mm)</i> | 2,2 | 2,2 |
| <i>Fijación</i> | Sí | Sí |
| <i>Espesor bobina receptora (mm)</i> | 3,6 | 3,6 |
| <i>Imán removible</i> | Sí | Sí |
| <i>Compatibilidad MRI</i> | Hasta 1,5 T | Hasta 1,5 T |
| <i>Medidas Respuesta Neural</i> | NRT / AutoNRT | NRT / AutoNRT |
| <i>Pulsos por segundo máximos</i> | 31,500 | 31,500 |
| <i>Número de Electrodo</i> | 22 + 2 | 22 + 2 |
| <i>Electrodos estándar</i> | Contour Advance | Recto de banda completa |
| <i>Diametro Electrodo (mm)</i> | Basal 0,8 | Basal 0,6 |
| <i>Profundidad inserción (mm)</i> | 15 | 16,4 |
| <i>Electrodos de tierra</i> | 2 | 2 |
| <i>Estimulación simultánea en múltiples canales</i> | Sí | Sí |
| <i>Telemetría</i> | Sí | Sí |
| <i>Monitorización continua</i> | Sí | Sí |

Tabla 1.- Características principales de los dos modelos de implante coclear de la casa Cochlear® utilizados en nuestro estudio.

| Implante | ADVANCED BIONICS | | |
|---|--------------------------|------------------------|---|
| | CLARION 1.2. - CI | CII HiF | HiRes 90K |
| <i>Modelo</i> | | | |
| <i>Material Carcasa</i> | Cerámico | Cerámico | Titanio |
| <i>Dimensiones (mm)</i> | | | 56,0 x 28,0 |
| <i>Peso (g)</i> | | | 12,0 |
| <i>Espesor máximo total (mm)</i> | | | 5,5 |
| <i>Profundidad fresado lecho (mm)</i> | | | 2,5 |
| <i>Fijación</i> | Si | Si | Si |
| <i>Espesor bobina receptora (mm)</i> | | | 3 |
| <i>Imán removible</i> | No | No | Si |
| <i>Compatibilidad MRI</i> | No | No | 0,3 - 1,5 T (sin extraer imán) 3 T (extrayendo imán) |
| <i>Resistencia a Impactos (J)</i> | | | 6 |
| <i>Medidas Respuesta Neural</i> | No | Si | Si |
| <i>Nº Fuentes de Alimentación</i> | | 16 | 16 |
| <i>Pulsos por segundo máximos</i> | | 83.000 | 83.000 |
| <i>Nº de Electrodo</i> | 16 | 16 | 16 |
| <i>Nº máximo de Electrodo Activos</i> | 8 | 16 | 16 |
| <i>Canales virtuales en Estrategias de Codificación</i> | No | Si | Si |
| <i>Nº Canales Virtuales</i> | | 120 | 120 |
| <i>Electrodo estándar</i> | Hifocus 1 | Hifocus1 / Hélix | Hifocus 1J |
| <i>Diámetro Electrodo (mm)</i> | | 1,1 basal – 0,6 apical | 1,2 |
| <i>Diámetro máximo-mínimo de cocleostomía (mm)</i> | | 1,2 x 1,6 | 1,5 |
| <i>Profundidad inserción (mm)</i> | | 24,5 | 25 |
| <i>Guía Electrodo de tierra</i> | | Si | Si |
| <i>Electrodo de tierra</i> | | 2 | 2 |
| <i>Estimulación simultánea en múltiples canales</i> | | 4 | 4 |
| <i>Telemetría</i> | Si | Si | Si |
| <i>Telemetría - Frecuencia (MHz)</i> | 10,7 | 10,7 | 10,7 |
| <i>Banco de datos en implante</i> | No | Si | Si |
| <i>Monitorización continua</i> | No | Si | Si |

Tabla 2.- Características principales de los tres modelos de implante coclear de la casa Advanced Bionics® que forman parte de nuestro estudio.

| Implante | MED-EL | | |
|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | COMBI 40+ | PULSAR | SONATA |
| <i>Modelo</i> | Al2-O3 Cerámica | Al2-O3 Cerámica | Titanio |
| <i>Material Carcasa</i> | Al2-O3 Cerámica | Al2-O3 Cerámica | Titanio |
| <i>Dimensiones (mm)</i> | 23,7 x 33,6 x 4,5 | 23,7 x 33,6 x 4,0 | 24,8 x 17,4 x 5,9 |
| <i>Peso (g)</i> | 9,3 | 9,3 | 8,6 |
| <i>Espesor máximo total (mm)</i> | 4,5 | 4 | 5,9 |
| <i>Profundidad fresado lecho (mm)</i> | 4 | 2 | 1 |
| <i>Fijación</i> | Sí | sí | Sí |
| <i>Espesor bobina receptora (mm)</i> | 4,5 | 4 | 5,9 |
| <i>Imán removible</i> | No | no | No |
| <i>Compatibilidad MRI</i> | Hasta 1,5 T | Hasta 1,5 T | Hasta 1,5 T |
| <i>Resistencia a Impactos (J)</i> | 1,5 | 1, 5 | 2, 5 |
| <i>Medidas Respuesta Neural</i> | No | ART | ART |
| <i>Nº Fuentes de Alimentación</i> | 24 | 24 | 24 |
| <i>Pulsos por segundo máximos</i> | 18180 | 50704 | 50704 |
| <i>Polaridad del estímulo</i> | Alternante | Alternante | Alternante |
| <i>Nº de Electrodo (pares)</i> | 12 | 12 | 12 |
| <i>Nº máximo de Electrodo Activos (pares)</i> | 12 | 12 | 12 |
| <i>Nº de Canales Virtuales</i> | - | 250 | 250 |
| <i>Nº máximo de zonas de estimulación</i> | Coverage cochlear complete | Coverage cochlear complete | Coverage cochlear complete |
| <i>Electrodos estándar</i> | Estándar | Estándar | Estándar |
| <i>Diámetro del Electrodo (mm)</i> | Basal 1,3 | Basal 1,3 | Basal 1,3 |
| <i>Diámetro máximo-mínimo cocleostomía (mm)</i> | 1, 3 | 1,3 | 1, 3 |
| <i>Profundidad inserción (mm)</i> | 31,5 | 31,5 | 31,5 |
| <i>Electrodos de tierra</i> | 1 | 1 | 1 |
| <i>Estimulación simultánea en múltiples canales</i> | No | Si | Si |
| <i>Telemetría</i> | Si | Si | Si |
| <i>Monitorización continua</i> | Si | Si | Si |

Tabla 3.- Características principales de los tres modelos de implante coclear de la casa Med-El® incluidos en nuestro estudio.

4.2.2. SELECCIÓN DE PACIENTES

El análisis es primordial. Una evaluación minuciosa y multidisciplinaria del niño/a es absolutamente indispensable, no sólo para evitar un implante que sería un fracaso sino también para tomar de forma precoz las medidas de acompañamiento antes y después del implante [26,29,34].

4.2.2.1. EVALUACIÓN AUDIOMÉTRICA

La valoración audiométrica es fundamental para determinar, en función del grado de hipoacusia, aquellos pacientes que pueden beneficiarse de la implantación coclear.

De manera estricta, la indicación audiológica para la implantación incluye hipoacusias neurosensoriales de asiento coclear, que sean bilaterales y permanentes, en las que el uso de prótesis auditivas convencionales no proporciona un beneficio suficiente. No existe límite máximo de pérdida auditiva para la indicación de un implante coclear. Inicialmente sus indicaciones se limitaban exclusivamente a hipoacusias profundas y cofosis bilaterales, aunque hoy en día, gracias a los resultados alentadores y el desarrollo de nuevas tecnologías en torno a los implantes cocleares, sus indicaciones se están extendiendo a hipoacusias de menor grado [35].

La audiometría tonal y vocal, con y sin prótesis auditiva, en contexto abierto o cerrado, adaptados a la edad y características del paciente, son las pruebas que constituyen el pilar básico de la exploración audiológica previa a la implantación. Pruebas objetivas, como los potenciales evocados auditivos o las otoemisiones acústicas, ayudan a completar el diagnóstico, sobre todo en el caso de candidatos no colaboradores [26].

La indicación en niños/as es más estricta que en adultos, limitándose a las hipoacusias neurosensoriales profundas. La edad es un factor de una influencia extrema en el niño/a, sobre todo en lo que al desarrollo del lenguaje se refiere [36,37]:

- *Niños/as menores de 2 años:*

Se encuentran en la etapa prelingual, de manera que la selección en estos pacientes está basada en pruebas tonales. Los umbrales auditivos deben ser superiores a 90dB en la audiometría tonal conductual y en campo libre y deben superar los 60dB con el empleo de audífonos. En este apartado, las pruebas objetivas pueden tener su mayor uso ante la escasa colaboración que a veces nos encontramos en estas edades [38-39].

- *Niños/as entre 2 y 6 años:*

Se considera la etapa perilingual, en la que ya existe lenguaje en mayor o menor medida. El implante estaría indicado en aquellos niños/as con umbrales superiores a 90dB en la audiometría tonal y superiores a 60dB con ayuda protésica. Además se debe confirmar una comprensión menor del 30% en las pruebas verbales adaptadas a la edad y al lenguaje del niño/a [40].

- *Niños/as a partir de 6 años:*

En este grupo, dado que la colaboración es mayor, las indicaciones son similares a las de los adultos. Estos niños/as deben presentar umbrales superiores a 70dB en la audiometría tonal liminar y superiores a 55dB en la audiometría tonal en campo libre con audífonos; por su parte la discriminación deberá ser menor del 40% en las pruebas verbales con audífono [36-37].

- *Edad más allá de la cual el implante coclear de un niño/a sordo congénito es desaconsejada:*

Sobre un plano teórico, la discusión se basa en el concepto de período crítico en el desarrollo del lenguaje en toda criatura, incluyendo al niño/a sordo [36-37,40-41]. De una manera general, la influencia de las informaciones sensoriales sobre el desarrollo del cerebro es conocida desde hace tiempo, pero en estos últimos años se han realizado importantes progresos sobre el desarrollo de estas interrelaciones en el plano neurofisiológico.

El diagnóstico por imagen funcional cerebral demuestra la precocidad de las reestructuraciones fisiológicas que se producen a nivel de los córtex sensoriales de los niños/as. Durante el primer año de vida, en los bebés con visión y audición normales, se detecta una intensa actividad metabólica en los córtex visuales y auditivos; seguidamente aparece, de forma mucho más lenta, un decrecimiento de esta actividad funcional. Al contrario, en sujetos adultos privados en forma congénita de visión o de audición, la hiperactividad cortical parece mantenerse, lo que sugiere un defecto de maduración [34,42]. La maduración cerebral podría traducirse en un proceso de eliminación sináptica, según el cual, el buen funcionamiento de las neuronas claves en una zona determinada del córtex pasaría necesariamente por la eliminación de las sinapsis contiguas ajenas a la función. Esta supresión sería precoz y, en el caso de la

audición, sería posible por la llegada de mensajes auditivos procedentes de la periferia. Este concepto de período crítico explicaría los malos resultados en sujetos sordos congénitos implantados a la edad adulta, ya que el córtex auditivo no habría recibido durante la fase crítica de su desarrollo las informaciones necesarias para su maduración [34,40].

La cuestión de la edad a partir de la cual es mejor renunciar al implante coclear de un niño/a sordo congénito es difícil y culpabilizante para los progenitores que buscan el bienestar de la criatura [36,37]. Éstos pueden encontrar varios frenos durante el período óptimo para el implante coclear, es decir, antes de los cinco años. Uno de estos obstáculos es la ilusión parental: los progenitores de niños/as sordos a menudo necesitan varios años para despedirse del niño/a que ellos habían imaginado y deseado, es decir, aceptar que su hijo/a es sordo profundo. Seguidamente, hay un período donde se tranquilizan al verlo desarrollarse como un niño/a oyente: no habla, pero juega, corre, ríe como los otros. Esta fase alentadora, tan importante para el equilibrio familiar, puede durar de dos a tres años. Esta fase se rompe por la entrada a la escuela o centro especializado: la ilusión cae, la realidad resulta cada vez más manifiesta y el niño/a tiene dificultades crecientes para seguir en clase. Es entonces cuando los progenitores toman realmente conciencia de los límites que la sordera impone a su hijo/a. Se vuelcan, entonces, hacia las nuevas tecnologías. Esta fase de ilusión acaba a menudo hacia los cinco o seis años, edad a partir de la cual se sale del período ideal para un implante. De ahí la importancia determinante de la información de los profesionales a los padres durante los tres o cuatro primeros años de la vida [34,40]. Éstos deben ser informados suficientemente pronto de las dificultades con las cuales se enfrentará el niño/a para integrar el lenguaje y tener seguidamente una escolaridad normal. Esta información forma parte del trabajo de sostén y de acompañamiento familiar.

4.2.2.2. EVALUACIÓN DEL LENGUAJE

El proceso de adquisición del lenguaje en el niño/a es un proceso progresivo e ininterrumpido en el que influye la maduración del sistema neurosensorial y motor pero también el desarrollo cognitivo, afectivo y social del niño/a [34,38,41]. Por ello, los instrumentos de evaluación son diversos y varían en función de la edad de la

criatura evaluada, de aquello que vamos a evaluar, de la experiencia del evaluador y del tiempo.

Existen distintas estrategias que incluyen escalas de desarrollo, cuestionarios realizados por los padres y el análisis de muestras del lenguaje espontáneo extraídas en contextos naturales. Todas estas formas de evaluar ofrecen datos complementarios.

- *Escalas de desarrollo:*

Los niños/as menores de tres años no son capaces de realizar pruebas estandarizadas; para ello disponemos de diferentes escalas de desarrollo a través de las cuales conocemos su comportamiento y su desarrollo auditivo y lingüístico [26]:

- Edades y estadios del desarrollo auditivo-verbal: esta lista de control se basa en el desarrollo de la escucha desde la conciencia del sonido hasta la comprensión auditiva, incluyendo la distinción, la identificación, la localización, la memoria auditiva y la secuenciación al escuchar a distancia y con ruido de fondo.
- Escala de rendimiento auditivo de Nottingham (Figura 9): desarrollada por el Programa Pediátrico de Implantes Cocleares de la Universidad de Nottingham (Categories of Auditory Performance); esta escala tiene como finalidad aportar información general sobre la situación y evolución auditiva y de lenguaje de niños/as hipoacúsicos, implantados o no. Consta de 8 categorías de menor a mayor dificultad.

- *Cuestionarios:*

A partir del comportamiento verbal y auditivo del niño/a se han ido desarrollando diferentes herramientas que, a través de la observación de progenitores, profesores y logopedas, evalúan el comportamiento auditivo pre y perilingual del niño/a de corta edad en situaciones cotidianas [26]. Los más usados en nuestra lengua son el Mais (Meaningful Utterance Speech Scale o escala de uso significativo del lenguaje) (Figura 10) y el LittleEars o evaluación de las respuestas auditivas al habla, con preguntas dependientes de la edad con complejidad creciente de las respuestas auditivas (Figura 11). También el ELF (Early Listening Function), cuestionario para progenitores sobre la función auditiva temprana, basado en 12 preguntas que controlan el uso de la amplificación auditiva en niños/as hasta los tres años.

| | SI | NO |
|---|----|----|
| <u>Categoría 1</u> Desconocimiento de sonidos ambientales. A pesar de una adaptación protésica correcta, el niño/a no responde espontáneamente a ningún sonido ambiental. | | |
| <u>Categoría 2</u> Conocimiento de sonidos ambientales. En el trabajo diario con el niño/a, se constata que es capaz de detectar un mínimo de 4 sonidos ambientales. | | |
| <u>Categoría 3</u> Respuesta al sonido de la palabra. Hay reacción del niño/a ante cualquier palabra hablada a un nivel conversacional. | | |
| <u>Categoría 4</u> Identificación de sonidos ambientales. El niño/a es capaz de identificar claramente sonidos ambientales de su entorno en el hogar o en el colegio. | | |
| <u>Categoría 5</u> Discriminación de algunas palabras sin apoyo de labiolectura. El niño/a discrimina la combinación de 2 de los siguientes sonidos: a, u, i, sh, s. | | |
| <u>Categoría 6</u> Comprensión de frases cotidianas sin labiolectura. El niño/a identifica frases cotidianas en el contexto familiar, como ¿cuántos años tienes?, ¿cómo te llamas? | | |
| <u>Categoría 7</u> Comprensión de una conversación sin el apoyo de labiolectura. El niño/a puede mantener una conversación con una persona de su entorno, en silencio y sin labiolectura. | | |
| <u>Categoría 8</u> Utilización del teléfono sin conocimiento del interlocutor. El niño/a es capaz de mantener una conversación telefónica sobre un tema no familiar y con un interlocutor desconocido. | | |

Figura 9.- Escala de rendimiento auditivo de Nottingham.

| |
|--|
| 1.- ¿El comportamiento vocal del niño/a se ve afectado mientras usa su aparato de ayuda auditiva (audífono o implante coclear)? |
| 2.- ¿Produce el niño/a sílabas bien formadas y secuencias silábicas que puedan reconocerse como habla? |
| 3.- ¿El niño/a no responde espontáneamente a su nombre en ambiente silencioso cuando es llamado en forma sólo auditiva sin pistas visuales? |
| 4.- ¿El niño/a responde espontáneamente a su nombre en ambiente ruidoso cuando es llamado en forma sólo auditiva sin pistas visuales? |
| 5.- ¿El niño/a espontáneamente atiende a sonidos ambientales en el hogar (perro, teléfono, timbre puerta...) sin ser avisado o sin que se le pida? |
| 6.- ¿Tiene el niño/a alerta espontánea a sonidos ambientales en situaciones y entornos nuevos? |
| 7.- ¿Reconoce el niño/a espontáneamente señales auditivas que son parte de sus rutinas cotidianas? |
| 8.- ¿El niño/a muestra la habilidad de discriminar espontáneamente entre dos interlocutores usando sólo claves auditivas sin pistas visuales? |
| 9.- ¿Conoce el niño/a espontáneamente la diferencia entre los sonidos del habla y otros sonidos no hablados sólo por medio de la audición? |
| 10.- ¿El niño/a asocia espontáneamente el tono vocal (enojo, excitación, ansiedad...) con su significado basándose sólo en la audición? |
| Nunca (0) - Rara vez (1) - A veces (2) - Frecuentemente (3) - Siempre (4) |

Figura 10.- Escala de integración auditiva significativa para niños/as (IT-Mais).

| SÍ | NO | |
|----|----|---|
| | | ¿Reacciona su hijo/a a una voz familiar? |
| | | ¿Escucha su hijo/a a alguien que esté hablando? |
| | | Cuando alguien está hablando, ¿gira su hijo/a la cabeza hacia la persona que habla? |
| | | ¿Le gustan a su hijo/a los juguetes que producen sonido o música? |
| | | ¿Busca su hijo/a a la persona que está hablando si no puede verla? |
| | | ¿Escucha su hijo/a la radio o el cd cuando están encendidos? |
| | | ¿Reacciona su hijo/a a sonidos lejanos? |
| | | ¿Deja de llorar su hijo/a cuando le habla aunque él no le vea? |
| | | ¿Reacciona su hijo/a con ansiedad cuando oye una voz furiosa? |
| | | ¿Reconoce su hijo/a sonidos repetitivos? |
| | | ¿Busca su hijo/a las fuentes de sonido localizadas a la izquierda, a la derecha o detrás de él? |
| | | ¿Reconoce su hijo/a su nombre cuando lo oye? |
| | | ¿Busca su hijo/a las fuentes de sonido localizadas arriba o abajo? |
| | | Cuando su hijo/a está triste o enfadado, ¿se calma con la música? |
| | | ¿Escucha su hijo/a al teléfono y se da cuenta de que alguien está hablando? |
| | | ¿Reacciona su hijo/a a la música con movimientos rítmicos? |
| | | ¿Conoce su hijo/a que un sonido está asociado con un objeto o hecho en particular? |
| | | ¿Reacciona su hijo/a de forma adecuada a una llamada corta y simple? |
| | | ¿Reacciona la mayoría de las veces al "NO" interrumpiendo la actividad que esté realizando? |
| | | ¿Conoce su hijo/a los nombres de los miembros de su familia? |
| | | ¿Imita su hijo/a sonidos cuando se le pide? |
| | | ¿Obedece su hijo/a órdenes simples? |
| | | ¿Comprende su hijo/a preguntas simples? |
| | | ¿Trae su hijo/a las cosas cuando se le piden? |
| | | ¿Imita su hijo/a palabras o sonidos que usted dice? |
| | | ¿Hace su hijo/a el sonido correcto de un juguete? |
| | | ¿Conoce su hijo/a que ciertos sonidos corresponden a ciertos animales? |
| | | ¿Intenta su hijo/a imitar sonidos ambientales? |
| | | ¿Repite su hijo/a correctamente una secuencia de sílabas largas y cortas que usted ha dicho? |
| | | ¿Selecciona su hijo/a el objeto correcto de un conjunto cuando se le pide? |
| | | Cuando oye una canción, ¿intenta su hijo/a cantar siguiendo la canción? |
| | | ¿Repite su hijo/a ciertas palabras cuando se le pide? |
| | | ¿Le gusta a su hijo/a que le lean? |
| | | ¿Obedece su hijo/a a órdenes complejas? |
| | | ¿Intenta su hijo/a cantar canciones familiares acompañando a la música? |
| | | TOTAL "SÍ" |

Figura 11.- Cuestionario auditivo LittleEars dirigido a progenitores para evaluar el comportamiento auditivo en niños/as pequeños.

4.2.2.3. EVALUACIÓN DE LOS ASPECTOS COMUNICATIVOS

La valoración de este área va dirigida a obtener una información sobre la competencia lingüística del niño/a evaluando su capacidad de comprensión,

reconocimiento y expresión de sonidos, palabras y frases; así como la inteligibilidad de su habla actual, extensión del léxico, dominio de las estructuras morfosintácticas, prevalencia del modo de comunicación audio-oral, gestual o bimodal en su vida cotidiana y la disposición para el aprendizaje [43-44]. Este es, probablemente, el punto más decisivo y también más difícil de evaluar en el niño/a sordo congénito de dos a tres años [45].

El implante coclear está destinado a facilitar la adquisición del lenguaje en el niño/a sordo. Este principio conduce a la mayoría de los equipos de implantación coclear pediátrica a preferir la utilización exclusiva de la comunicación oral antes del implante: puesto que el implante coclear utiliza el canal auditivo, resulta necesario habitar muy pronto al niño/a y a sus familiares a utilizar este medio de comunicación [43-44,46].

La utilización exclusiva de la comunicación oral antes del implante plantea varios problemas:

- primero, es difícil desarrollar la lectura labial de un niño/a sordo profundo de edad menor de dos años. Familiares y logopeda tendrán dificultades para comunicarse con la criatura. Globalmente, la comprensión del lenguaje oral, realizada con el lenguaje hablado completo, se reduce en el momento de explicaciones, por ejemplo, de las reglas sociales necesarias para la evolución del niño/a. Además, sus necesidades, sus deseos, sus inquietudes no podrán ser expresadas, por lo tanto quedarán a menudo incomprensidos por su entorno. El niño/a corre el riesgo de desanimarse y no ocuparse de la comunicación;
- en segundo lugar, la ausencia o el bajo nivel del lenguaje oral y de la lectura labial no le permite conceptualizar sus ideas sólo por medio de la lectura labial. Ahora bien, la calidad del lenguaje del niño/a sordo depende en gran parte de la estructuración precoz de su personalidad.

La utilización exclusiva de la comunicación oral antes del implante parece por lo tanto discutible. Combinar la comunicación oral con el aprendizaje precoz de la comunicación gestual favorece la expansión global del niño/a sordo y tiene más en cuenta las necesidades propias de cada niño/a [45-47].

La evaluación de los aspectos comunicativos en estos niños/as incluye la valoración de tres características fundamentales:

- *Intencionalidad comunicativa*: trata de estudiar y analizar qué intenciones comunicativas tiene el niño/a con diferentes interlocutores o la ausencia de éstas. Tienen una intencionalidad fundamentalmente reguladora (para controlar la acción del otro), declarativa (para compartir algún tipo de información con otro) o interrogativa.
- *Modalidad comunicativa*: para obtener información de cuál es el tipo de comunicación que habitualmente emplea el niño/a y también las personas de su entorno familiar. Puede ser oral, gestual natural y signada.
- *Nivel simbólico*: hace referencia al carácter simbólico o presimbólico de las comunicaciones del niño/a sordo en los primeros años de vida. Debe cumplir al menos dos de las siguientes características: que exista una estabilidad fonética o gestual, que sea empleado para referirse a objetos, sujetos o eventos no presentes y que aparezca en combinación con otros símbolos [34,48-51].

4.2.2.4. EVALUACIÓN PSICOLÓGICA

La apreciación del desarrollo psicológico del niño/a con implante parece un complemento indispensable para la reeducación del lenguaje [52]. Permite evidenciar los modos de funcionamiento y de adaptación, propios de un niño/a, en un contexto particular, en un momento dado de su historia, es decir, tiene un valor diagnóstico. Se puede determinar si un niño/a, suficientemente individualizado de su madre, podrá comprender y aceptar lo que le ocurre durante el implante coclear e implicarse en lo sucesivo en la reeducación. Se pueden igualmente evaluar, de forma objetiva, las repercusiones que tiene el implante sobre el desarrollo del niño/a. Tranquilizar a los progenitores de niños/as sordos y a los profesionales que dudan sobre la inocuidad del implante coclear y responder científicamente a los temores o a las quejas de la comunidad de sordos, forman parte de las misiones a las que hace falta saber hacer frente. La presencia, dentro del equipo, de un psicólogo capaz de comunicarse con niños/as sordos es, por consiguiente, indispensable. La participación de un pedopsiquiatra es, por las mismas razones, muy beneficiosa [53].

El protocolo diseñado para responder a los objetivos anteriormente expuestos y resolver los inconvenientes propios de la evaluación del niño/a sordo incluye:

- *Desarrollo cognitivo:*

Se utiliza un test de evaluación de la inteligencia no verbal, el SON, elaborado en 1976 en Holanda por Snijders-Oomen. Este test ofrece dos ventajas esenciales: evalúa la eficacia intelectual sin utilizar el lenguaje (sea oral o gestual) y posee un doble contraste (sordo/oyente), es decir, se ha calibrado sobre una muestra representativa de una población de niños/as sordos y sobre una muestra representativa de una población de niños/as oyentes. Integra diferentes ejercicios adaptados a la edad y que evalúan diferentes aspectos de la inteligencia tales como el razonamiento concreto y abstracto, la organización espaciotemporal y la memoria visual. Estos tests están estandarizados y resulta posible comparar los resultados de una persona con otra y también comparar los de una misma persona en diferentes momentos de su evolución [54-55].

- *Desarrollo afectivo.*

El dibujo es una actividad familiar y espontánea en el niño/a. Es ampliamente utilizado en psicología infantil pues representa un medio privilegiado de expresar la aparición de dificultades personales.

- *Evaluación de las actitudes relacionadas.*

Todos los profesionales concuerdan en decir que la sordera del niño/a tiene repercusiones en sus relaciones con los otros, el entorno y él mismo. El juego es para el niño/a una actividad espontánea, es agente de socialización y tiene valor de intercambio. Se proponen al niño/a cuatro situaciones de juego, estandarizadas. Son situaciones fáciles de comprender y adaptables a la edad del niño/a. Todos los intercambios se hacen en lenguaje hablado y gestual. Cada situación es filmada en vista de un análisis posterior a partir de una tabla de evaluación. Los cuatro juegos sucesivos son: un juego de dominó con imágenes (para apreciar el principio de las conductas sociales, principalmente la regla de la alternancia y la capacidad de diferir su placer), los intercambios en torno a un libro ilustrado (valoración de imágenes mentales mencionadas por el libro e intercambios con el otro en una relación íntima), un juego de balón (juego motor que permite apreciar el

compromiso del cuerpo en la relación con el otro) y un juego libre con una granja (para analizar la capacidad de improvisación y la aptitud para asociar al otro al juego)[34].

- *Evaluación de su entorno.*

Todos los datos precedentes son analizados a la luz de los factores medioambientales recogidos por el pedopsiquiatra. Estos factores psicosociales son evaluados con la ayuda de una escala. Cuatro campos son tomados en cuenta: el funcionamiento familiar, los eventos graves que han podido influir en la vida del niño/a, los aspectos relacionales intra y extrafamiliares y las capacidades de la familia frente a la minusvalía del niño/a [55]. Es importante que los familiares no imaginen que el implante transformará completamente a su niño/a y lo convertirá en lo que ellos soñaban que fuese. Si esto sucediera podrían ser demasiado impacientes con los resultados y podrían ejercer una presión excesiva sobre la reeducación, olvidando que su niño/a tiene necesidad de jugar y descansar como los otros niños/as. Todos estos elementos son extremadamente importantes para evaluar en el transcurso del análisis preimplante, período donde la familia es especialmente sensible [56].

4.2.2.5. CRITERIOS ANATÓMICOS

En la planificación de la cirugía del implante coclear es fundamental el estudio radiológico previo de las estructuras que serán expuestas durante el procedimiento quirúrgico o que participaran en la estimulación coclear.

Las necesidades del niño/a en materia de diagnóstico por imágenes se singularizan en tres puntos:

- primero, la necesidad de recurrir a una anestesia general. La inmovilidad durante el examen es imperiosa;
- seguidamente, la búsqueda de una malformación de la cóclea y del conducto auditivo interno, si se trata de una sordera congénita;
- por último, la necesidad de disponer de un diagnóstico por imágenes reciente si la sordera ha sido causada por una meningitis, a causa del riesgo de osificación laberíntica evolutiva [34,36-37,39].

- *Tomografía computarizada de alta resolución (TCAR):*

La aparición de equipos que permiten reconstrucciones de alta definición y de sistemas helicoidales que reducen tanto el tiempo como la cantidad de radiación han hecho que este estudio sea esencial antes de la intervención quirúrgica. Los cortes se realizan con programas de ventana ósea, con un espesor de 1 mm y con desplazamiento de 1 mm [57].

Respecto a la interpretación de las imágenes, en primer lugar es necesario observar las posibles modificaciones de la cortical mastoidea, muy importante en casos de niños/as pequeños en los que se encuentra poco desarrollada y puede plantear problemas al colocar el estimulador-receptor. Seguidamente se evalúan las estructuras del oído medio y nervio facial y estado de neumatización de la mastoides. Las imágenes del oído interno permiten estudiar posibles lesiones, malformaciones o anomalías de la cápsula ótica y la permeabilidad de las rampas cocleares [34,58-59]. Dentro de las anomalías anatómicas más importantes destacan:

- *Malformaciones congénitas.* Las dilataciones del acueducto vestibular y del conducto y saco endolinfático no contraindican la implantación. La existencia de una cavidad común, una cóclea hipoplásica y la partición coclear incompleta (malformación tipo Mondini), tampoco la contraindican. Pero las agenesias cocleares y las malformaciones tipo Michel sí que son consideradas contraindicaciones absolutas para la implantación.
- *Obliteraciones cocleares.* Es importante frente a una imagen de osificación, determinar si ésta es total o sólo parcial. En el primer caso, existe un riesgo importante de que la colocación del electrodo sea incompleta, incluso imposible. Por ello es esencial el diagnóstico preoperatorio a fin de realizar una adecuada planificación quirúrgica y, además, la familia debe ser prevenida antes de dar su acuerdo para el implante en estos casos. La identificación de una osificación completa es un problema esencial en un niño/a que adquirió la sordera por meningitis, principalmente si se trata de *Haemophilus Influenzae*, aunque también puede ocurrir en casos de otosclerosis, donde se visualiza una lesión denominada cóclea en capas de cebolla en relación con los focos otoscleróticos cocleares, enfermedades autoinmunes y con posterioridad a

una fractura del hueso temporal.

La tomografía computarizada no se utiliza de forma habitual en el control postoperatorio del implante coclear, debido a los artefactos que genera el propio dispositivo y debido a que la radiología simple nos da toda la información necesaria, mediante las proyecciones de Stenvers y de Xu [60-61].

- *Resonancia magnética (RM):*

Su realización debe llevarse a cabo de forma sistemática para completar el estudio radiológico de los pacientes en el programa de implante coclear. Se realizan cortes finos de 1 mm sin precisar la utilización de gadolinio. Las imágenes potenciadas en T1 permiten identificar los elementos grasos, mientras que la potenciación en T2 permite identificar los líquidos. Los sistemas de secuencias rápidas (Fast Spin Echo) y los sistemas CIS (Current Interlevel Sample) permiten identificar estructuras neurales con una alta definición. Además, las reconstrucciones sagitales de las imágenes del conducto auditivo interno en la resonancia permiten la perfecta visualización de las estructuras nerviosas de su interior [57,62].

La patología del ángulo pontocerebeloso que afecte al nervio vestíbulo-coclear puede suponer una contraindicación a la implantación. La neurofibromatosis tipo II que cursa con neurinomas bilaterales del nervio auditivo podría ser subsidiaria de implantación si se lograra conservar el nervio coclear tras la exéresis del neurinoma en al menos un oído [62].

4.2.3. RESULTADOS DE LA IMPLANTACIÓN COCLEAR EN LA POBLACIÓN PEDIÁTRICA PRE Y PERILOCUTIVA

4.2.3.1. RESULTADOS AUDITIVOS Y LINGÜÍSTICOS

Una hipoacusia es de tipo prelocutivo cuando se origina antes de los dos años de edad. En el caso de que su intensidad sea de grado grave-profundo dará lugar a graves repercusiones sobre el desarrollo del lenguaje que, en el ser humano y en condiciones normales, discurre durante los primeros cinco años de vida. Hay autores que no dudan en afirmar que este tipo de deficiencias auditivas, cuando no se tratan

pronto, se transforman en plurideficiencias [38-46,48-49]. El lenguaje es una herramienta tan potente que su mal funcionamiento afectará negativamente a toda la economía cognitiva. La ausencia en el tratamiento de una hipoacusia infantil puede dar lugar a consecuencias que pueden llegar a ser graves, especialmente si la intensidad de la hipoacusia es de grado grave-profundo y afecta a los dos oídos. Los problemas que va a generar pueden agruparse en cuatro bloques:

- provoca restricciones en el desarrollo de la comunicación oral;
- sin una buena base de lenguaje oral se dificulta el aprendizaje lector;
- sin lenguaje potente y sin nivel lector el pensamiento no puede expresarse;
- el resultado, la desigualdad socio-educativo-laboral y el aislamiento social.

Es por ello que la intervención sobre personas afectas de una hipoacusia de tipo pre y perilocutivo, en este caso con implante coclear, dará lugar a un amplio abanico de beneficios, que irán más allá de la mera percepción auditiva [63].

La eficacia del tratamiento de la hipoacusia neurosensorial requiere que éste sea iniciado de manera precoz. El sistema auditivo es especialmente sensible a la carencia de estimulación procedente de sus componentes más periféricos (oído externo, medio e interno). Este fenómeno ocurre a lo largo de toda la vida, pero es claramente manifiesto en los primeros períodos de la vida de los mamíferos y especialmente del ser humano [40-41].

La valoración global de los resultados alcanzados a largo plazo con implantes cocleares en niños/as de edades iguales o menores a seis años, revela que la mayor parte de éstos son capaces de reconocer la palabra hablada en un contexto abierto sin el apoyo visual de la lectura labial o la gestualidad. Los resultados también sugieren que los niños/as implantados más precozmente, antes de los tres años, tienen mayores posibilidades de alcanzar dichas capacidades y obtener un mayor desarrollo del lenguaje hablado [39,42,44-45,48,64-67]. No obstante, es preciso tener en cuenta que, en la medida en que la edad de implantación supera el período crítico auditivo, el cual comprende aproximadamente los cinco o seis primeros años de vida, en los resultados pueden producirse importantes variaciones individuales derivadas de factores médicos y de la atención educativa y rehabilitadora que la criatura reciba después de una implantación. Este período crítico de tiempo se corresponde con el momento en que el

sistema nervioso central, en sus áreas de representación auditiva, tiene la mayor capacidad para variar su patrón de desarrollo de acuerdo a los estímulos auditivos que provienen del ambiente [40-41].

Los pobres resultados obtenidos en las pruebas de bisílabas y frases sin apoyo por los pacientes prelocutivos implantados más allá de los seis años, ponen de manifiesto, no solamente que la duración de este período de mayor plasticidad neural auditiva se ciñe a los primeros seis años de vida, sino que la introducción de un estímulo auditivo más allá de este tiempo no es capaz de reparar la pérdida de plasticidad neuronal provocada por la ausencia de estimulación durante este período crítico de la infancia [68-69]. De hecho, la aplicación de un estímulo eléctrico y su mantenimiento en fases muy iniciales, a partir de la privación auditiva, es capaz de prevenir los cambios que se producen en las diferentes neuronas que integran la vía auditiva, pero no así en fases más tardías, donde no se demuestra reversibilidad al reintroducir la estimulación eléctrica [40]. En realidad, la existencia de un período crítico está relacionada con el fenómeno denominado plasticidad cortical cruzada: ante la ausencia de estímulos auditivos durante los primeros años de vida, la corteza cerebral auditiva recibe estímulo de otros sistemas sensoriales, principalmente del visual. En el caso de que durante el período crítico no se establezca la llegada de información auditiva, las áreas corticales auditivas se transforman irreversiblemente en regiones visuales preparadas para procesar estimulación visual y no auditiva [40-41,44,64,69].

Establecida la existencia de un período crítico auditivo, ubicado en los seis primeros años de vida, la comparación entre los subgrupos implantados antes de los tres años y los implantados posteriormente, demuestra que la evolución es más rápida y se alcanzan mejores resultados en el subgrupo de niños/as implantados más precozmente [39,42,44-45,64,66]. Incluso se puede afirmar que los niños/as implantados antes de cumplir un año de vida siguen una evolución equiparable a la de la población sana y conforme la implantación se lleva a cabo más tardíamente, existe una mayor divergencia respecto a la normalidad [42,48,65-67]. Todo ello indica una vez más que, en el caso de sorderas pre y perilocutivas, cuanto antes se inicie la estimulación con implante coclear mejores resultados se obtienen, principio que también puede ser aplicado en el caso de aquellos niños/as candidatos a una

implantación antes del año de vida.

El desarrollo del lenguaje en niños/as prelocutivos implantados precozmente pasa por las mismas fases que en los niños normoyentes. Hay niños que son capaces de emplear estructuras más complejas y tienen cuantitativa y cualitativamente una mejor articulación, mientras que otros hacen uso de palabras funcionales y necesitan un soporte gestual. Sin embargo, después de dos años de evolución, los resultados se hacen más homogéneos en todos los niños/as implantados. En la medida en que la implantación se efectúa con mayor precocidad, se produce una mayor tendencia al aprendizaje espontáneo de palabras y frases cotidianas, generándose un natural abandono del apoyo gestual y de la labiolectura en la comunicación [70].

4.2.3.2. RESULTADOS PSICOLÓGICOS

El análisis de la homogeneidad de los resultados obtenidos en los diferentes subtests cognitivos para un mismo niño/a puede revelar disfunciones importantes, principalmente un empleo excesivo de un aspecto de la inteligencia y un empleo mínimo de otro. Un niño/a con excelentes resultados no tiene forzosamente una buena salud mental. Más allá de las evaluaciones cuantitativas y cualitativas, es siempre fundamental interpretar los datos psicológicos en el caso de la problemática del niño/a y compararlas con los resultados de otros análisis. Es probable que la evolución satisfactoria en los niños/as implantados se deba en parte a las exigencias del análisis inicial y el modo de acompañamiento del niño/a y de su familia. Esta última necesidad confirma la importancia decisiva del trabajo interdisciplinario en la evaluación del niño/a implantado y la adaptación de la reeducación a las necesidades propias de cada niño/a [53-54,70].

4.2.3.3. RESULTADOS CON LA IMPLANTACIÓN COCLEAR BILATERAL

El sistema auditivo está anatómicamente y funcionalmente preparado, en condiciones normales, para recibir estímulos desde el exterior a partir de los dos oídos. La intervención de las vías y centros que conforman este sistema confiere a la percepción auditiva binaural una serie de ventajas sobre la audición monoaural. Por ello, es generalmente aceptado que, en casos de deficiencias auditivas bilaterales, se

utilicen audífonos en los dos oídos, se aconseje, si existen restos auditivos suficientes, el uso de audífono e implante coclear o se plantee la colocación de un implante coclear en los dos oídos [26,71].

Las razones para considerar la colocación de un segundo implante coclear pueden ser las siguientes:

- *Posibilidad de capturar el oído auditivamente mejor:*

Cuando se lleva a cabo una implantación en un solo oído, la elección de éste se realiza a partir de una serie de criterios:

- *Anatomo-quirúrgicos:* se tiende a elegir el oído que presente una anatomía normal, rechazando inicialmente el oído con alteraciones de los espacios del oído medio, osificaciones en su cóclea o con malformaciones congénitas.
- *Audiológicos:* aunque no existe un criterio absoluto, en la mayoría de los centros implantadores se suele elegir la implantación coclear del oído auditivamente peor.
- *Duración de la hipoacusia:* se tiende a seleccionar el oído que ha estado sometido a un menor tiempo de privación auditiva.

No obstante, es frecuente encontrar candidatos que presentan las mismas características en los dos oídos. En determinados casos se podría plantear una implantación bilateral a fin de mejorar la situación auditiva de pacientes con pobres resultados después de una implantación unilateral, como en ciertas situaciones de osificación bilateral de la cóclea o en aquellas en las que no se ha obtenido una evolución satisfactoria sin justificación aparente [71-73].

- *Localización del sonido:*

Localizar sonidos representa la capacidad para ubicar e identificar la posición de la persona que habla o la procedencia de un sonido situado en el entorno. Un reciente trabajo sobre la localización de sonidos, empleando diferentes altavoces colocados en el plano horizontal en una cabina insonorizada y anecoica, muestra que los pacientes portadores de dos implantes cocleares son capaces de distinguir la procedencia de dos sonidos separados entre 16,5° y 27,5° [71,73]. En general, se

concluye que la localización de los sonidos era significativamente mejor con el uso de dos implantes que con el empleo de uno solo [26,71,73-74].

- *Evitar el efecto sombra de la cabeza:*

Uno de los beneficios que conlleva la bilateralidad es la capacidad de oír empleando el oído con la mejor relación señal/ruido. Cuando la voz (señal) y el ruido proceden de diferentes lugares, la relación señal/ruido es diferente en los dos oídos a causa del efecto sombra producido por la cabeza. Las personas con una audición normal habitualmente usan el oído con la mejor relación señal/ruido. Las personas con implantes bilaterales supuestamente también obtienen este beneficio de la binauralidad. Los resultados de diferentes estudios indican que casi todos los pacientes portadores de implantes bilaterales fueron capaces de, selectivamente, usar el oído implantado con la relación señal/ruido más favorable y obtener así el beneficio de la bilateralidad [71-75].

- *Mejorar la percepción de la palabra en ambiente de ruido:*

Otra ventaja de escuchar con dos oídos implantados es el procesamiento central de la señal a partir de dos canales de entrada independientes. Se ha sugerido que el cerebro podría así alcanzar una óptima representación del ruido y de la voz, siendo capaz de diferenciarlos mejor, es decir, implementando la discriminación de la palabra hablada en ambiente de ruido. En el mundo de hoy, donde una gran parte de nuestra vida se desarrolla en ambiente ruidoso, este beneficio debe ser altamente considerado. En el caso concreto de los niños/as en el entorno escolar, esto puede adquirir una especial relevancia. Si bien las emisoras de frecuencia modulada adaptadas a los implantes cocleares contribuyen a mejorar la recepción de lo que dice el profesor, los niños/as tienen menor información sonora de lo que ocurre en el resto de la clase. Aunque no existen estudios concluyentes al respecto, hipotéticamente el empleo de implantes cocleares bilaterales podría cumplir ambos objetivos, favoreciendo una integración más natural en el ambiente escolar [71,73-75].

- *Monoauralidad y plasticidad neuronal auditiva:*

La estimulación unilateral ejerce modificaciones irreversibles sobre el desarrollo de los sectores más altos de la vía auditiva. Al igual que existe un período crítico auditivo en niños/as con sorderas bilaterales de origen congénito, también

existe un período crítico auditivo ante la ausencia congénita de estimulación por uno de los dos oídos. Esta situación, que hemos observado en casos de sordera unilateral congénita con audición normal en el otro oído mantenida un largo período de la vida, puede extrapolarse a los niños/as que en la actualidad están recibiendo un solo implante coclear en edades por debajo de los dos años y que a través del otro oído permanecen sin recibir ningún estímulo. Este factor de estimulación de los centros auditivos superiores durante el período de mayor plasticidad auditiva es un argumento a favor de la implantación bilateral en el caso de los niños/as con una sordera congénita bilateral. De hecho, diferentes autores indican que, en situaciones de implantaciones bilaterales secuenciales, en la medida en que el tiempo transcurrido entre la implantación del primer y segundo oído es mayor, los resultados en este último tienden a ser peores. Dicho período de tiempo sería de unos cinco años aproximadamente, siempre que la implantación del primer oído se haya efectuado precozmente antes de los dos primeros años de vida [40,71,76].

Por otra parte, estudios sobre el desarrollo madurativo de la corteza auditiva en humanos demuestran que la maduración de los axones de las capas corticales comienzan después de los cinco años y finalizan hacia los doce años de vida, siendo este factor esencial para el establecimiento de conexiones cortico-corticales, interhemisféricas y con otras áreas corticales asociadas a la audición. Estos hechos neuroanatómicos coinciden con el perfeccionamiento que experimentan las criaturas, entre los cinco y los doce años, en la recepción de sonidos y palabras en ambiente de ruido y en la percepción de la palabra distorsionada por cambios binaurales, interrupción, filtrado o degradación espectral. Por ello, resulta lógico restablecer la estimulación bilateral en aquel período de la vida en el que están madurando las bases neuroanatómicas responsables de una serie de funciones auditivas determinadas como las que acabamos de citar [26,71,76].

4.2.3.4. ESTIMULACIÓN BIMODAL E IMPLANTACIÓN COCLEAR BILATERAL

Como ya se ha dejado claro, escuchar con dos oídos es mejor que uno. Cuando los sonidos son audibles en ambos oídos, el oyente puede hacer uso de la diferencia en el tiempo y en el nivel de intensidad con el que los sonidos que llegan a los dos oídos para localizar la fuente de los mismos. Al escuchar el habla en situaciones

ruidosas, el oyente puede atender selectivamente al oído con una mejor relación señal-ruido para escuchar mejor el habla. Incluso cuando las señales que llegan a los dos oídos son similares, el sistema auditivo puede obtener beneficios al combinar la información de ambos oídos. Estas ventajas son posibles para las personas con pérdida auditiva que reciben ayuda de la amplificación acústica con audífonos o la estimulación eléctrica con implantes cocleares.

Considerando que la implantación bilateral es la única opción para proporcionar audición binaural a personas con pérdida auditiva profunda en ambos oídos, el ajuste bimodal, es decir, la combinación de un implante coclear en un oído y un audífono en el oído opuesto, ofrece una alternativa no invasiva a las personas que mantienen cierta audición residual en un oído.

La evidencia de ventajas binaurales cuando la amplificación del audífono en un oído se combina con la implantación coclear en el oído opuesto se ha resumido en diversos trabajos [77-80], en los que queda reflejado que la percepción del habla es mejor con la adaptación bimodal que con la implantación coclear unilateral, en niños/as y en adultos. El tamaño del efecto es mayor para la percepción del habla en ruido que en silencio. Los beneficios significativos con la estimulación bimodal son evidentes también para localizar la fuente de sonido, escuchar música y funcionar en entornos del mundo real.

La evidencia actual sobre la efectividad relativa de la implantación coclear bilateral y la estimulación bimodal es aún menos cierta para las personas que reciben un implante coclear en un oído y que tienen una audición residual en el otro debido a limitaciones metodológicas en estudios previos, sobre todo en niños/as [81-88]. En primer lugar, el procesamiento actual del implante coclear es eficiente en el suministro de información de alta frecuencia, mientras que la amplificación acústica es más eficaz en el suministro de información de baja frecuencia. Como tal, podemos pensar que la estimulación bimodal bilateral es mejor que la implantación coclear bilateral para la percepción de información relacionada con el tono, incluidos los contrastes de tono de voz en el habla [84-85] y la percepción musical [86]. En segundo lugar, existe evidencia de que la adquisición de lenguaje expresivo es mejor para los niños/as con implantes cocleares bilaterales que tenían experiencia previa en

estimulación bimodal que aquellos que no tenían tal experiencia [87], posiblemente debido a que la adaptación bimodal permitía el acceso temprano a controles de tono de voz que son fundamentales para la percepción temprana del habla [88].

OBJETIVOS

1. HIPÓTESIS DE TRABAJO

Son varias las preguntas que, mediante este trabajo, vamos a intentar contestar: ¿existen diferencias en las capacidades auditivas entre los niños/as diagnosticados de hipoacusia severo-profunda bilateral sometidos a un implante coclear unilateral y los portadores, además, de una prótesis auditiva convencional contralateral?; ¿hay un beneficio objetivable en dichas capacidades para aquellos niños/as a los que se les propone una implantación coclear bilateral desde un inicio?; y en cuanto a los niveles de comprensión, discriminación y correlación cronológica, ¿se puede decir que existen diferencias para estos parámetros entre las tres modalidades de tratamiento a estudio?

Otro punto importante hace referencia a las capacidades lingüísticas que consiguen estos niños/as tras el tratamiento de su hipoacusia y que determinaran su evolución y adaptación en el entorno social. En este sentido, ¿podemos abogar por una implantación coclear bilateral frente a una estimulación bimodal o frente a la implantación exclusivamente unilateral en función de las habilidades que alcanza el niño/a en lo que a la adquisición del habla y lenguaje se refiere? Es decir, ¿podría el tratamiento escogido marcar el poder de comunicación de ese niño/a a medio y largo plazo y, por tanto, ser determinante en su integración social?

Finalmente intentaremos demostrar que cuanto más temprana sea nuestra actuación en estas criaturas, independientemente de la modalidad terapéutica escogida, mayores son los beneficios que se obtienen tanto en el terreno de la audición como en el desarrollo del lenguaje.

2. OBJETIVOS CONCRETOS

El objetivo principal de este trabajo es comparar los resultados audiológicos, de comprensión, discriminación y correlación cronológica así como las capacidades en el ámbito del desarrollo del lenguaje en niños/as con hipoacusia severo-profunda

bilateral en función del tratamiento auditivo al que se someten (implantación coclear unilateral, estimulación bimodal o implantación coclear bilateral).

De forma secundaria evaluaremos también la influencia de la edad a la que llevamos a cabo la actuación terapéutica en los resultados obtenidos tanto en el terreno auditivo como lingüístico.

MATERIAL Y MÉTODOS

1. FINANCIACIÓN

Para la realización de este estudio no ha sido necesaria financiación, beca ni ningún otro tipo de ayuda económica externa.

2. AUTORIZACIONES

El presente trabajo obtuvo la aprobación del Comité Ético y cumple estrictamente todos los principios de la Declaración de Helsinki.

3. DISEÑO DEL ESTUDIO

Se presenta un estudio observacional, longitudinal y retrospectivo, que incluye a todos los niños/as procedentes del programa de screening desde el año 1999 al 2013 que fueron diagnosticados de hipoacusia severa o profunda e implantados antes de los seis años, y que dividimos en tres grupos en función de si fueron intervenidos exclusivamente de un sólo implante coclear, intervenidos de un implante coclear en un oído y apoyados por una prótesis convencional en el contralateral (estimulación bimodal) o si fueron sometidos a una implantación coclear bilateral.

Todos los niños/as fueron implantados por el mismo equipo quirúrgico y evaluados siempre por el mismo personal especializado mediante pruebas conductuales auditivas y verbales, utilizando distintos tipos de refuerzo para mantener el interés y obtener respuestas fiables, sobre todo en los niños/as más pequeños: hacemos referencia al refuerzo visual, a partir de los seis meses; el refuerzo motor, cuando el niño/a ya ha perdido el interés por el refuerzo visual entre los dieciocho y veinticuatro meses y el refuerzo lúdico, a partir de los tres años y hasta que resulte eficaz. Esta batería de pruebas se llevó a cabo previamente a la intervención y a los seis meses post-implantación y, posteriormente, a intervalos anuales hasta los cinco años después de la activación del implante. Por supuesto, en todo este proceso, fue

respetado el tiempo de entrenamiento que estas criaturas necesitaron para ejecutar las pruebas con un grado suficiente de fiabilidad.

La valoración previa de todos los niños/as que fueron sometidos a implantación coclear incluyó:

1. Historia clínica completa, junto con la correspondiente exploración física y otorrinolaringológica.
2. Otoemisiones acústicas y potenciales auditivos troncoencefálicos y de estado estable.
3. Audiometría de observación de la conducta en campo libre y con los correspondientes refuerzos en caso necesario y según la edad.
4. Pruebas de imagen (TC y RM).
5. Adaptación audioprotésica y audiometría en campo libre con dicha adaptación para valorar el rendimiento de la misma.
6. Estimulación temprana en audición y lenguaje.
7. Consejo terapéutico en cada fase del proceso y consentimiento informado.

La valoración postquirúrgica engloba las siguientes pruebas, que fueron realizadas a los seis meses de la implantación, y repetidas anualmente durante los primeros cinco años tras la cirugía:

8. Audiometría tonal en campo libre.
9. Escala IT-Mais.
10. Test de Nottingham.
11. Cuestionario LittleEars.
12. Test de bisílabos en campo libre.
13. Test de frases en campo libre.

Las audiometrías fueron realizadas en una cabina insonorizada, en campo libre y a un metro de distancia de la fuente sonora, con un sonido modulado y sin ruido de fondo.

También se incluyeron en esta valoración diversos test: la escala de IT-Mais, que refleja las conductas que presenta el niño/a ante el sonido en situaciones de la vida cotidiana y que evalúa 10 ítems que se puntúan de 0 a 4; la escala de rendimiento

auditivo de Nottingham, que evalúa 8 categorías, donde la primera corresponde a un desconocimiento absoluto de sonidos ambientales a pesar de una adaptación protésica correcta y donde la última corresponde a la capacidad del niño/a para mantener una conversación telefónica con un interlocutor desconocido y sobre un tema no familiar; y el cuestionario LittleEars, realizado por los padres y que valora las mejoras audio-comunicativas con el implante coclear mediante 35 ítems.

Finalmente, las pruebas logaudiométricas (test de bisílabos y de frases); se realizaron sin apoyo de lectura labial y en contexto abierto, a un metro de distancia y a una intensidad de 65dBs sin ruido de fondo. El test de bisílabos consta de 8 listados de 20 palabras pertenecientes al vocabulario infantil. El test de frases incluye 3 listas de 6 frases cada una, con 4 palabras clave, y requiere de cierta habilidad de memoria auditiva a corto plazo. Para realizar estas pruebas es preciso que el niño/a tenga un cierto desarrollo del lenguaje oral, motivo por el cual, en la mayoría de casos, estas pruebas no se pudieron llevar a cabo de forma fiable hasta los dos años tras la activación del implante.

3.1 Criterios de inclusión

Los criterios generales de inclusión que se han utilizado en el diseño de este estudio son los siguientes:

- Niños/as menores de seis años en el momento de la actuación terapéutica, independientemente de la que fuere.
- Diagnóstico de hipoacusia bilateral severa-profunda.
- Adaptación protésica bilateral, previa a la implantación, durante un mínimo de tres a seis meses, sin evidencia de beneficio auditivo o con un beneficio mínimo.
- Evaluación psicológica y neurológica satisfactoria por parte de los correspondientes especialistas.
- TC y RM con una cóclea suficientemente desarrollada y presencia de nervio coclear.
- Que se haya cumplido todo el seguimiento.

Los criterios específicos de inclusión para el grupo integrado por los niños/as implantados unilateralmente son:

- Que sean portadores de un único implante coclear.
- Que no tengan apoyo en el oído contralateral de prótesis auditiva convencional ni de ningún otro tipo de dispositivo.

Los criterios específicos de inclusión en el grupo de estimulación bimodal son:

- Niños/as implantados unilateralmente y que utilizan de forma habitual prótesis auditiva convencional en el oído no intervenido, sin que se haya planteado la implantación de dicho oído durante los años que engloba el estudio.

Y los criterios específicos de inclusión para el grupo de los implantados bilateralmente son:

- Niños/as que se hayan sometido a una implantación coclear bilateral simultánea en el mismo acto quirúrgico.
- Niños/as en los que se haya realizado un implante coclear unilateral y en los que, en menos de un año tras ese implante, se haya decidido implantar el oído contralateral, siendo los resultados de las pruebas realizadas en estos casos valorados a partir de la colocación del segundo implante.

3.2. Criterios de exclusión

Adoptamos como único criterio de exclusión del estudio el que incluye a aquellos niños/as que, independientemente del motivo, no llevaron a cabo el correspondiente seguimiento en consultas externas y no se sometieron a las pruebas rutinarias que se describen en este trabajo y que son fundamentales para evaluar la eficacia del dispositivo de ayuda auditiva elegido.

3.3. Tamaño muestral

Nuestra muestra está conformada por un total de 122 niños/as, que clasificamos en tres grupos en función de la opción terapéutica a la que fueron

sometidos. Un primer grupo integrado por 46 niños/as intervenidos de un implante coclear unilateral de forma exclusiva, sin apoyo auditivo en el oído contralateral. Un segundo grupo conformado por 30 niños/as sometidos a una implantación coclear en uno de los oídos complementando la audición con una prótesis auditiva convencional en el oído contralateral. Y un tercer grupo, en el que se incluyen 46 niños/as que recibieron un implante coclear bilateral, ya fuera de forma simultánea, en el mismo acto quirúrgico, o de forma secuencial, colocándose el segundo implante durante el primer año tras la primera implantación.

La selección de dichos pacientes fue llevada a cabo siguiendo las directrices del Comité de Ética de Investigación nuestro centro.

Sin embargo, de los 122 niños/as que inicialmente conformaban nuestra muestra, 17 fueron excluidos del estudio por problemas en el seguimiento: en 14 casos por cambio de residencia habitual a otra ciudad y en los 3 casos restantes por imposibilidad para la realización de toda la batería de pruebas, al tratarse de criaturas con diagnóstico de autismo en los que la colaboración era muy escasa, limitándose el estudio a la audiometría tonal. Por todo ello, la distribución final según los tres grupos de trabajo ha sido de 39 niños/as implantados de forma unilateral exclusiva, 31 niños/as usuarios de la estimulación bimodal y 35 niños/as sometidos a un implante coclear bilateral, lo que configura una muestra con un total de 105 niños/as.

3.4. Variables contempladas

3.4.1. CUALITATIVAS

- Sexo:
 - Hombre
 - Mujer
- Causa:
 - Hiperbilirrubinemia
 - Ototoxicidad
 - Genética
 - Infecciosa

- Neuropatía
- Prematuridad
- Desconocida
- Casa comercial y modelo de implante:
 - Advanced Bionics:
 - CLARION 1.2
 - HiRes 90k
 - CII HiF
 - Cochlear:
 - NUCLEUS CI24RE
 - NUCLEUS CI24RE ST
 - Med-El:
 - COMBI-40+
 - SONATA
 - PULSAR

3.4.2. CUANTITATIVAS

- Edad
- Umbrales auditivos en decibelios en la audiometría tonal liminar en 500, 1000, 2000 y 4000Hz:
 - A los 6 meses y a los 1, 2, 3, 4 y 5 años post-implantación
- Puntuación de 0 a 40 en la escala de integración auditiva significativa en infantes y niños/as pequeños (IT-Mais):
 - A los 6 meses y a los 1, 2, 3, 4 y 5 años post-implantación
- Puntuación de 0 a 8 en la escala de rendimiento auditivo de Nottingham:
 - A los 6 meses y a los 1, 2, 3, 4 y 5 años post-implantación
- Puntuación de 0 a 35 en el cuestionario dirigido a padres para evaluar el comportamiento auditivo en niños/as pequeños (LittleEars):
 - A los 6 meses y a los 1, 2, 3, 4 y 5 años post-implantación
- Porcentaje de aciertos en el test de bisílabos:
 - A los 2, 3, 4 y 5 años post-implantación
- Porcentaje de aciertos en el test de frases:
 - A los 2, 3, 4 y 5 años post-implantación.

RESULTADOS

Debido al diseño del estudio se seleccionaron los pacientes desde 1999 al 2013, para asegurar un seguimiento de cinco años tras la implantación coclear en todos los casos. Todas las variables anteriormente mencionadas han sido estudiadas en los tres grupos que conforman nuestro estudio. Las variables cualitativas se presentan con su distribución de frecuencias o distribución absoluta. Las cuantitativas se expresan mediante la media y desviación estándar.

1. RESULTADOS EN FUNCIÓN DEL DISPOSITIVO DE AYUDA AUDITIVA

1.1. Variables cualitativas

1.2.1 SEXO

Del total de 105 pacientes seleccionados, 63 son varones y 42 mujeres. Su distribución en los distintos grupos queda representada en la siguiente tabla de frecuencias (Tabla 4) y en el diagrama de barras que le sigue (Gráfico 1):

| | | Unilateral | Bimodal | Bilateral |
|---------------|-----------|-------------------|----------------|------------------|
| Hombre | FA | 25 | 18 | 20 |
| | FR | 0,24 | 0,17 | 0,19 |
| Mujer | FA | 14 | 13 | 15 |
| | FR | 0,14 | 0,12 | 0,14 |

Tabla 4.- Distribución de frecuencias entre los distintos grupos en función del sexo.

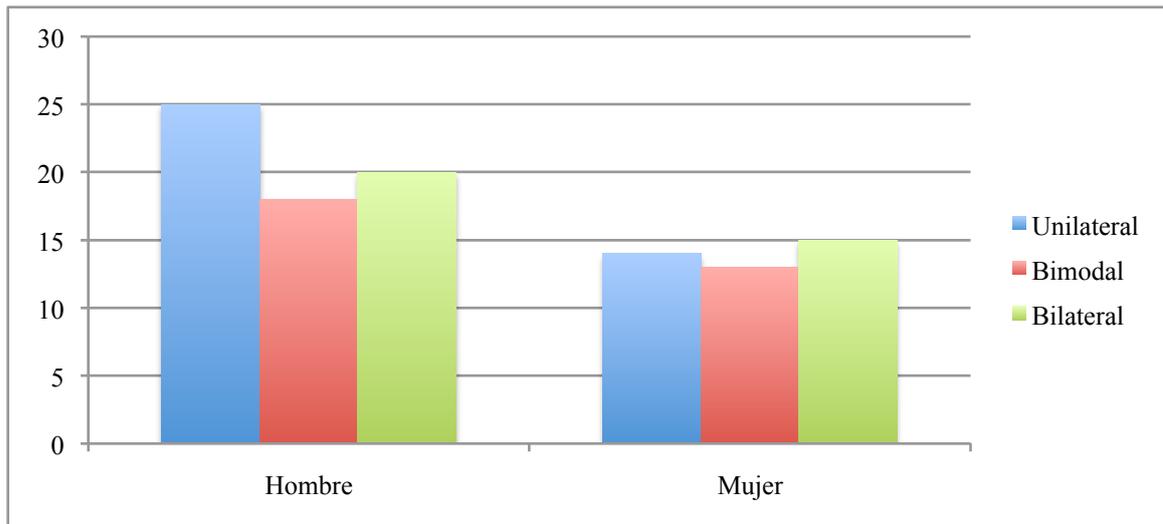


Gráfico 1.- Distribución de la muestra por sexo según grupos.

1.2.1 ETIOLOGÍA

Dentro de las principales causas de hipoacusia en nuestra muestra, destaca la genética como la más frecuente dentro de las conocidas, concretamente la vinculada a un error del gen que codifica la conexina 26. Sin embargo, en la mayoría de nuestros pacientes no se ha llegado a conocer la causa concreta desencadenante de esta anomalía. Las distintas causas y su distribución de frecuencias se muestran a continuación (Tabla 5 y Gráfico 2):

| | | Unilateral | Bimodal | Bilateral |
|----------------------------|-----------|------------|---------|-----------|
| Hiperbilirrubinemia | FA | 1 | 1 | 0 |
| | FR | 0,0095 | 0,0095 | 0 |
| Ototoxicidad | FA | 2 | 0 | 0 |
| | FR | 0,019 | 0 | 0 |
| Genética | FA | 15 | 9 | 11 |
| | FR | 0,14 | 0,086 | 0,11 |
| Infecciosa | FA | 1 | 0 | 3 |
| | FR | 0,0095 | 0 | 0,029 |
| Neuropatía | FA | 4 | 1 | 1 |
| | FR | 0,038 | 0,0095 | 0,0095 |
| Prematuridad | FA | 1 | 1 | 0 |
| | FR | 0,0095 | 0,0095 | 0 |

| | | | | |
|--------------------|-----------|------|------|------|
| Desconocida | FA | 15 | 19 | 20 |
| | FR | 0,14 | 0,18 | 0,19 |

Tabla 5.- Distribución de frecuencias en función de la causa de la hipoacusia.

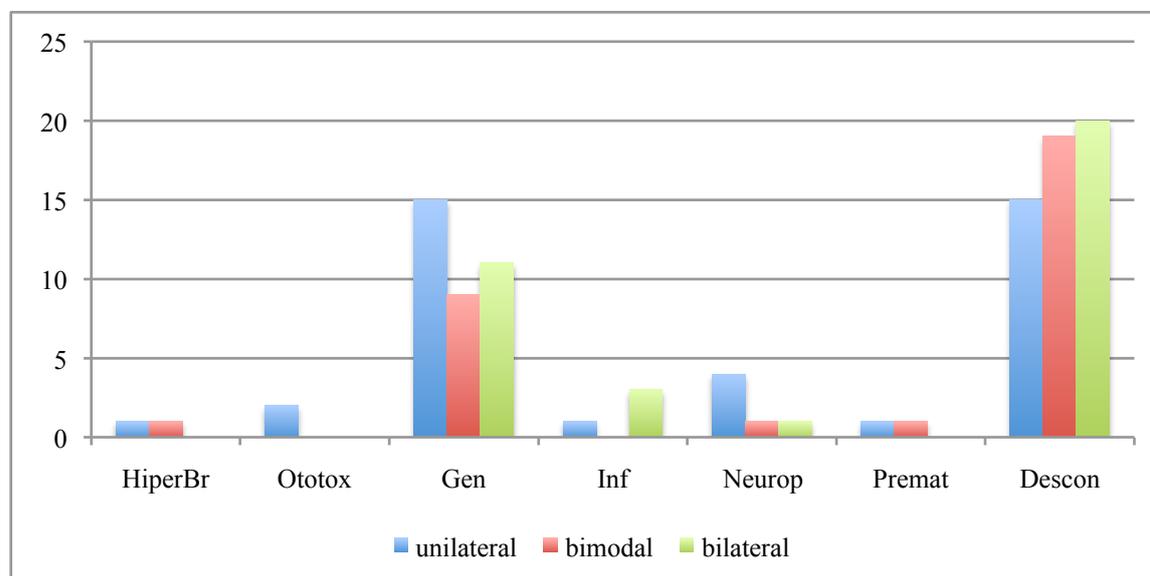


Gráfico 2.- Distribución de la muestra según la causa de la hipoacusia por grupos.

1.2.1 CASA COMERCIAL

Los datos relacionados con la casa comercial de los implantes quedan recogidos en la siguiente tabla de frecuencias (Tabla 6) con su correspondiente diagrama de barras (Gráfico 3), pudiendo destacar la mayor prevalencia de los implantes de la casa Advanced Bionics (AB) en el grupo de los implantados unilateralmente y de los implantes de la casa Cochlear, aunque en menor proporción, en los niños/as implantados de forma bilateral.

| | | Unilateral | Bimodal | Bilateral |
|-------------------------|-----------|-------------------|----------------|------------------|
| Advanced Bionics | FA | 26 | 14 | 16 |
| | FR | 0,25 | 0,13 | 0,15 |
| Cochlear | FA | 8 | 14 | 18 |
| | FR | 0,076 | 0,13 | 0,17 |
| Med-El | FA | 3 | 4 | 2 |
| | FR | 0,029 | 0,038 | 0,019 |

Tabla 6.- Distribución de frecuencias entre los tres grupos en función de la casa comercial del implante utilizado.

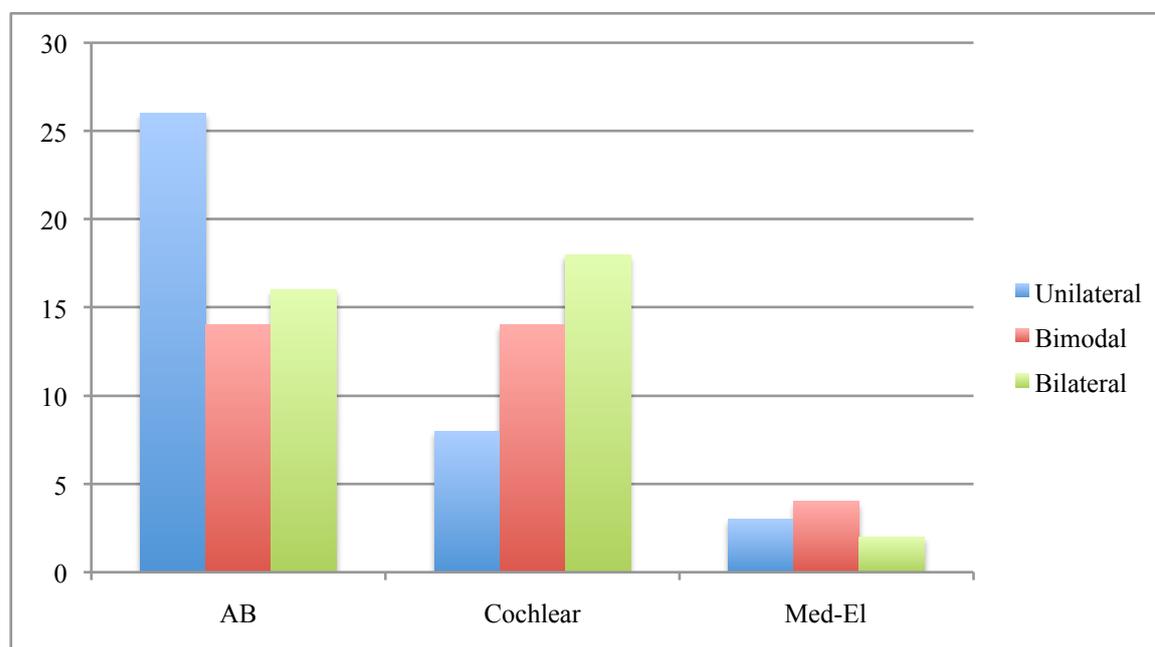


Gráfico 3.- Distribución de los niños/as implantados en función de la casa comercial del implante en los distintos grupos.

También mostramos los distintos modelos de implantes cocleares que fueron utilizados por cada casa comercial en los niños/as estudiados durante los años que engloba este trabajo y la distribución de frecuencias de cada uno de estos modelos en los tres grupos de implantación (Tabla 7 y Gráfico 4).

| | <i>Modelo de Implante</i> | | Unilateral | Bimodal | Bilateral |
|-----------------------------------|---------------------------|----|-------------------|----------------|------------------|
| Advanced Bionics (n=56) | CLARION 1.2 (n=5) | FA | 2 | 3 | 0 |
| | | FR | 0,019 | 0,029 | 0 |
| | HiRes 90K (n=35) | FA | 20 | 4 | 11 |
| | | FR | 0,19 | 0,038 | 0,1 |
| | CII HiF (n=16) | FA | 4 | 7 | 5 |
| | | FR | 0,038 | 0,067 | 0,048 |
| Cochlear (n=40) | NUCLEUS CI24RE (n=11) | FA | 2 | 4 | 5 |
| | | FR | 0,019 | 0,038 | 0,048 |
| | NUCLEUS ST (n=29) | FA | 6 | 10 | 13 |
| | | FR | 0,057 | 0,095 | 0,12 |

| | | | | | |
|---------------------|-----------------|----|--------|--------|-------|
| Med-EI (n=9) | COMBI 40+ (n=3) | FA | 1 | 2 | 0 |
| | | FR | 0,0095 | 0,019 | 0 |
| | SONATA (n=5) | FA | 2 | 1 | 2 |
| | | FR | 0,019 | 0,0095 | 0,019 |
| | PULSAR (n=1) | FA | 0 | 1 | 0 |
| | | FR | 0 | 0,0095 | 0 |

Tabla 7.- Distribución en frecuencias absoluta (FA) y relativa (FR) de los diferentes modelos de implante de las casas comerciales por grupos.

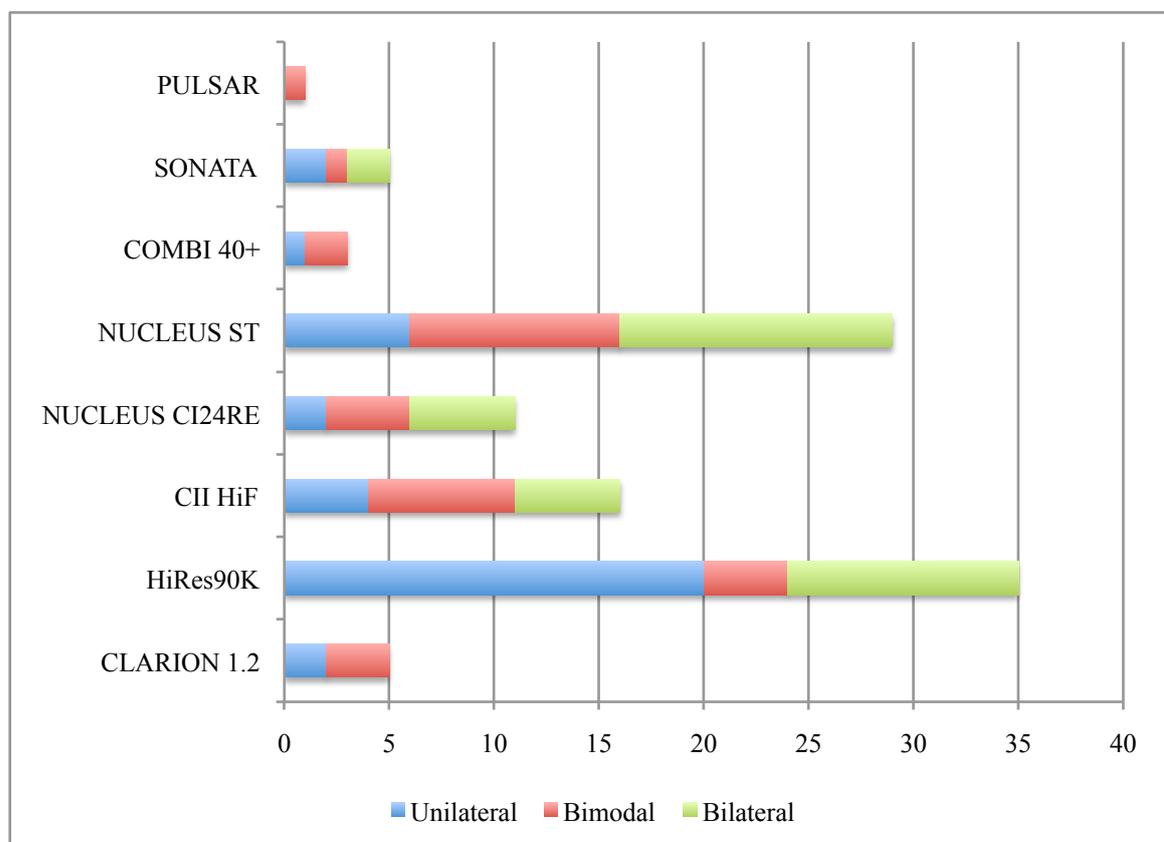


Gráfico 4.- Distribución de los diferentes modelos de implante utilizados en cada uno de los tres grupos de estudio.

1.2. Variables cuantitativas

En cuanto a las variables cuantitativas y su análisis estadístico, en primer lugar es necesario saber si se cumple la normalidad en nuestra muestra. Considerando el contraste de hipótesis aquel en el que la hipótesis nula es la normalidad y la hipótesis

alternativa es la ausencia de normalidad en la muestra, aplicamos el test de Shapiro-Wilk en todas estas variables tal y como se muestra a continuación (Tablas 8-11):

| | Unilateral | Bimodal | Bilateral |
|------------------|-------------------|----------------|------------------|
| p-valores | 0.0005 | 0.00092 | 0.000042 |

Tabla 8.- Test de normalidad de Shapiro-Wilk para la variable edad.

| | | Hz | Unilateral | Bimodal | Bilateral |
|------------|-----------|-------------|-------------------|----------------|------------------|
| ATL | 6m | 500 | 0,000023 | 0,14 | 0,0027 |
| | | 1000 | 0,000004 | 0,15 | 0,0044 |
| | | 2000 | 0,0000036 | 0,053 | 0,0005 |
| | | 4000 | 0,0000053 | 0,2 | 0,000072 |
| ATL | 1a | 500 | 0,0056 | 0,056 | 0,011 |
| | | 1000 | 0,0054 | 0,0032 | 0,0098 |
| | | 2000 | 0,0042 | 0,0094 | 0,00065 |
| | | 4000 | 0,0017 | 0,011 | 0,000011 |
| ATL | 2a | 500 | 0,0022 | 0,07 | 0,00046 |
| | | 1000 | 0,0019 | 0,0049 | 0,00087 |
| | | 2000 | 0,037 | 0,011 | 0,00094 |
| | | 4000 | 0,013 | 0,0085 | 0,00025 |
| ATL | 3a | 500 | 0,00038 | 0,0047 | 0,0000089 |
| | | 1000 | 0,0014 | 0,0016 | 0,0000084 |
| | | 2000 | 0,0014 | 0,00089 | 0,00012 |
| | | 4000 | 0,0041 | 0,0014 | 0,00087 |
| ATL | 4a | 500 | 0,000036 | 0,00036 | 0,000000069 |
| | | 1000 | 0,018 | 0,00073 | 0,00000034 |
| | | 2000 | 0,004 | 0,000035 | 0,00000042 |
| | | 4000 | 0,0049 | 0,00036 | 0,000033 |
| ATL | 5a | 500 | 0,0000004 | 0,000043 | 0,0000000035 |
| | | 1000 | 0,00029 | 0,0001 | 0,0000000035 |
| | | 2000 | 0,0064 | 0,000084 | 0,000000021 |
| | | 4000 | 0,004 | 0,0001 | 0,000000026 |

Tabla 9.- Test de normalidad de Shapiro-Wilk para la variable audiometría tonal.

| | | Unilateral | Bimodal | Bilateral |
|-------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| IT-Mais | 6m | 0,01 | 0,14 | 0,015 |
| | 1a | 0,21 | 0,12 | 0,0072 |
| | 2a | 0,019 | 0,0051 | 0,0000061 |
| | 3a | 0,000037 | 0,000079 | 1,4e-10 |
| | 4a | 0,000000012 | 0,000000031 | 3,5e-12 |
| | 5a | <i>identical values</i> | <i>identical values</i> | <i>identical values</i> |
| Nottingham | 6m | 0,000031 | 0,0027 | 0,0023 |
| | 1a | 0,00025 | 0,038 | 0,02 |
| | 2a | 0,0068 | 0,0034 | 0,00027 |
| | 3a | 0,0006 | 0,0000078 | 0,000000018 |
| | 4a | 0,0000012 | 5,7e-10 | 3,2e-12 |
| | 5a | <i>identical values</i> | <i>identical values</i> | <i>identical values</i> |
| LittleEars | 6m | 0,000067 | 0,00000058 | 0,000011 |
| | 1a | 0,13 | 0,026 | 0,0017 |
| | 2a | 0,0034 | 0,0016 | 0,000000014 |
| | 3a | 0,00000043 | 0,000000011 | 9,6e-12 |
| | 4a | <i>identical values</i> | <i>identical values</i> | <i>identical values</i> |
| | 5a | <i>identical values</i> | <i>identical values</i> | <i>identical values</i> |

Tabla 10.- Test de normalidad de Shapiro-Wilk para las variables IT-Mais, Nottingham y LittleEars.

| | | Unilateral | Bimodal | Bilateral |
|------------------|-----------|------------|------------|-------------|
| Bisílabos | 2a | 0,15 | 0,16 | 0,14 |
| | 3a | 0,053 | 0,0014 | 0,014 |
| | 4a | 0,08 | 0,000036 | 0,0000038 |
| | 5a | 0,004 | 0,0000029 | 4,549e-11 |
| Frases | 2a | 0,1 | 0,00044 | 0,0073 |
| | 3a | 0,0037 | 0,0000043 | 0,000026 |
| | 4a | 0,012 | 0,00000026 | 0,000000009 |
| | 5a | 0,00068 | 0,00000018 | 3,2e-12 |

Tabla 11.- Test de normalidad de Shapiro-Wilk para las variables de logaudiometrías (bisílabos y frases).

Viendo los p-valores obtenidos, en la gran mayoría de los casos inferiores a 0.05, debemos rechazar la hipótesis nula de normalidad; este hecho nos obliga a trabajar con test no paramétricos, siendo el escogido en nuestro caso el de Kruskal-Wallis.

1.2.1. EDAD

La edad media de implantación de los niños/as que conforman nuestra muestra es de 2.74 +/- 1.6 años. En el caso de los implantados bilateralmente de forma secuencial, se ha considerado como edad aquella a la que se colocó el segundo implante. Respecto a la media y desviación típica de la edad por grupos, queda representada seguidamente (Tabla 12 y Gráfico 5).

| | Unilateral | Bimodal | Bilateral | <i>p-valor</i> |
|---------------------|-------------------|----------------|------------------|-----------------------|
| Media +/- DS | 2,51 +/- 1,32 | 3,45 +/- 1,87 | 2,36 +/- 1,46 | 0,064 |

Tabla 12.- Media de edades y desviación típica por grupos, con p-valor obtenido de la comparativa de estas edades entre los tres grupos mediante el test de Kruskal-Wallis.

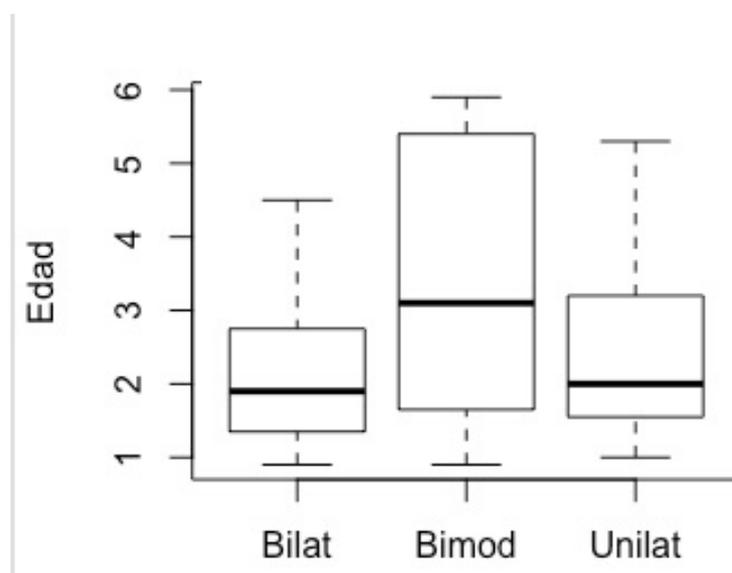


Gráfico 5.- Diagrama de cajas representando la media de edad por grupos.

Como se puede apreciar, el p-valor que obtenemos al comparar, mediante el test de Kruskal-Wallis, los tres grupos de pacientes es mayor de 0.05, motivo por el

cual no podemos rechazar la hipótesis nula de igualdad, entendiendo que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos en lo que a la edad de sus participantes se refiere, lo cual confirmaremos a continuación con los estudios post.

Si llevamos a cabo el estudio post mediante el test de Wilcoxon, considerando la hipótesis nula como igualdad y la alternativa como la ausencia de esa igualdad, obtenemos los siguientes resultados (Tabla 13):

| | UNILATERAL | BIMODAL |
|------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.23 | - |
| BILATERAL | 1 | 0.099 |

Tabla 13.- Test de Wilcoxon para detectar diferencias estadísticamente significativas entre las edades comparando dos a dos los diferentes grupos.

Con p-valores superiores a 0.05 en la comparativa entre los portadores de implante unilateral y los usuarios de estimulación bimodal, entre los niños/as con un único implante y los implantados bilateralmente y entre éstos últimos y la estimulación bimodal, no podemos rechazar la hipótesis nula en ninguna de estas tres comparativas y debemos asumir que no existen diferencias significativas entre estos grupos en lo que a la edad se refiere, confirmando de esa manera que no existe sesgo alguno a este nivel que pudiera condicionar el estudio.

1.2.2. AUDIOMETRÍA TONAL

Los valores de la audiometría tonal para las frecuencias de 500, 1000, 2000 y 4000Hz, a los seis meses y anualmente durante los cinco primeros años tras la implantación, en cada uno de los tres grupos, quedan reflejados en la siguiente tabla (Tabla 14) y representaciones audiométricas (Gráficos 6-11):

| | | Unilateral | Bimodal | Bilateral | <i>p-valor</i> |
|------------|----------------|-------------------|----------------|------------------|-----------------------|
| 6 m | 500 Hz | 49,87 +/- 6,23 | 42,10 +/- 9,11 | 42,29 +/- 5,86 | 0,0000035 |
| | 1000 Hz | 49,62 +/- 5,55 | 43,55 +/- 8,77 | 42,43 +/- 4,91 | 0,0000021 |

| | | | | | |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|
| | 2000 Hz | 49,62 +/- 5,18 | 44,52 +/- 8,40 | 44,43 +/- 5,91 | 0,000069 |
| | 4000 Hz | 50,77 +/- 5,57 | 45,65 +/- 9,46 | 45,86 +/- 6,47 | 0,00022 |
| 1 año | 500 Hz | 40,38 +/- 6,00 | 33,71 +/- 6,32 | 33,29 +/- 5,14 | 0,0000023 |
| | 1000 Hz | 40,26 +/- 5,73 | 34,35 +/- 6,29 | 32,29 +/- 5,47 | 0,00000046 |
| | 2000 Hz | 40,13 +/- 5,19 | 35 +/- 7,96 | 33,71 +/- 6,34 | 0,000011 |
| | 4000 Hz | 41,41 +/- 5,12 | 36,61 +/- 8,60 | 35,86 +/- 7,02 | 0,000043 |
| 2 años | 500 Hz | 33,08 +/- 5,57 | 28,39 +/- 6,38 | 27,57 +/- 4,27 | 0,000081 |
| | 1000 Hz | 32,82 +/- 5,10 | 29,19 +/- 5,79 | 28 +/- 4,24 | 0,00028 |
| | 2000 Hz | 32,82 +/- 6,05 | 29,84 +/- 6,12 | 28,71 +/- 4,59 | 0,0074 |
| | 4000 Hz | 34,87 +/- 6,74 | 32,10 +/- 6,93 | 30,14 +/- 4,11 | 0,0039 |
| 3 años | 500 Hz | 29,36 +/- 5,76 | 24,83 +/- 5,08 | 25,43 +/- 3,29 | 0,00059 |
| | 1000 Hz | 29,10 +/- 5,49 | 26,45 +/- 4,32 | 26,14 +/- 3,23 | 0,04 |
| | 2000 Hz | 29,10 +/- 5,49 | 26,61 +/- 3,96 | 26,57 +/- 3,59 | 0,08 |
| | 4000 Hz | 31,28 +/- 5,82 | 28,55 +/- 4,12 | 28 +/- 4,24 | 0,018 |
| 4 años | 500 Hz | 28,08 +/- 5,33 | 23,23 +/- 4,39 | 21,86 +/- 2,73 | 0,000000043 |
| | 1000 Hz | 28,08 +/- 5,57 | 25,97 +/- 3,96 | 22,29 +/- 3,05 | 0,0000014 |
| | 2000 Hz | 27,95 +/- 5,47 | 25,65 +/- 3,35 | 22,43 +/- 3,29 | 0,0000015 |
| | 4000 Hz | 29,36 +/- 5,28 | 27,42 +/- 3,62 | 24,12 +/- 4,52 | 0,000048 |
| 5 años | 500 Hz | 26,67 +/- 4,78 | 22,42 +/- 3,85 | 21,29 +/- 2,53 | 0,000000013 |
| | 1000 Hz | 27,31 +/- 5,11 | 24,19 +/- 3,89 | 21,29 +/- 2,53 | 0,00000002 |
| | 2000 Hz | 27,44 +/- 4,98 | 25,48 +/- 3,50 | 21,71 +/- 2,96 | 0,000000088 |
| | 4000 Hz | 28,59 +/- 5,12 | 26,94 +/- 3,34 | 22,29 +/- 4,08 | 0,000000062 |

Tabla 14.- Medias y desviaciones típicas de los umbrales obtenidos en la audiometría tonal para las frecuencias estudiadas en los tres grupos de pacientes a los seis meses y anualmente durante los cinco primeros años post-implantación. Se muestran también los p-valores obtenidos al comparar estos resultados entre los tres grupos mediante el test de Kruskal-Wallis.

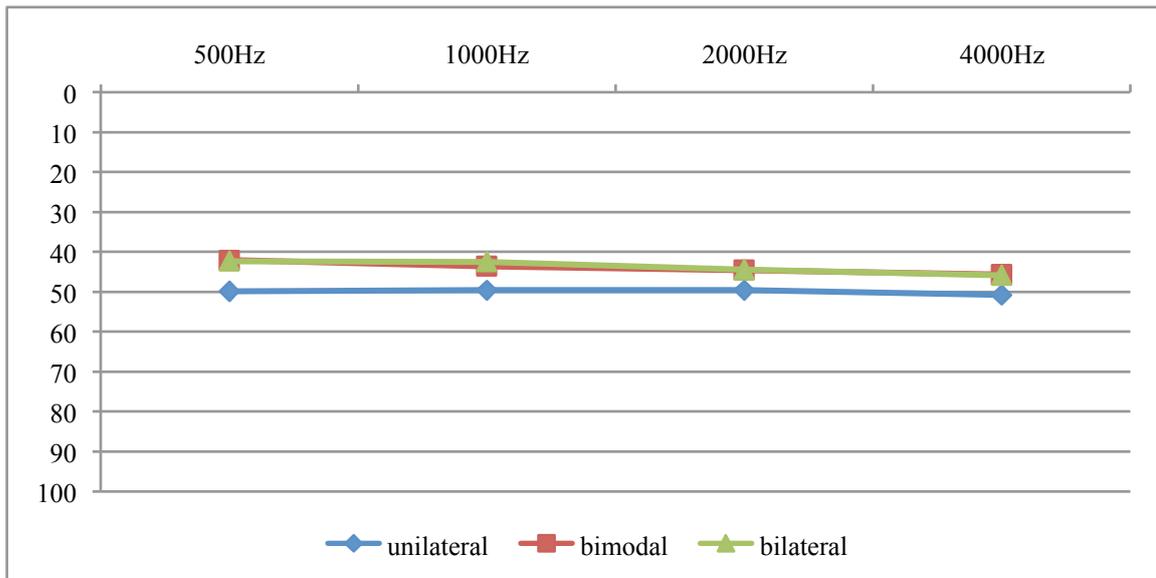


Gráfico 6.- Media de los umbrales en las frecuencias estudiadas en la audiometría tonal realizada a los seis meses tras la implantación según grupos.

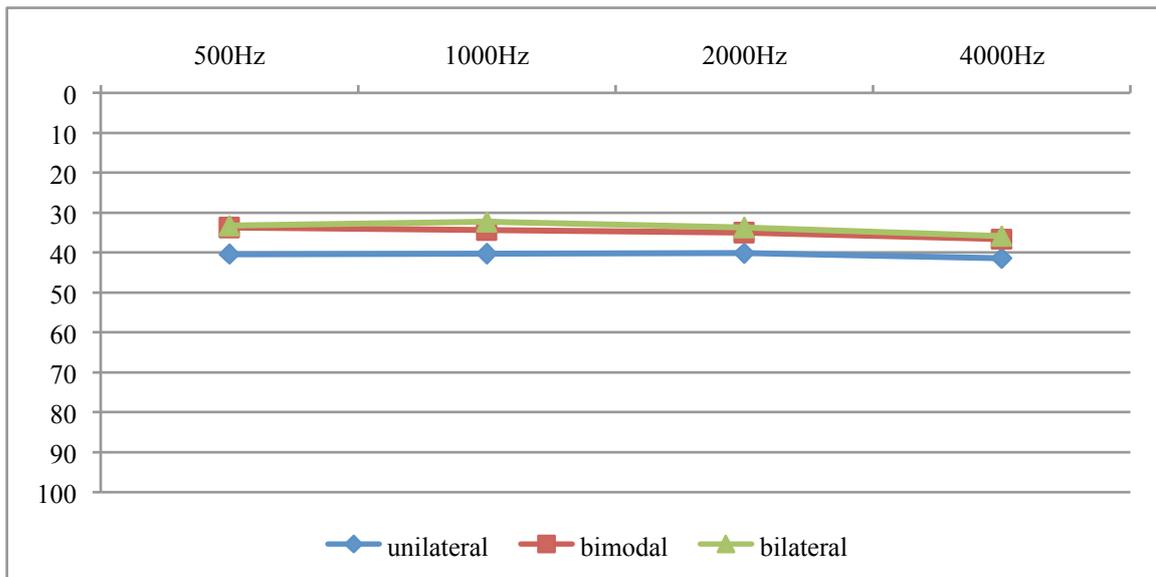


Gráfico 7.- Media de los umbrales en las frecuencias estudiadas en la audiometría tonal realizada al año de la implantación según grupos.

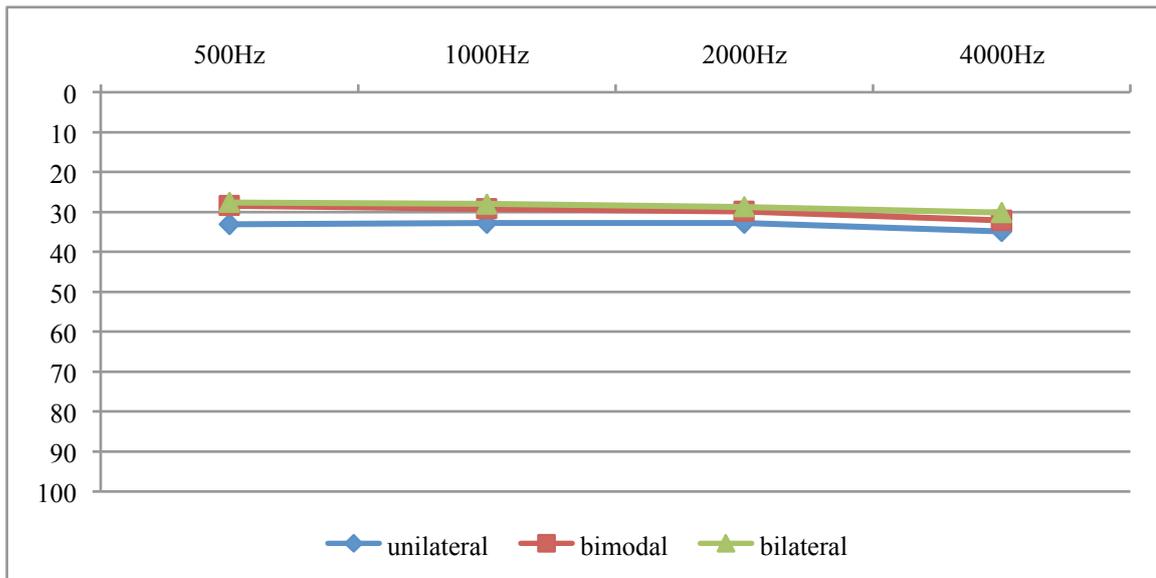


Gráfico 8.- Media de los umbrales en las frecuencias estudiadas en la audiometría tonal realizada a los dos años de la implantación según grupos.

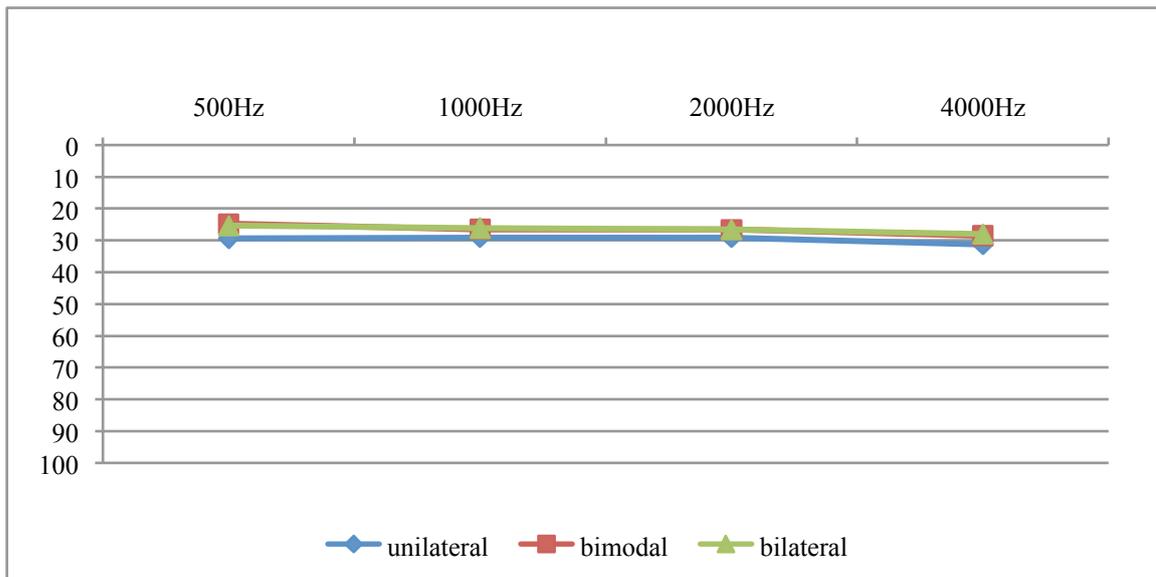


Gráfico 9.- Media de los umbrales en las frecuencias estudiadas en la audiometría tonal realizada a los tres años de la implantación según grupos.

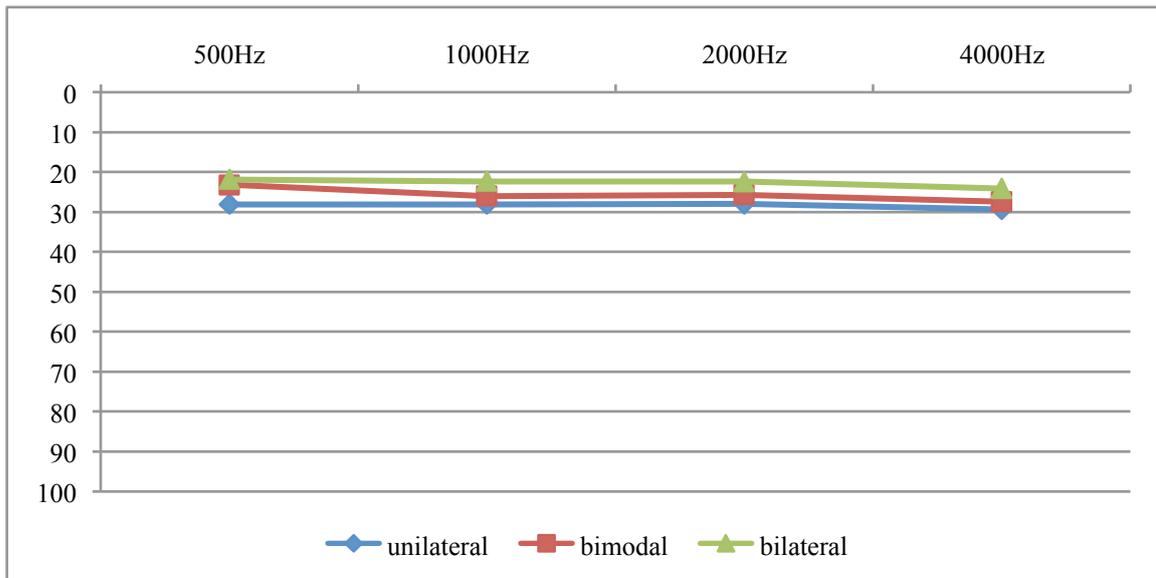


Gráfico 10.- Media de los umbrales en las frecuencias estudiadas en la audiometría tonal realizada a los cuatro años de la implantación según grupos.

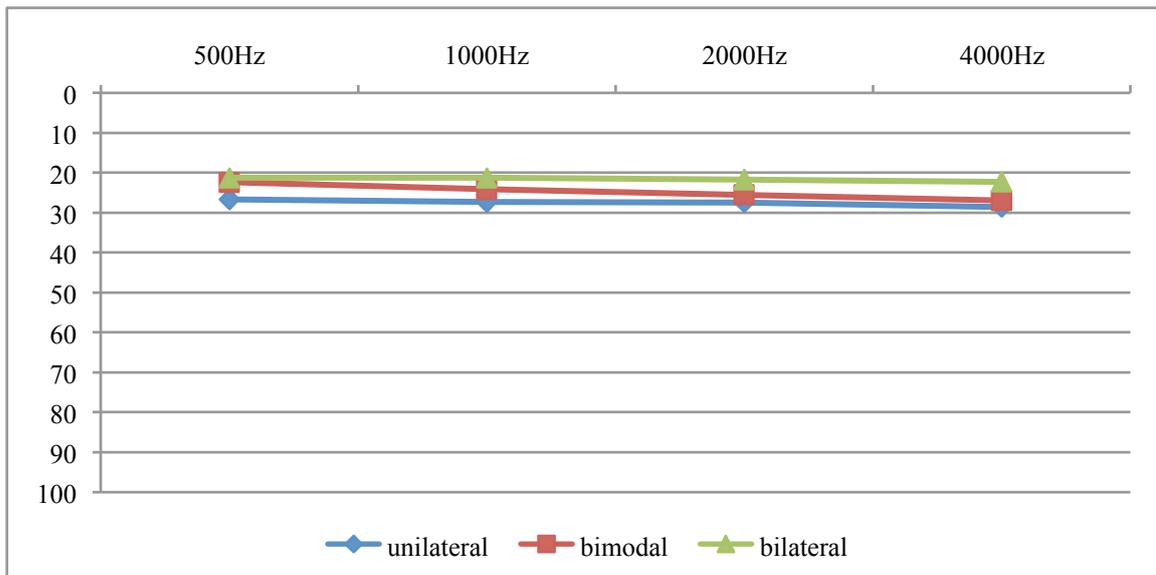


Gráfico 11.- Media de los umbrales en las frecuencias estudiadas en la audiometría tonal realizada a los cinco años de la implantación según grupos.

A continuación quedan reflejados los umbrales medios englobando todas las frecuencias estudiadas a los seis meses y anualmente hasta el quinto año post-implantación (Tabla 15 y Gráfico 12), con el objetivo de tener una visión más clara de los cambios que sufren estos umbrales a lo largo del tiempo según el método utilizado para combatir la hipoacusia:

| | Unilateral | Bimodal | Bilateral |
|---------|------------|---------|-----------|
| 6 meses | 49,97 | 43,75 | 43,75 |
| 1 año | 40,55 | 34,92 | 33,79 |
| 2 años | 33,4 | 29,88 | 28,61 |
| 3 años | 29,71 | 26,54 | 26,54 |
| 4 años | 28,37 | 25,57 | 22,68 |
| 5 años | 27,5 | 24,76 | 21,65 |

Tabla 15.- Valores medios de umbrales audiométricos para todas las frecuencias a los seis meses y anualmente durante los primeros cinco años post-implantación.

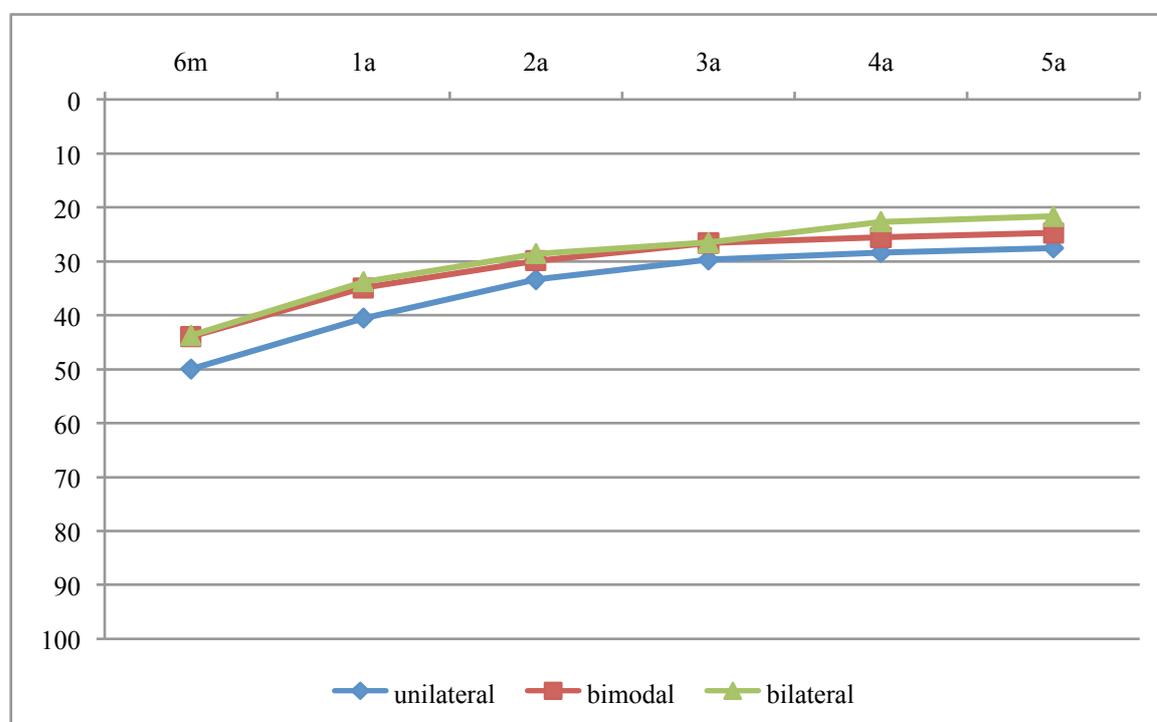


Gráfico 12.- Representación gráfica de las medias de umbrales para todas las frecuencias a los seis meses y anualmente los cinco primeros años post-implantación.

Al calcular el p-valor entre los tres grupos con el test de Kruskal-Wallis, obtenemos resultados menores de 0.05 en prácticamente todos los casos, lo que nos permite rechazar la hipótesis nula, según la que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos, y aceptar la hipótesis alternativa, en la que asumimos dichas diferencias.

A continuación procedemos al estudio post de estos datos mediante el test de Wilcoxon, que nos proporciona una alternativa no paramétrica para la comparación múltiple de cada pareja de muestras. Pasamos a mostrar los p-valores de las distintas variables referidas a la audiometría tonal, obtenidos mediante este test entre el grupo de los unilaterales y bimodales, unilaterales y bilaterales y, finalmente, bimodales y bilaterales (Tablas 16-39):

| <i>ATL 6m 500</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.00032 | - |
| BILATERAL | 0.0000081 | 1 |

Tabla 16.

| <i>ATL 6m 1000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.0016 | - |
| BILATERAL | 0.00000085 | 1 |

Tabla 17.

| <i>ATL 6m 2000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.0041 | - |
| BILATERAL | 0.000059 | 1 |

Tabla 18.

| <i>ATL 6m 4000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.0086 | - |
| BILATERAL | 0.00017 | 1 |

Tabla 19.

| <i>ATL 1a 500</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.0002 | - |
| BILATERAL | 0.000011 | 1 |

Tabla 20.

| <i>ATL 1a 1000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.00038 | - |
| BILATERAL | 0.0000011 | 0.69 |

Tabla 21.

| <i>ATL 1a 2000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.00017 | - |
| BILATERAL | 0.000015 | 1 |

Tabla 22.

| <i>ATL 1a 4000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.0045 | - |
| BILATERAL | 0.000034 | 1 |

Tabla 23.

| <i>ATL 2a 500</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.0087 | - |
| BILATERAL | 0.000063 | 1 |

Tabla 24.

| <i>ATL 2a 1000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.017 | - |
| BILATERAL | 0.00025 | 1 |

Tabla 25.

| <i>ATL 2a 2000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.093 | - |
| BILATERAL | 0.0071 | 1 |

Tabla 26.

| <i>ATL 2a 4000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.21 | - |
| BILATERAL | 0.0017 | 1 |

Tabla 27.

| <i>ATL 3a 500</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.0055 | - |
| BILATERAL | 0.0019 | 1 |

Tabla 28.

| <i>ATL 3a 1000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.18 | - |
| BILATERAL | 0.054 | 1 |

Tabla 29.

| <i>ATL 3a 2000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.19 | - |
| BILATERAL | 0.16 | 1 |

Tabla 30.

| <i>ATL 3a 4000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.11 | - |
| BILATERAL | 0.028 | 1 |

Tabla 31.

| <i>ATL 4a 500</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.00025 | - |
| BILATERAL | 0.000000064 | 0.61 |

Tabla 32.

| <i>ATL 4a 1000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.29 | - |
| BILATERAL | 0.0000043 | 0,00049 |

Tabla 33.

| <i>ATL 4a 2000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.14 | - |
| BILATERAL | 0.0000075 | 0.00061 |

Tabla 34.

| <i>ATL 4a 4000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.36 | - |
| BILATERAL | 0.00013 | 0,0041 |

Tabla 35.

| <i>ATL 5a 500</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.00009 | - |
| BILATERAL | 0.000000035 | 0.31 |

Tabla 36.

| <i>ATL 5a 1000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.0086 | - |
| BILATERAL | 0.000000042 | 0.0017 |

Tabla 37.

| <i>ATL 5a 2000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.15 | - |
| BILATERAL | 0.0000007 | 0.000041 |

Tabla 38.

| <i>ATL 5a 4000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.33 | - |
| BILATERAL | 0.00000085 | 0.0000099 |

Tabla 39.

Tal y como podemos ver en las tablas previas, los p-valores asociados a cada una de las comparaciones dos a dos entre grupos son siempre muy inferiores a nuestro nivel de significación 0.05 cuando comparamos los niños/as implantados bilateralmente frente a los portadores de un solo implante. Esto nos permite afirmar que existen diferencias estadísticamente significativas entre estos dos grupos en cuanto a la detección de tonos puros, en cabina y a las frecuencias estudiadas, desde los primeros seis meses tras la implantación hasta cinco años después de la misma, siempre a favor de la implantación bilateral.

Diferente es el caso al comparar la implantación unilateral con la estimulación bimodal: si bien en los dos primeros años tras el implante sí que se detectan diferencias estadísticamente significativas al comparar ambos grupos, estas diferencias se disipan a lo largo del tercer, cuarto y quinto año, encontrando en estos años p-valores superiores a 0.05 que nos obligan a aceptar la hipótesis nula, por la que el rendimiento en la audiometría tonal en estos dos grupos sería similar.

Por último, el test de Wilcoxon nos compara los resultados audiométricos entre los niños/as con implantación bilateral y los usuarios de estimulación bimodal; en este caso, tal y como muestran las tablas, no encontramos diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento audiométrico entre estos dos grupos durante los primeros tres años, con p-valores próximos a la unidad; sin embargo, es en el cuarto y quinto año tras la implantación cuando estos p-valores se vuelven inferiores a 0.05 y podemos empezar a hablar de diferencias estadísticamente significativas en los resultados, a favor de la implantación coclear bilateral.

1.2.3. CUESTIONARIOS DE IT-MAIS, NOTTINGHAM Y LITTEARS

Otro de nuestros objetivos en este estudio es valorar y comparar los fenómenos de comprensión, discriminación y correlación cronológica en estos tres grupos de niños/as intentando detectar diferencias significativas. Para ello revisamos los resultados obtenidos en la escala de integración auditiva significativa (IT-Mais), la escala de rendimiento auditivo (Nottingham) y la evaluación de las respuestas auditivas al habla (LittLEars), que se muestran seguidamente (Tabla 40 y Gráficos 13-15):

| | | Unilateral | Bimodal | Bilateral | <i>p-valor</i> |
|-------------------|---------------|-------------------|----------------|------------------|-----------------------|
| IT-Mais | 6 m | 16,28 +/- 6,54 | 20,10 +/- 8,75 | 21,37 +/- 6,97 | 0,009 |
| | 1 año | 23,21 +/- 7,46 | 27,35 +/- 8,71 | 29,66 +/- 7,50 | 0,0029 |
| | 2 años | 30,36 +/- 7,35 | 32,39 +/- 6,89 | 35,34 +/- 6,13 | 0,0071 |
| | 3 años | 34,85 +/- 5,82 | 36,03 +/- 4,68 | 38,83 +/- 3,15 | 0,00074 |
| | 4 años | 38,28 +/- 3,36 | 38,68 +/- 3,15 | 39,69 +/- 1,35 | 0,084 |
| | 5 años | 38,69 +/- 2,60 | 39,52 +/- 2,69 | 40 +/- 0 | 0,0016 |
| Nottingham | 6 m | 3,31 +/- 0,69 | 4,13 +/- 1,41 | 4,23 +/- 1,52 | 0,0094 |
| | 1 año | 4,56 +/- 0,97 | 5,58 +/- 1,29 | 5,66 +/- 1,26 | 0,0002 |
| | 2 años | 5,64 +/- 1,22 | 6,61 +/- 1,12 | 6,91 +/- 0,98 | 0,000023 |
| | 3 años | 6,72 +/- 1,07 | 7,35 +/- 0,84 | 7,60 +/- 0,74 | 0,00017 |
| | 4 años | 7,36 +/- 0,81 | 7,77 +/- 0,62 | 7,91 +/- 0,37 | 0,00015 |
| | 5 años | 7,56 +/- 0,68 | 7,87 +/- 0,56 | 8 +/- 0 | 0,00011 |
| LittleEars | 6 m | 12,15 +/- 3,53 | 14,48 +/- 6,89 | 15,34 +/- 6,15 | 0,029 |
| | 1 año | 20,23 +/- 3,69 | 22,10 +/- 5,64 | 25,14 +/- 5,21 | 0,00025 |
| | 2 años | 26,79 +/- 4,41 | 28,39 +/- 4,43 | 31,46 +/- 2,84 | 0,0000062 |
| | 3 años | 30,79 +/- 3,13 | 32,19 +/- 2,04 | 32,77 +/- 0,84 | 0,00026 |
| | 4 años | 32,69 +/- 1,15 | 32,94 +/- 0,36 | 33 +/- 0 | 0,22 |
| | 5 años | 32,77 +/- 1,06 | 33 +/- 0 | 33 +/- 0 | 0,18 |

Tabla 40.- Media y desviación típica de los resultados obtenidos en los cuestionarios IT-Mais, Nottingham y LittleEars en los tres grupos de pacientes a los seis meses y anualmente los cinco primeros años post-implantación. También se muestran los p-valor obtenidos en la comparativa de estos resultados entre los tres grupos mediante el test de Kruskal-Wallis.

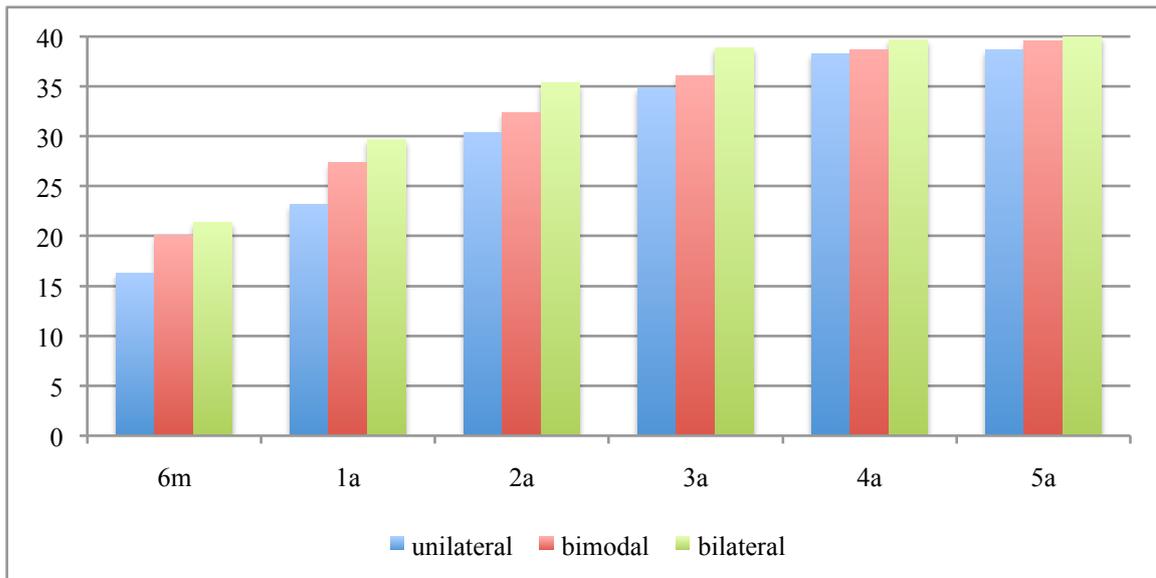


Gráfico 13.- Media del número de aciertos del cuestionario de IT-Mais, por grupos, a los seis meses y anualmente hasta los cinco años posteriores a la implantación.

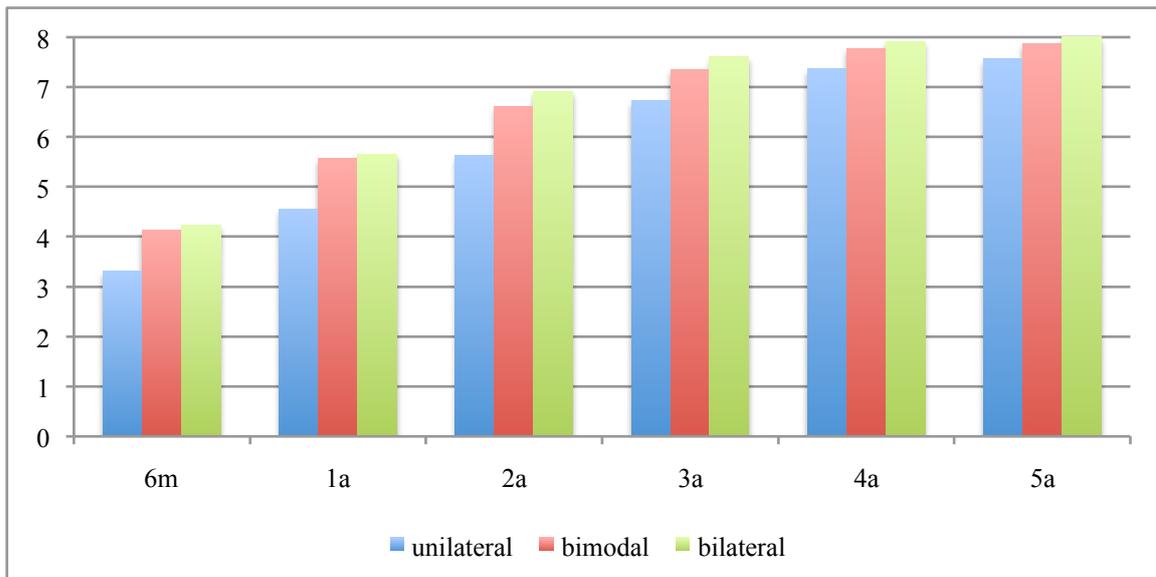


Gráfico 14.- Media del número de aciertos del cuestionario de Nottingham, por grupos, a los seis meses y anualmente hasta los cinco años posteriores a la implantación.

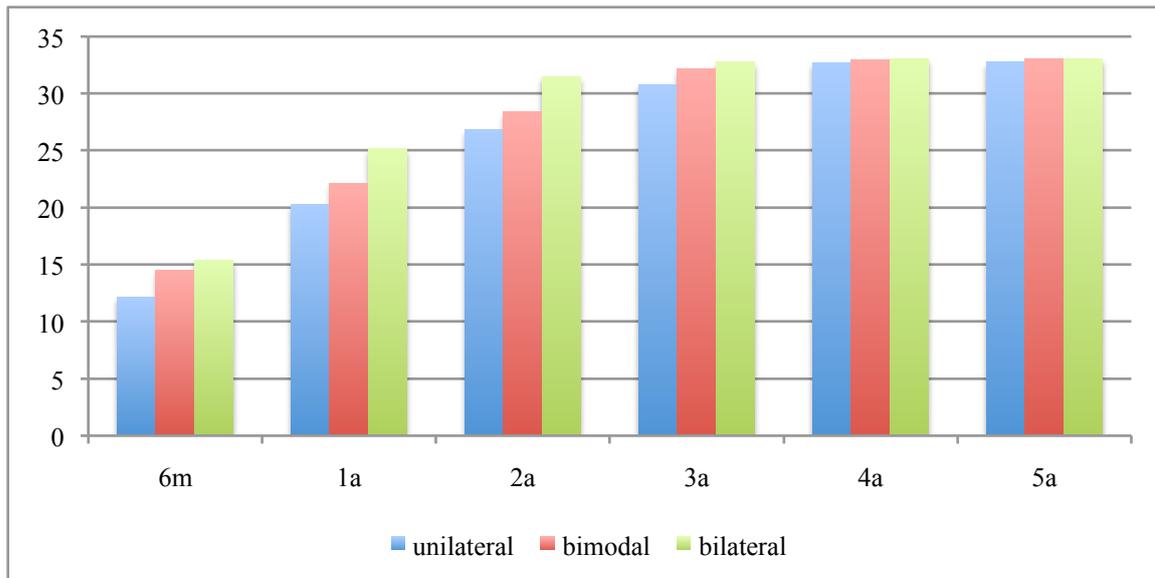


Gráfico 15.- Media del número de aciertos del cuestionario LittleEars, por grupos, a los seis meses y anualmente hasta los cinco años posteriores a la implantación.

En primer lugar nos centramos en los resultados obtenidos en la escala de IT-Mais, que refleja las conductas que presenta el niño/a ante el sonido en situaciones de la vida cotidiana y que evalúa 10 ítems que se puntúan de 0 a 4. Al calcular el p-valor entre los tres grupos con el test de Kruskal-Wallis, dado que esta variable tampoco sigue un comportamiento normal, obtenemos resultados inferiores a 0.05 en casi todos los casos, excepto a los cuatro años post-implantación, lo que nos permite rechazar la hipótesis nula y afirmar que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos.

Situación similar encontramos al estudiar los resultados de la escala de rendimiento auditivo de Nottingham, que evalúa 8 categorías, donde la primera corresponde a un desconocimiento absoluto de sonidos ambientales a pesar de una adaptación protésica correcta, y donde la última corresponde a la capacidad del niño/a para mantener una conversación telefónica con un interlocutor desconocido y sobre un tema no familiar; utilizando nuevamente el test de Kruskal-Wallis para variables que no siguen un comportamiento normal, obtenemos p-valores entre los tres grupos inferiores en todos los casos a 0.05, lo que nos lleva a aceptar la hipótesis alternativa, según la cual, existen diferencias estadísticamente significativas entre estos grupos.

Finalmente el cuestionario LittlEars, realizado por los padres y que valora las mejoras audio-comunicativas con el implante coclear mediante 35 ítems. En este caso los p-valores al aplicar el test de Kruskal-Wallis son inferiores a 0.05 durante los tres primeros años post-implantación, pudiendo aceptar la existencia de diferencias estadísticamente significativas en este período; sin embargo, al cuarto y quinto año tras el implante, estas diferencias dejan de existir al aparecer p-valores superiores a 0.05 que no nos permitirían rechazar la hipótesis nula.

Usamos ahora el test de comparativa múltiple para el IT-Mais (Tablas 41-46):

| <i>IT-Mais 6m</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.14 | - |
| BILATERAL | 0.007 | 1 |

Tabla 41.

| <i>IT-Mais 1a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.17 | - |
| BILATERAL | 0.0018 | 0.69 |

Tabla 42.

| <i>IT-Mais 2a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.62 | - |
| BILATERAL | 0.0062 | 0.2 |

Tabla 43.

| <i>IT-Mais 3a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 1 | - |
| BILATERAL | 0.0008 | 0.0059 |

Tabla 44.

| <i>IT-Mais 4a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 1 | - |
| BILATERAL | 0.096 | 0.16 |

Tabla 45.

| <i>IT-Mais 5a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.076 | - |
| BILATERAL | 0.0082 | 0.91 |

Tabla 46.

En las tablas previas se describen los p-valores obtenidos de la comparación múltiple de los grupos para el cuestionario de IT-Mais. Estos p-valores son siempre superiores a 0.05 cuando comparamos los resultados entre los niños/as implantados unilateralmente y los usuarios de estimulación bimodal; por este motivo, no podemos afirmar que existen diferencias estadísticamente significativas entre estos grupos. Similar es la situación al comparar el grupo de los implantes bilaterales con el de la estimulación bimodal, siendo los p-valores superiores a 0.05 en todos los casos excepto a los tres años. Tampoco podríamos aceptar la existencia de diferencias significativas entre estos dos grupos. Pero estas diferencias sí se hacen significativas al comparar los implantados unilateralmente con los implantados bilateralmente, con p-valores inferiores a 0.05 en todos los casos excepto a los cuatro años post-implantación, diferencias siempre a favor de la implantación bilateral.

Desarrollamos el test de Wilcoxon para el estudio de los resultados del cuestionario de Nottingham (Tablas 47-52):

| <i>Nottingham 6m</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|----------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.037 | - |
| BILATERAL | 0.019 | 1 |

Tabla 47.

| <i>Nottingham 1a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|----------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.0028 | - |
| BILATERAL | 0.00058 | 1 |

Tabla 48.

| <i>Nottingham 2a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|----------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.0041 | - |
| BILATERAL | 0.000033 | 0.87 |

Tabla 49.

| <i>Nottingham 3a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|----------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.026 | - |
| BILATERAL | 0.00022 | 0.49 |

Tabla 50.

| <i>Nottingham 4a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|----------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.025 | - |

| | | |
|------------------|---------|------|
| BILATERAL | 0.00044 | 0.56 |
|------------------|---------|------|

Tabla 51.

| <i>Nottingham 5a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|----------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.028 | - |
| BILATERAL | 0.00061 | 0.41 |

Tabla 52.

Según los datos de las tablas previas podemos afirmar que, para el test de Nottingham, no se hallan diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de los bimodales y los bilaterales, con p-valores en todos los casos superiores a 0.05 que nos obligan a aceptar la hipótesis nula. Sin embargo, al comparar los grupos de unilaterales y bimodales y unilaterales y bilaterales, obtenemos unos p-valores muy inferiores a 0.05, lo cual nos permite rechazar la hipótesis nula y considerar la hipótesis alternativa, según la cual sí que existen diferencias estadísticamente significativas entre estos grupos, siendo el rendimiento auditivo mejor en el grupo de los bimodales y bilaterales frente a los portadores exclusivamente de un único implante.

Por último nos quedaría llevar a cabo la comparativa múltiple con el test de Wilcoxon para la variable LittlEars, que tampoco sigue una distribución normal (Tablas 53-58):

| <i>LittlEars 6m</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|---------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.59 | - |
| BILATERAL | 0.023 | 0.66 |

Tabla 53.

| <i>LittlEars 1a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|---------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.42 | - |
| BILATERAL | 0.00013 | 0.067 |

Tabla 54.

| <i>LittlEars 2a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|---------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.4 | - |
| BILATERAL | 0.0000039 | 0.0035 |

Tabla 55.

| <i>LitlEars 3a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.042 | - |
| BILATERAL | 0.00047 | 0.6 |

Tabla 56.

| <i>LitlEars 4a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 1 | - |
| BILATERAL | 0.3 | 0.91 |

Tabla 57.

| <i>LitlEars 5a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.42 | - |
| BILATERAL | 0.37 | 1 |

Tabla 58.

Como se puede ver en las tablas superiores, los p-valores al comparar los resultados de las respuestas auditivas al habla entre el grupo de los implantados unilaterales y los beneficiarios de una estimulación bimodal son superiores a 0.05 prácticamente en todos los casos, lo que aboga por una ausencia de diferencias significativas entre estos dos grupos para este cuestionario. Similares son los resultados entre el grupo de los implantes bilaterales y la estimulación bimodal, sin poder tampoco en este caso rechazar la hipótesis nula y aceptar la existencia de diferencias estadísticamente significativas. Finalmente, al comparar la implantación bilateral y unilateral, sí que se pueden detectar este tipo de diferencias, con p-valores inferiores a 0.05 hasta los tres años post-implantación, rechazando así la hipótesis nula de igualdad. Pero al cuarto y quinto año estos p-valores se vuelven superiores a 0.05, por lo que a partir de este período dejamos de tener esas diferencias significativas en estos dos grupos para este cuestionario.

1.2.4. PRUEBAS VERBALES

Otro punto importante hace referencia a las capacidades lingüísticas que consiguen estos niños/as tras el tratamiento de su hipoacusia y que determinarán su evolución y adaptación en el entorno social. Para la evaluación de estas capacidades realizamos las pruebas verbales. Al hablar de estímulos verbales nos referimos al habla como estímulo capaz de desencadenar una respuesta que podamos valorar.

Estas pruebas tienen como objeto encontrar los umbrales mínimos de percepción de la voz utilizando las habilidades que el pequeño/a ya posee.

Los resultados obtenidos en los distintos grupos para el test de bisílabos y frases quedan representados a continuación (Tabla 59 y Gráficos 16-17):

| | | Unilateral | Bimodal | Bilateral | <i>p-valor</i> |
|-------------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Bi-sílabos | 2a | 32,44 +/- 16,38 | 59,68 +/- 24,22 | 64,14 +/- 20,09 | 0,0000000072 |
| | 3a | 50,38 +/- 19,55 | 74,03 +/- 21,31 | 82,71 +/- 12,15 | 0,000000001 |
| | 4a | 68,85 +/- 17,49 | 85 +/- 16,18 | 93,43 +/- 7,74 | 0,0000000013 |
| | 5a | 78,33 +/- 14,48 | 91,29 +/- 11,47 | 99,14 +/- 2,57 | 8,2e-13 |
| Frases | 2a | 51,54 +/- 20,97 | 76,61 +/- 19,93 | 78,14 +/- 16,27 | 0,000000092 |
| | 3a | 66,03 +/- 20,23 | 87,26 +/- 16,82 | 91,43 +/- 9,82 | 0,000000018 |
| | 4a | 76,92 +/- 15,07 | 92,58 +/- 12,03 | 96,86 +/- 5,83 | 7,9e-11 |
| | 5a | 84,74 +/- 11,47 | 93,55 +/- 10,82 | 99,57 +/- 1,87 | 3,3e-11 |

Tabla 59.- Medias y desviaciones típicas del porcentaje de aciertos de los pacientes de cada uno de los tres grupos a estudio para el test de bisílabos y el de frases. Se muestran también los p-valores obtenidos aplicar el test de Kruskall-Wallis.

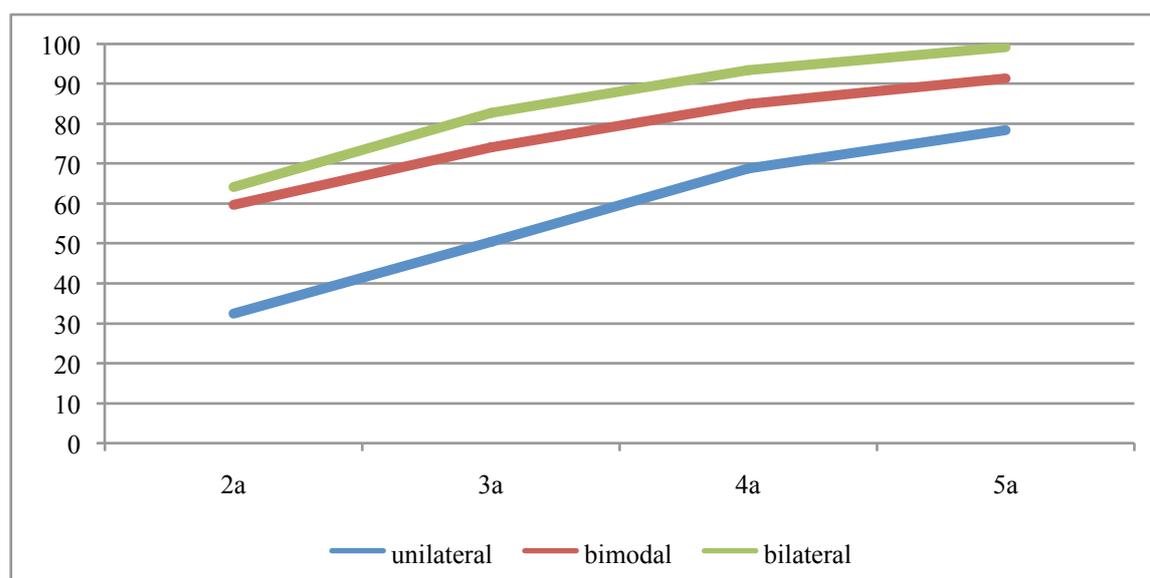


Gráfico 16.- Media del porcentaje de aciertos del test de bisílabos en los distintos grupos a los seis meses y anualmente hasta los cinco años posteriores a la implantación.

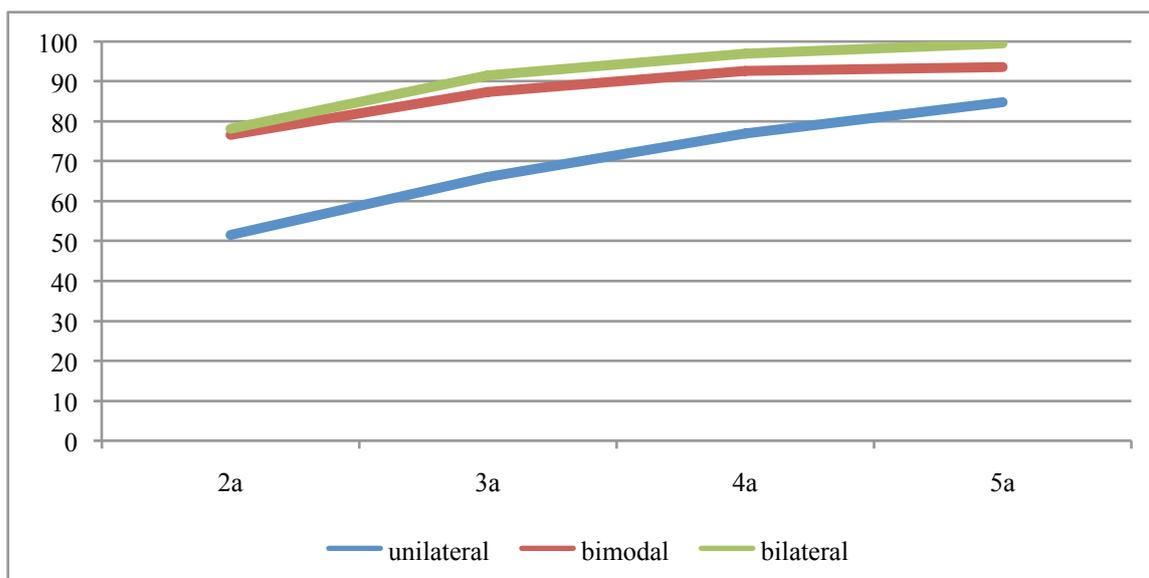


Gráfico 17.- Media del porcentaje de aciertos del test de frases en los distintos grupos a los seis meses y anualmente hasta los cinco años posteriores a la implantación.

Nuevamente nos encontramos ante variables que no siguen una distribución normal, motivo por el cual el test elegido para encontrar diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos es el de Kruskal-Wallis. Según los p-valores obtenidos por este test, todos ellos muy inferiores a 0.05 tanto en el test de bisílabos como en el de frases, podemos rechazar la hipótesis nula y aceptar la alternativa según la cual sí que existen diferencias significativas entre estos tres grupos para las pruebas logaudiométricas.

Para descubrir entre qué grupos existen estas diferencias, necesitamos el test de comparación múltiple de Wilcoxon, cuyos resultados son los siguientes (Tablas 60-67):

| <i>Bisílabos 2a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|---------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.000012 | - |
| BILATERAL | 0.000000033 | 1 |

Tabla 60.

| <i>Bisílabos 3a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|---------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.000039 | - |
| BILATERAL | 0.0000000016 | 0.4 |

Tabla 61.

| <i>Bisílabos 4a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|---------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.00016 | - |
| BILATERAL | 0.0000000027 | 0.004 |

Tabla 62.

| <i>Bisílabos 5a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|---------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.00016 | - |
| BILATERAL | 2.7e-12 | 0.00016 |

Tabla 63.

| <i>Frases 2a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.00001 | - |
| BILATERAL | 0.0000016 | 1 |

Tabla 64.

| <i>Frases 3a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.000027 | - |
| BILATERAL | 0.000000085 | 0,19 |

Tabla 65.

| <i>Frases 4a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.000004 | - |
| BILATERAL | 0.0000000011 | 0,021 |

Tabla 66.

| <i>Frases 5a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0.0004 | - |
| BILATERAL | 8.7e-11 | 0.00051 |

Tabla 67.

Según los p-valores mostrados en estas tablas previas, podemos llegar a la conclusión de que existen diferencias estadísticamente significativas en los resultados de las pruebas verbales, tanto bisílabos como frases, desde los dos años tras la implantación, tanto entre el grupo de los unilaterales y los bimodales, como entre el grupo de los unilaterales y los bilaterales, con p-valores muy inferiores a 0.05 que nos permiten asumir la hipótesis alternativa en estas dos comparativas; estas diferencias son siempre a favor de la estimulación bimodal y de la implantación coclear bilateral.

Algo distinta es la situación que nos encontramos al comparar estos dos últimos grupos entre sí. Los p-valores se mantienen por encima de 0.05, tanto en las pruebas de bisílabos como en las de frases, a los dos y tres años post-implantación, lo cual nos lleva a asumir que no hay diferencias significativas en estos dos grupos; pero la situación cambia en el cuarto y quinto año post-implante, caso en el que los p-valores disminuyen por debajo de 0.05, lo cual significa que a partir de este cuarto año empiezan a detectarse diferencias que sí son estadísticamente significativas entre estos dos grupos; diferencias a favor de la implantación coclear bilateral y que, probablemente, se mantendrán en el tiempo si se continúa el estudio de estos niños/as.

2. RESULTADOS EN FUNCIÓN DEL DISPOSITIVO DE AYUDA AUDITIVA EN CADA GRUPO DE EDAD

En el siguiente apartado nos centramos en exponer los resultados en las distintas pruebas estudiadas entre las tres modalidades de ayuda auditiva, primero en el grupo de los niños/as menores de dos años y luego en el grupo de niños/as de 2 a 6 años, y averiguar si existen diferencias estadísticamente significativas entre estas modalidades en cada grupo de edad.

Para ello, nuevamente, aplicamos el test de Shapiro-Wilk que nos proporciona valores siempre inferiores a 0.05, que nos obligan a rechazar la hipótesis nula de normalidad y a trabajar con test no paramétricos como el Kruskal-Wallis. De la misma forma, en los estudios estadísticos post haremos uso del test de Wilcoxon para la comparación múltiple.

2.1. Grupo de niños/as menores de 2 años

Dentro de este grupo de edad inferior a los 2 años contamos con un total de 65 pacientes de entre los cuales 25 son niñas y 40 son niños. La edad media de implantación en este grupo es de 1.18 +/- 0,3 años. En el caso de los implantados bilateralmente de forma secuencial, se ha considerado como edad aquella a la que se colocó el segundo implante.

2.1.1. AUDIOMETRIA TONAL

Empezamos esta parte del estudio comparando los resultados en la audiometría tonal del grupo de niños/as de menos de 2 años a lo largo de los cinco años post-implantación entre los tres tipos de estimulación auditiva.

| | | Unilateral | Bimodal | Bilateral | <i>p-valor</i> |
|---------------|----------------|-------------------|----------------|------------------|-----------------------|
| 6 m | 500 Hz | 47,39 +/- 5,61 | 40,77 +/- 6,41 | 42,41 +/- 5,92 | 0,0043 |
| | 1000 Hz | 47,83 +/- 5,8 | 40,77 +/- 5,72 | 42,24 +/- 4,74 | 0,00061 |
| | 2000 Hz | 47,83 +/- 4,73 | 40,77 +/- 6,07 | 44,48 +/- 6,03 | 0,00082 |
| | 4000 Hz | 48,04 +/- 3,61 | 41,54 +/- 5,55 | 45,86 +/- 6,95 | 0,00093 |
| 1 año | 500 Hz | 38,04 +/- 5,38 | 32,31 +/- 4,84 | 33,45 +/- 5,36 | 0,004 |
| | 1000 Hz | 38,26 +/- 5,14 | 31,54 +/- 3,76 | 32,07 +/- 5,59 | 0,00015 |
| | 2000 Hz | 38,91 +/- 5,21 | 30 +/- 4,08 | 33,97 +/- 6,86 | 0,000065 |
| | 4000 Hz | 39,78 +/- 3,84 | 31,92 +/- 4,80 | 35,86 +/- 7,57 | 0,000056 |
| 2 años | 500 Hz | 31,74 +/- 4,67 | 26,92 +/- 5,22 | 27,93 +/- 4,33 | 0,0052 |
| | 1000 Hz | 30,87 +/- 4,92 | 25,77 +/- 4,49 | 27,93 +/- 4,54 | 0,0096 |
| | 2000 Hz | 30,43 +/- 5,62 | 25,77 +/- 4 | 28,79 +/- 4,94 | 0,034 |
| | 4000 Hz | 32,83 +/- 5,61 | 28,08 +/- 4,8 | 30,17 +/- 4,53 | 0,027 |
| 3 años | 500 Hz | 27,61 +/- 5,41 | 23,08 +/- 3,84 | 25,69 +/- 3,47 | 0,014 |
| | 1000 Hz | 27,39 +/- 5,19 | 23,85 +/- 3,63 | 26,03 +/- 3,38 | 0,047 |
| | 2000 Hz | 27,61 +/- 5,19 | 24,23 +/- 3,44 | 26,55 +/- 3,8 | 0,011 |
| | 4000 Hz | 30,22 +/- 4,88 | 26,92 +/- 4,35 | 27,93 +/- 4,54 | 0,0074 |
| 4 años | 500 Hz | 26,96 +/- 5,38 | 21,92 +/- 3,25 | 22,07 +/- 2,84 | 0,000084 |
| | 1000 Hz | 26,52 +/- 5,53 | 23,85 +/- 3,63 | 22,24 +/- 2,86 | 0,0047 |
| | 2000 Hz | 26,52 +/- 5,32 | 23,85 +/- 3 | 22,59 +/- 3,17 | 0,0061 |
| | 4000 Hz | 28,7 +/- 5,05 | 25,77 +/- 3,44 | 24,31 +/- 4,58 | 0,006 |
| 5 años | 500 Hz | 26,74 +/- 5,14 | 21,15 +/- 3 | 21,55 +/- 2,71 | 0,0000083 |
| | 1000 Hz | 26,3 +/- 5,27 | 22,31 +/- 2,59 | 21,55 +/- 2,71 | 0,00014 |
| | 2000 Hz | 26,09 +/- 4,99 | 23,46 +/- 3,15 | 21,72 +/- 2,76 | 0,00096 |
| | 4000 Hz | 27,83 +/- 5,18 | 25,77 +/- 3,44 | 22,41 +/- 4,14 | 0,00018 |

Tabla 68.- Medias y desviaciones típicas de los umbrales obtenidos en la audiometría tonal para las frecuencias estudiadas en los tres grupos de pacientes a los seis meses y anualmente durante los cinco primeros años post-implantación. Se muestran también los p-valores obtenidos al comparar estos resultados entre los tres grupos mediante el test de Kruskal-Wallis.

En la tabla superior (Tabla 68) y representaciones audiométricas inferiores (Gráficos 18-23) quedan expresadas las medias y desviaciones típicas de los umbrales audiométricos que obtienen este grupo de niños/as en función del tipo de ayuda auditiva que portan. Podemos decir que al comparar los resultados entre los tres grupos con el test de Kruskal-Wallis, existen diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos, obteniéndose p-valores inferiores a 0.05 a lo largo de los cinco años de estudio post-implantación.

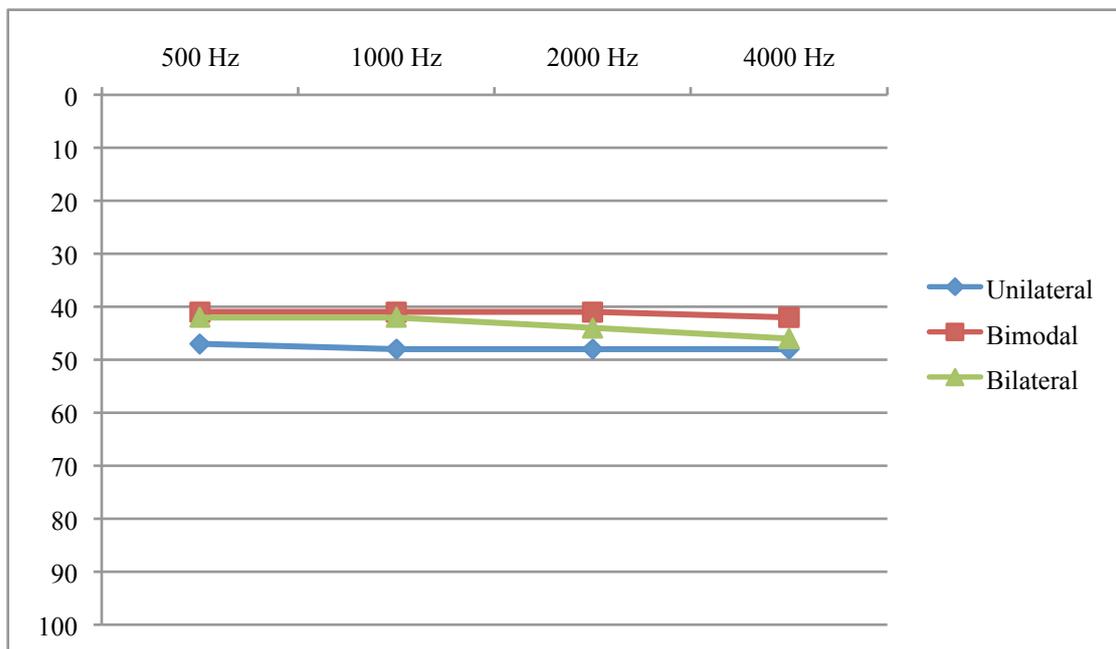


Gráfico 18.- Media de los umbrales en las frecuencias estudiadas en la audiometría tonal realizada a los seis meses tras la implantación según grupos.

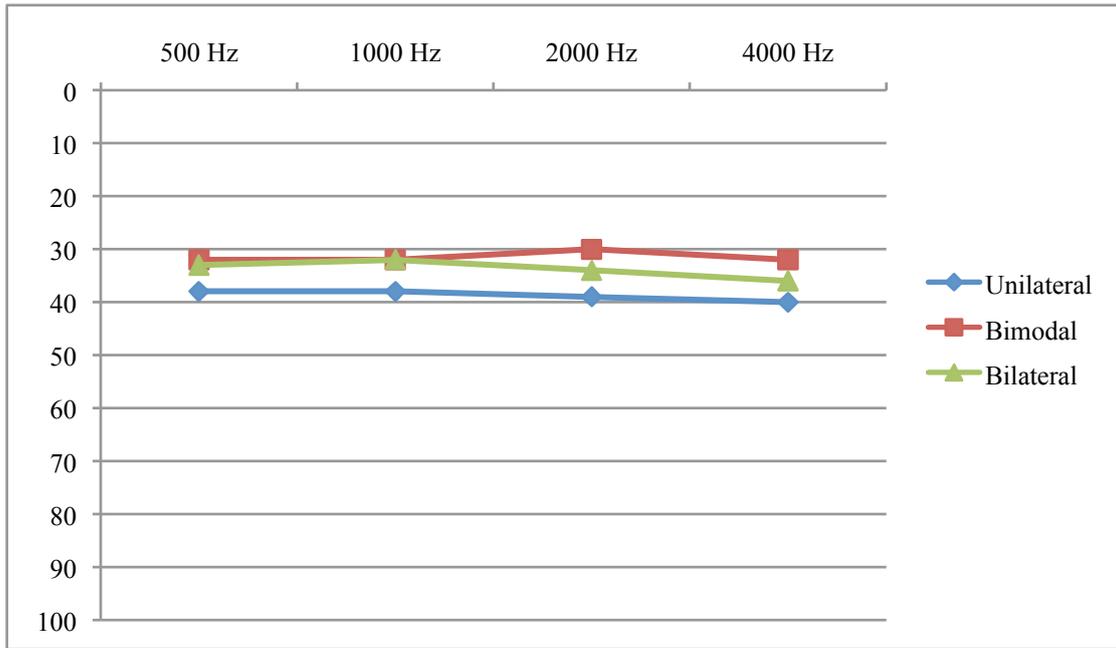


Gráfico 19.- Media de los umbrales en las frecuencias estudiadas en la audiometría tonal realizada al año de la implantación según grupos.

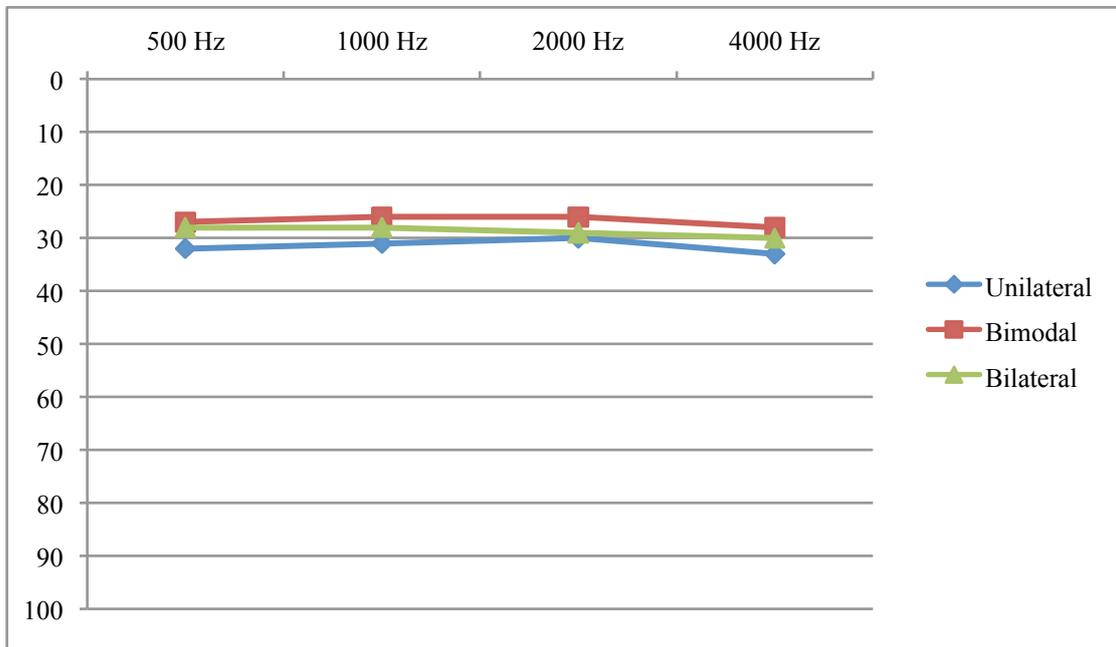


Gráfico 20.- Media de los umbrales en las frecuencias estudiadas en la audiometría tonal realizada a los dos años de la implantación según grupos.

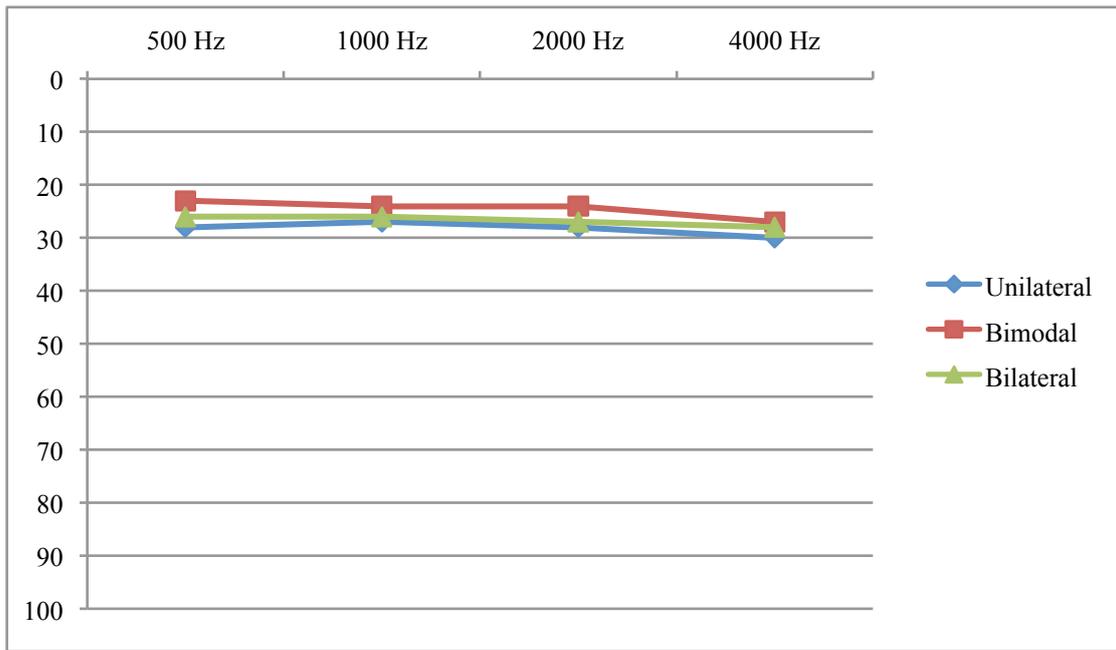


Gráfico 21.- Media de los umbrales en las frecuencias estudiadas en la audiometría tonal realizada a los tres años de la implantación según grupos.

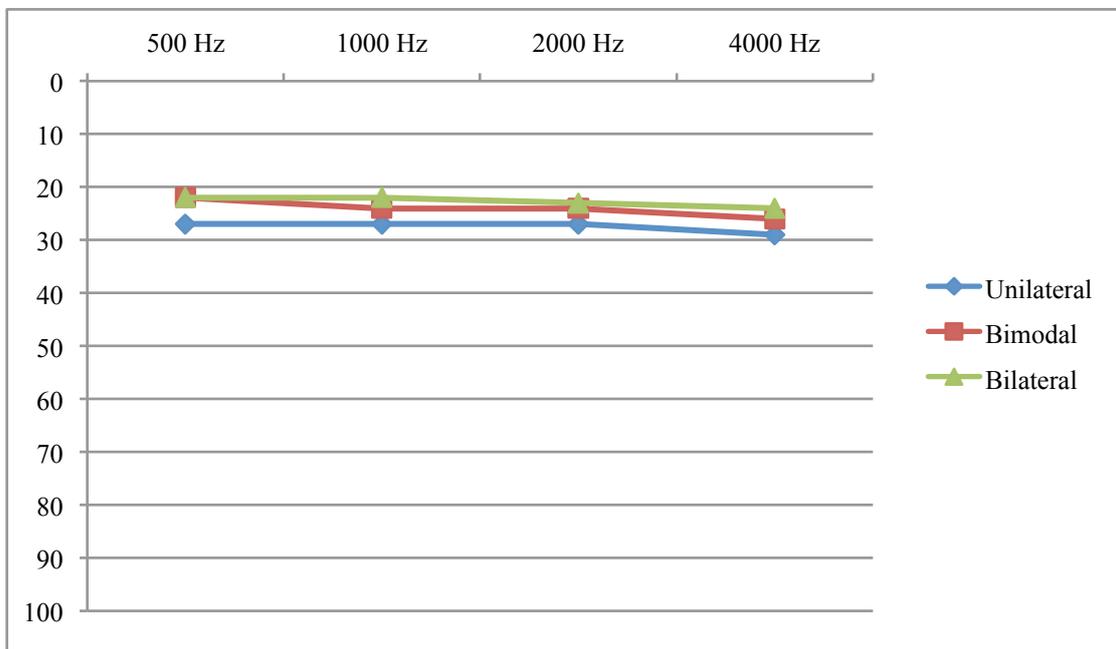


Gráfico 22.- Media de los umbrales en las frecuencias estudiadas en la audiometría tonal realizada a los cuatro años de la implantación según grupos.

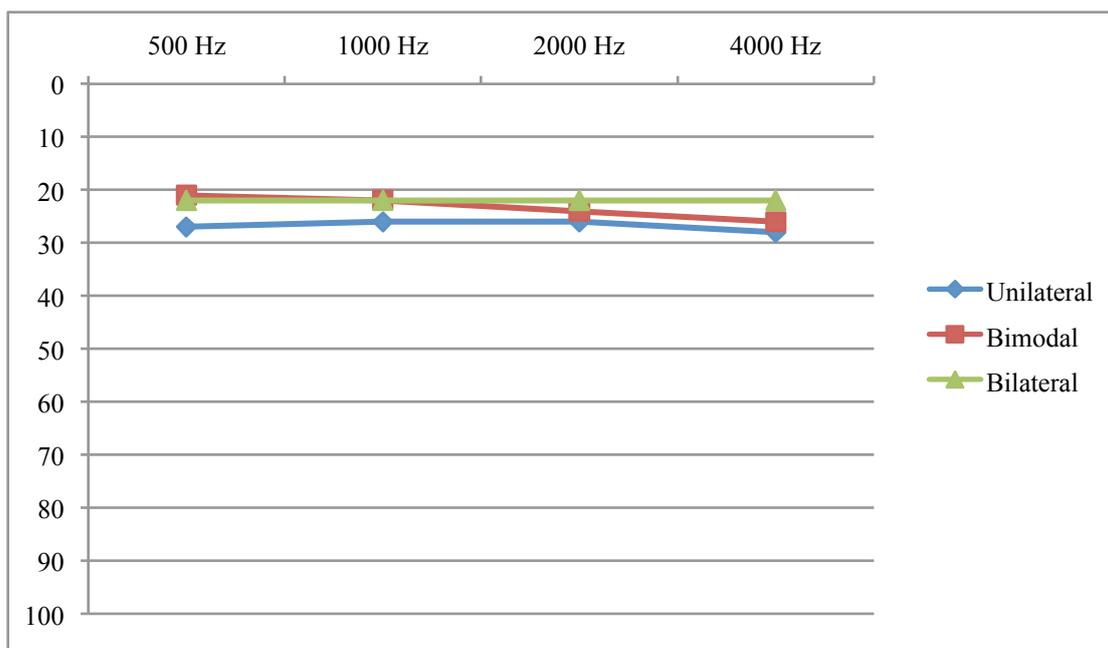


Gráfico 23.- Media de los umbrales en las frecuencias estudiadas en la audiometría tonal realizada a los cinco años de la implantación según grupos.

A continuación aplicamos el test de Wilcoxon para averiguar entre qué pares de grupos se producen dichas diferencias (Tablas 69-92):

| <i>ATL 6m 500</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,016 | |
| BILATERAL | 0,017 | 1 |

Tabla 69.

| <i>ATL 6m 1000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,0056 | |
| BILATERAL | 0,0023 | 1 |

Tabla 70.

| <i>ATL 6m 2000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,0019 | |
| BILATERAL | 0,024 | 0,19 |

Tabla 71.

| <i>ATL 6m 4000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,00073 | |
| BILATERAL | 0,047 | 0,21 |

Tabla 72.

| <i>ATL 1a 500</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,016 | |
| BILATERAL | 0,016 | 1 |

Tabla 73.

| <i>ATL 1a 1000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,0019 | |
| BILATERAL | 0,00072 | 1 |

Tabla 74.

| <i>ATL 1a 2000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,00016 | |
| BILATERAL | 0,008 | 0,11 |

Tabla 75.

| <i>ATL 1a 4000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,00015 | |
| BILATERAL | 0,0037 | 0,23 |

Tabla 76.

| <i>ATL 2a 500</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,039 | |
| BILATERAL | 0,011 | 1 |

Tabla 77.

| <i>ATL 2a 1000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,016 | |
| BILATERAL | 0,11 | 0,48 |

Tabla 78.

| <i>ATL 2a 2000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,039 | |
| BILATERAL | 0,88 | 0,17 |

Tabla 79.

| <i>ATL 2a 4000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,05 | |
| BILATERAL | 0,18 | 0,62 |

Tabla 80.

| <i>ATL 3a 500</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,27 | |
| BILATERAL | 0,04 | 0,1 |

Tabla 81.

| <i>ATL 3a 1000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,13 | |
| BILATERAL | 0,01 | 0,21 |

Tabla 82.

| <i>ATL 3a 2000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,16 | |
| BILATERAL | 0,01 | 0,21 |

Tabla 83.

| <i>ATL 3a 4000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,13 | |
| BILATERAL | 0,021 | 1 |

Tabla 84.

| <i>ATL 4a 500</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,05 | |
| BILATERAL | 0,00024 | 1 |

Tabla 85.

| <i>ATL 4a 1000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,38 | |
| BILATERAL | 0,0046 | 0,49 |

Tabla 86.

| <i>ATL 4a 2000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,3 | |
| BILATERAL | 0,007 | 0,57 |

Tabla 87.

| <i>ATL 4a 4000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,22 | |
| BILATERAL | 0,0079 | 0,56 |

Tabla 88.

| <i>ATL 5a 500</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
|-------------------|-------------------|----------------|

| | | |
|------------------|----------|---|
| BIMODAL | 0,11 | |
| BILATERAL | 0,000033 | 1 |

Tabla 89.

| | | |
|--------------------|-------------------|----------------|
| <i>ATL 5a 1000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
| BIMODAL | 0,18 | |
| BILATERAL | 0,00024 | 0,89 |

Tabla 90.

| | | |
|--------------------|-------------------|----------------|
| <i>ATL 5a 2000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
| BIMODAL | 0,24 | |
| BILATERAL | 0,0011 | 0,21 |

Tabla 91.

| | | |
|--------------------|-------------------|----------------|
| <i>ATL 5a 4000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
| BIMODAL | 0,44 | |
| BILATERAL | 0,00042 | 0,14 |

Tabla 92.

Según el test de Wilcoxon, los p-valores de la comparación entre los implantados bilaterales y los portadores de estimulación bimodal son mayores de 0.05, por lo que no podemos rechazar la hipótesis nula de igualdad entre estos dos grupos. Más difícil de definir es la situación entre los implantados unilaterales y los portadores de estimulación bimodal, puesto que los p-valores a lo largo de los dos primeros años post-implantación son inferiores a 0.05, pudiendo rechazar la hipótesis nula de igualdad y aceptando que los resultados obtenidos por el grupo de la estimulación bimodal son estadísticamente mejores que el de los implantados unilaterales; pero durante el tercer, cuarto y quinto año, la situación cambia, los p-valores pasan a ser superiores a nuestro punto de corte y esto nos obliga a aceptar que a partir de ese momento dejan de existir diferencias significativas en los umbrales de estos dos grupos. En cuanto a los implantados unilaterales y los bilaterales, vemos que, en todo el estudio post-implantación, existen diferencias estadísticamente significativas (p-valores inferiores a 0.05) entre los dos grupos, con resultados audiométricos significativamente mejores para la implantación coclear bilateral.

2.1.2. CUESTIONARIOS DE IT-MAIS, NOTTINGHAM Y LITTEARS

Pasamos a continuación a detallar medias y desviaciones típicas de los resultados de los cuestionarios IT-Mais, Nottingham y LittleEars, con los correspondientes p-valores obtenidos de la comparación mediante el test no paramétrico de Kruskal-Wallis (Tabla 93 y Gráficos 24-26):

| | | Unilateral | Bimodal | Bilateral | <i>p-valor</i> |
|-------------------|---------------|-------------------|----------------|------------------|-----------------------|
| IT-Mais | 6 m | 16,96 +/- 6,04 | 21,77 +/- 7,44 | 21,97 +/- 6,45 | 0,01 |
| | 1 año | 25,17 +/- 7,38 | 30,23 +/- 7,21 | 31,14 +/- 5,94 | 0,0086 |
| | 2 años | 32,13 +/- 7,29 | 34,85 +/- 6,14 | 36,76 +/- 4,73 | 0,058 |
| | 3 años | 36,83 +/- 4,74 | 37,46 +/- 3,76 | 39,69 +/- 1,17 | 0,0063 |
| | 4 años | 39,52 +/- 1,65 | 39,62 +/- 1,39 | 40 +/- 0 | 0,28 |
| | 5 años | 39,52 +/- 1,65 | 40 +/- 0 | 40 +/- 0 | 0,15 |
| Nottingham | 6 m | 3,48 +/- 0,67 | 3,85 +/- 0,99 | 4,24 +/- 1,48 | 0,017 |
| | 1 año | 4,87 +/- 0,97 | 5,62 +/- 1,04 | 5,79 +/- 1,18 | 0,02 |
| | 2 años | 6,09 +/- 1,08 | 6,77 +/- 0,83 | 7,1 +/- 0,77 | 0,003 |
| | 3 años | 7,13 +/- 0,87 | 7,62 +/- 0,65 | 7,76 +/- 0,51 | 0,0075 |
| | 4 años | 7,65 +/- 0,57 | 7,92 +/- 0,28 | 8 +/- 0 | 0,0037 |
| | 5 años | 7,7 +/- 0,56 | 8 +/- 0 | 8 +/- 0 | 0,0026 |
| LittleEars | 6 m | 11,57 +/- 1,75 | 12,69 +/- 1,55 | 14,86 +/- 5,55 | 0,012 |
| | 1 año | 19,7 +/- 3,67 | 22,46 +/- 2,88 | 25 +/- 4,86 | 0,00017 |
| | 2 años | 27,43 +/- 5,06 | 30 +/- 3,79 | 31,79 +/- 2,53 | 0,0012 |
| | 3 años | 30,78 +/- 3,46 | 32,77 +/- 0,83 | 32,9 +/- 0,57 | 0,0041 |
| | 4 años | 32,61 +/- 1,37 | 33 +/- 0 | 33 +/- 0 | 0,16 |
| | 5 años | 32,61 +/- 1,37 | 33 +/- 0 | 33 +/- 0 | 0,16 |

Tabla 93.- Media y desviación típica de los resultados obtenidos en los cuestionarios IT-Mais, Nottingham y LittleEars en los tres grupos de pacientes a los seis meses y anualmente los cinco primeros años post-implantación. También se muestran los p-valores obtenidos en la comparativa de estos resultados entre los tres grupos mediante el test de Kruskal-Wallis.

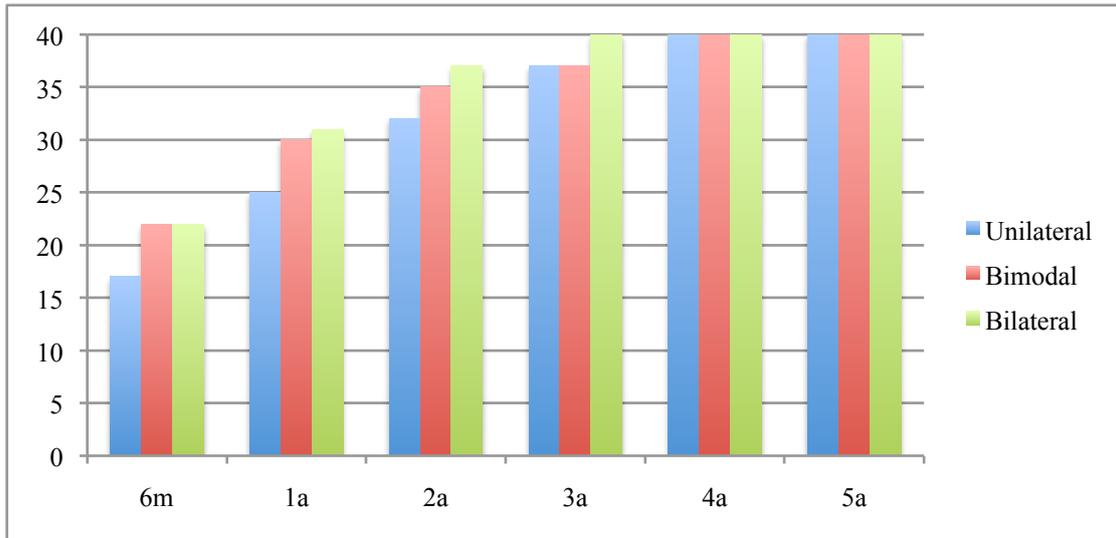


Gráfico 24.- Media del número de aciertos del cuestionario de IT-Mais, por grupos, a los seis meses y anualmente hasta los cinco años posteriores a la implantación.

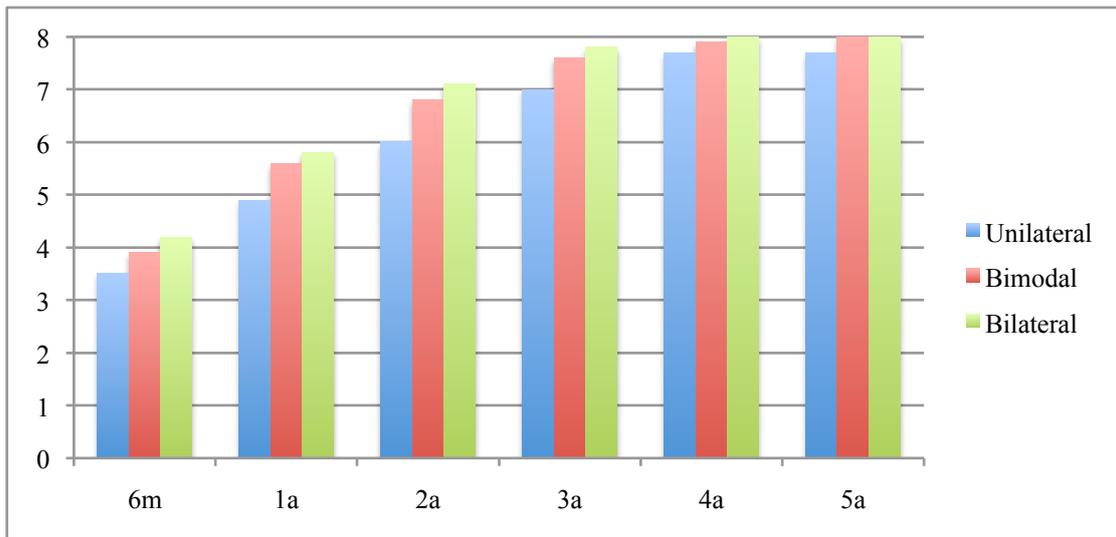


Gráfico 25.- Media del número de aciertos del cuestionario de Nottingham, por grupos, a los seis meses y anualmente hasta los cinco años posteriores a la implantación.

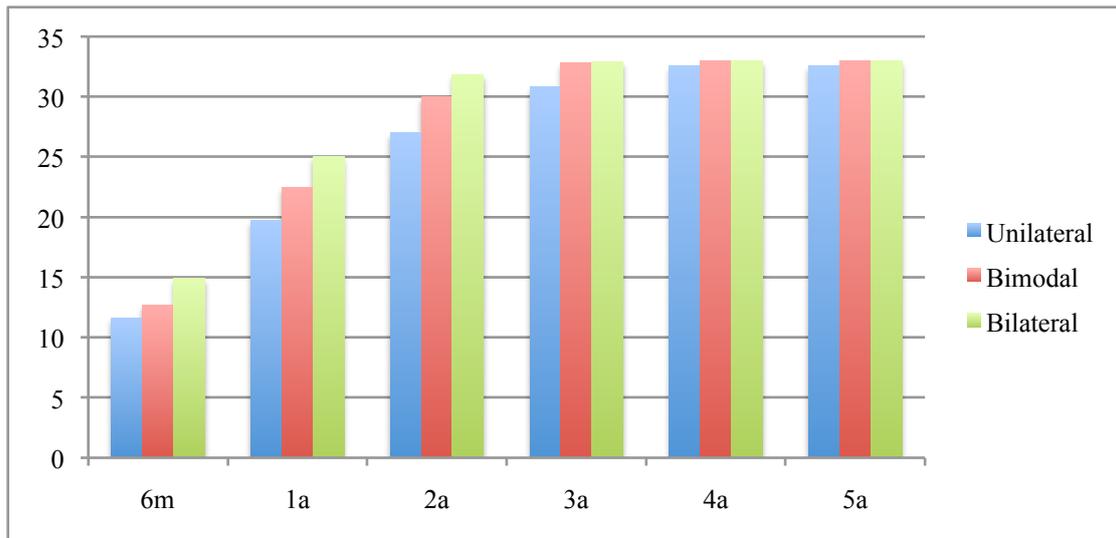


Gráfico 26.- Media del número de aciertos del cuestionario LittleEars, por grupos, a los seis meses y anualmente hasta los cinco años posteriores a la implantación.

En el cuestionario de IT-Mais vemos como, hasta los dos años post-implantación, sí que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos, con p-valores inferiores a 0.05, pero estas diferencias se convierten en no significativas en el tercer, cuarto y quinto año post-implante. En el Nottingham, sin embargo, estas diferencias se mantienen significativas entre los resultados de los tres grupos, con p-valores por debajo de 0.05 desde los seis meses post-implantación hasta los cinco años posteriores. En test de LittleEars la situación es similar a lo que ocurre en el IT-Mais: inicialmente y hasta los tres años post-implantación, se detectan diferencias significativas entre los tres grupos; sin embargo, en el cuarto y quinto año post-implante, los p-valores obtenidos al comparar con el test de Kruskal-Wallis los resultados de los tres grupos son mayores de 0.05 y no nos permiten rechazar la hipótesis nula de igualdad.

Para averiguar entre qué parejas de grupos se producen las diferencias significativas hacemos uso de los estudios post mediante el test de Wilcoxon (Tablas 94-111):

| <i>IT-Mais 6m</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,062 | |
| BILATERAL | 0,019 | 1 |

Tabla 94.

| <i>IT-Mais 1a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,13 | |
| BILATERAL | 0,0092 | 1 |

Tabla 95.

| <i>IT-Mais 2a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,91 | |
| BILATERAL | 0,05 | 1 |

Tabla 96.

| <i>IT-Mais 3a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 1 | |
| BILATERAL | 0,013 | 0,01 |

Tabla 97.

| <i>IT-Mais 4a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 1 | |
| BILATERAL | 0,35 | 0,45 |

Tabla 98.

| <i>IT-Mais 5a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,6 | |
| BILATERAL | 0,23 | 1 |

Tabla 99.

| <i>Nottingham 6m</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|----------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 1 | |
| BILATERAL | 0,2 | 1 |

Tabla 100.

| <i>Nottingham 1a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|----------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,13 | |
| BILATERAL | 0,028 | 1 |

Tabla 101.

| <i>Nottingham 2a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|----------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,21 | |
| BILATERAL | 0,0028 | 0,79 |

Tabla 102.

| <i>Nottingham 3a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|----------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,25 | |
| BILATERAL | 0,0074 | 1 |

Tabla 103.

| <i>Nottingham 4a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|----------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,36 | |
| BILATERAL | 0,005 | 0,45 |

Tabla 104.

| <i>Nottingham 5a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|----------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,1 | |
| BILATERAL | 0,008 | 1 |

Tabla 105.

| <i>LittlEars 6m</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|---------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,46 | |
| BILATERAL | 0,013 | 0,59 |

Tabla 106.

| <i>LittlEars 1a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|---------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,052 | |
| BILATERAL | 0,0002 | 0,44 |

Tabla 107.

| <i>LittlEars 2a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|---------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,48 | |
| BILATERAL | 0,00091 | 0,19 |

Tabla 108.

| <i>LittlEars 3a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|---------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,19 | |
| BILATERAL | 0,0083 | 1 |

Tabla 109.

| <i>LittlEars 4a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|---------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,6 | |
| BILATERAL | 0,23 | 1 |

Tabla 110.

| <i>LittlEars 5a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|---------------------|-------------------|----------------|
|---------------------|-------------------|----------------|

| | | |
|------------------|------|---|
| BIMODAL | 0,6 | |
| BILATERAL | 0,23 | 1 |

Tabla 111.

Al realizar la comparación múltiple entre los resultados de los tres grupos de niños/as, destacamos que tanto en el cuestionario de IT-Mais como en el Nottingham y LittleEars se consiguen p-valores siempre superiores a 0.05 entre los portadores de implante coclear de forma bilateral y los usuarios de estimulación bimodal a lo largo de los cinco años de estudio post-implantación. Esto significa que no existen diferencias significativas entre los resultados de estos dos grupos.

De la misma manera, al comparar los resultados de estos tres cuestionarios entre los portadores de un único implante y los usuarios de la estimulación bimodal, no se detectan diferencias estadísticamente significativas a lo largo de los cinco años post-implantación, obteniéndose p-valores siempre superiores a nuestro punto de corte que no nos permiten rechazar la hipótesis nula de igualdad.

Por último, al comparar la implantación coclear uni y bilateral la situación cambia. Tanto en el cuestionario de IT-Mais como en el de LittleEars se obtienen p-valores que son inferiores a 0.05 durante los tres primeros años, período en el que sí que podemos afirmar que existen diferencias significativas en los resultados a favor de la implantación coclear bilateral; pero en el cuarto y quinto año los p-valores se vuelven superiores a nuestro punto de corte y ya no podemos detectar dichas diferencias en la comparativa. Por su parte, en el test de Nottingham sí se mantienen esos p-valores inferiores a 0.05 a lo largo de los cinco años post-implantación, lo que nos obliga a rechazar la hipótesis nula de igualdad y hablar de diferencias estadísticamente significativas entre estos dos grupos a favor de la implantación coclear bilateral.

2.1.3. PRUEBAS VERBALES

La última parte del estudio, dentro del grupo de los niños/as menores de 2 años, está integrada por las pruebas verbales. Mostramos medias y desviaciones

típicas con sus p-valores correspondientes tras el estudio mediante el test de Kruskal-Wallis (Tabla 112 y Gráficos 27-28):

| | | Unilateral | Bimodal | Bilateral | <i>p-valor</i> |
|-------------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Bi-sílabos | 2a | 37,39 +/- 15,14 | 56,92 +/- 19,85 | 64,66 +/- 19,82 | 0,000023 |
| | 3a | 57,17 +/-15,51 | 75,38 +/- 15,47 | 82,24 +/- 12,36 | 0,0000047 |
| | 4a | 74,13 +/- 13,95 | 87,69 +/- 9,92 | 93,1 +/- 8,1 | 0,0000048 |
| | 5a | 81,96 +/- 11,94 | 95 +/- 5,77 | 98,97 +/- 2,8 | 0,000000011 |
| Frases | 2a | 58,26 +/- 18,99 | 81,92 +/- 12,84 | 78,79 +/- 15,33 | 0,00011 |
| | 3a | 73,91 +/- 17,45 | 91,92 +/- 9,69 | 90,69 +/- 10,06 | 0,00018 |
| | 4a | 81,74 +/- 13,02 | 95,44 +/- 4,27 | 96,9 +/- 6,04 | 0,0000007 |
| | 5a | 86,74 +/- 9,84 | 95,54 +/- 4,27 | 99,66 +/- 1,86 | 0,000000016 |

Tabla 112.- Medias y desviaciones típicas del porcentaje de aciertos de los pacientes de cada uno de los tres grupos a estudio para el test de bisílabos y el de frases. Se muestran también los p-valores obtenidos aplicar el test de Kruskal-Wallis.

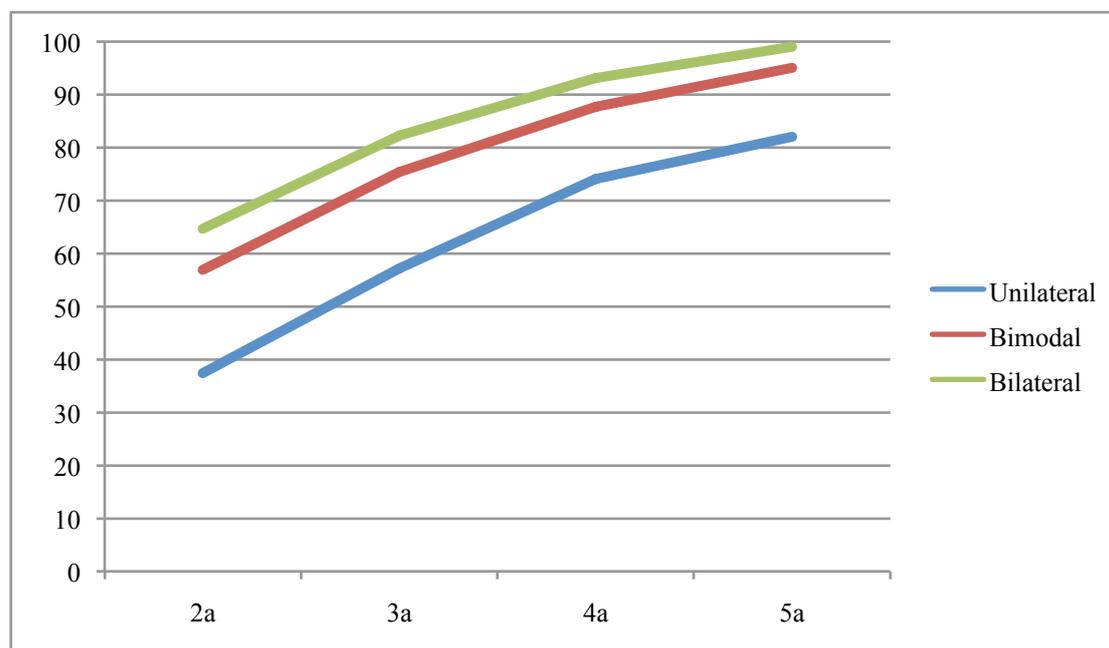


Gráfico 27.- Media del porcentaje de aciertos del test de bisílabos en los distintos grupos a los seis meses y anualmente hasta los cinco años posteriores a la implantación.

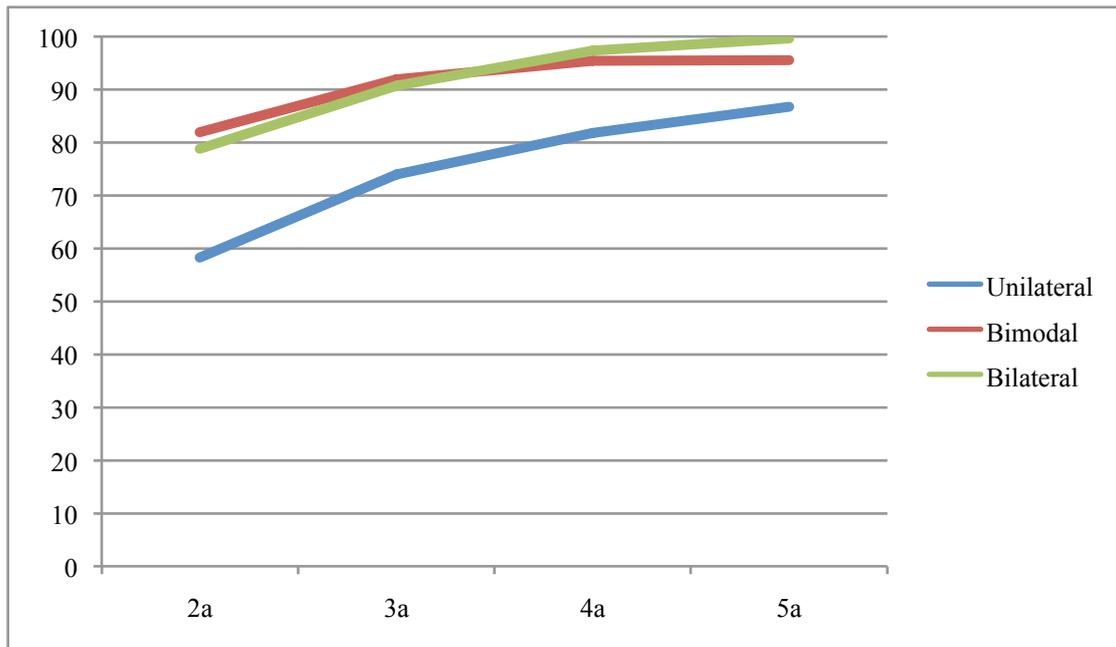


Gráfico 28.- Media del porcentaje de aciertos del test de frases en los distintos grupos a los seis meses y anualmente hasta los cinco años posteriores a la implantación.

Con p-valores inferiores a 0.05 al comparar mediante el test de Kruskal-Wallis los resultados medios de los test de bisílabos y frases entre los tres grupos a estudio a lo largo de los cinco primeros años post-implantación, podemos afirmar que existen diferencias estadísticamente significativas. Necesitamos, a continuación, aplicar el test post de Wilcoxon para saber entre qué pares de grupos se producen estas diferencias (Tablas 113-120):

| <i>Bisílabos 2a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|---------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,015 | |
| BILATERAL | 0,000021 | 0,89 |

Tabla 113.

| <i>Bisílabos 3a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|---------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,0085 | |
| BILATERAL | 0,0000049 | 0,61 |

Tabla 114.

| <i>Bisílabos 4a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|---------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,0088 | |
| BILATERAL | 0,0000083 | 0,03 |

Tabla 115.

| <i>Bislabos 5a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,0031 | |
| BILATERAL | 0,000000019 | 0,025 |

Tabla 116.

| <i>Frases 2a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,0015 | |
| BILATERAL | 0,00062 | 0,97 |

Tabla 117.

| <i>Frases 3a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,0044 | |
| BILATERAL | 0,0005 | 0,81 |

Tabla 118.

| <i>Frases 4a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,00038 | |
| BILATERAL | 0,0000039 | 0,01 |

Tabla 119.

| <i>Frases 5a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,0034 | |
| BILATERAL | 0,000000042 | 0,003 |

Tabla 120.

Al aplicar el test de Wilcoxon queda claro que las principales diferencias se producen entre los bimodales y unilaterales y entre los bilaterales y unilaterales, obteniéndose tanto en el test de bisílabos como en el de frases resultados significativamente mejores con la estimulación bimodal y la implantación coclear bilateral frente a la implantación unilateral (p-valores inferiores a 0.05). En el caso concreto de la estimulación bimodal y la implantación coclear bilateral, los p-valores resultantes de la comparación de estos dos grupos son mayores en los tres primeros años post-implantación sin poder hablar de diferencias significativas; pero al cuarto y quinto año, sí que se observan p-valores inferiores a nuestro punto de corte que nos permiten rechazar la hipótesis nula y aceptar la alternativa según la cual existen diferencias con resultados estadísticamente mejores para la implantación coclear bilateral en estas pruebas.

2.2. Grupo de niños/as entre los 2 y los 6 años

Vistos ya los resultados de las distintas comparaciones realizadas entre los implantados unilaterales, los usuarios de estimulación bimodal y los implantados de forma bilateral en el grupo de edad inferior a 2 años, pasamos ahora a llevar a cabo las mismas comparaciones pero en el grupo de edad entre los 2 y los 6 años, conformado por un total de 40 pacientes de entre los cuales 17 son niñas y 23 son niños. La edad media de implantación en este grupo es de 4.22 +/- 0,9 años. Una vez más, en el caso de los implantados bilateralmente de forma secuencial se ha considerado como edad aquella a la que se colocó el segundo implante.

2.2.1. AUDIOMETRIA TONAL

Primeramente exponemos medias y desviaciones típicas de los umbrales de estos niños/as en la audiometría tonal (Tabla 121 y Gráficos 29-34):

| | | Unilateral | Bimodal | Bilateral | <i>p-valor</i> |
|-----------|----------------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------------|
| 6m | 500 Hz | 53,44 +/- 5,39 | 43,06 +/- 10,73 | 41,67 +/- 6,06 | 0,00074 |
| | 1000 Hz | 52,19 +/- 4,07 | 45,56 +/- 10,13 | 43,33 +/- 6,06 | 0,0078 |
| | 2000 Hz | 52,19 +/- 4,82 | 47,22 +/- 8,95 | 44,17 +/- 5,85 | 0,017 |
| | 4000 Hz | 54,69 +/- 5,62 | 48,61 +/- 10,68 | 45,83 +/- 3,76 | 0,018 |
| 1a | 500 Hz | 43,75 +/- 5,32 | 34,72 +/- 7,17 | 32,5 +/- 4,18 | 0,0002 |
| | 1000 Hz | 43,13 +/- 5,44 | 36,39 +/- 7,03 | 33,33 +/- 5,16 | 0,0029 |
| | 2000 Hz | 41,88 +/- 4,79 | 38,61 +/- 8,19 | 32,5 +/- 2,74 | 0,0044 |
| | 4000 Hz | 43,75 +/- 5,92 | 40 +/- 9,24 | 35,83 +/- 3,76 | 0,053 |
| 2a | 500 Hz | 35 +/- 6,32 | 29,44 +/- 7,05 | 25,83 +/- 3,76 | 0,0093 |
| | 1000 Hz | 35,63 +/- 4,03 | 31,67 +/- 5,42 | 28,33 +/- 2,58 | 0,005 |
| | 2000 Hz | 36,25 +/- 5 | 32,78 +/- 5,75 | 28,33 +/- 2,58 | 0,0069 |
| | 4000 Hz | 37,81 +/- 7,3 | 35 +/- 6,86 | 30 +/- 0 | 0,031 |
| 3a | 500 Hz | 31,88 +/- 5,44 | 26,11 +/- 5,57 | 24,17 +/- 2,04 | 0,003 |
| | 1000 Hz | 31,56 +/- 5,07 | 28,33 +/- 3,83 | 26,67 +/- 2,58 | 0,044 |
| | 2000 Hz | 31,25 +/- 5,32 | 28,33 +/- 3,43 | 26,67 +/- 2,58 | 0,047 |
| | 4000 Hz | 32,81 +/- 6,82 | 29,72 +/- 3,63 | 28,33 +/- 2,58 | 0,022 |

| | | | | | |
|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| 4a | 500 Hz | 29,69 +/- 4,99 | 24,17 +/- 4,93 | 20,83 +/- 2,04 | 0,00042 |
| | 1000 Hz | 30,31 +/- 4,99 | 27,5 +/- 3,54 | 22,5 +/- 4,18 | 0,006 |
| | 2000 Hz | 30 +/- 5,16 | 26,94 +/- 3,04 | 21,67 +/- 4,08 | 0,0017 |
| | 4000 Hz | 30,31 +/- 5,62 | 28,61 +/- 3,35 | 23 +/- 4,47 | 0,03 |
| 5a | 500 Hz | 26,56 +/- 4,37 | 23,33 +/- 4,2 | 20 +/- 0 | 0,00053 |
| | 1000 Hz | 28,75 +/- 4,65 | 25,56 +/- 4,16 | 20 +/- 0 | 0,00031 |
| | 2000 Hz | 29,38 +/- 4,43 | 26,94 +/- 3,04 | 21,67 +/- 4,08 | 0,0021 |
| | 4000 Hz | 29,69 +/- 4,99 | 27,78 +/- 3,08 | 21,67 +/- 4,08 | 0,0039 |

Tabla 121.- Medias y desviaciones típicas de los umbrales obtenidos en la audiometría tonal para las frecuencias estudiadas en los tres grupos de pacientes a los seis meses y anualmente los cinco primeros años post-implantación. Se muestran también los p-valores obtenidos al comparar estos resultados entre los tres grupos mediante el test de Kruskal-Wallis.

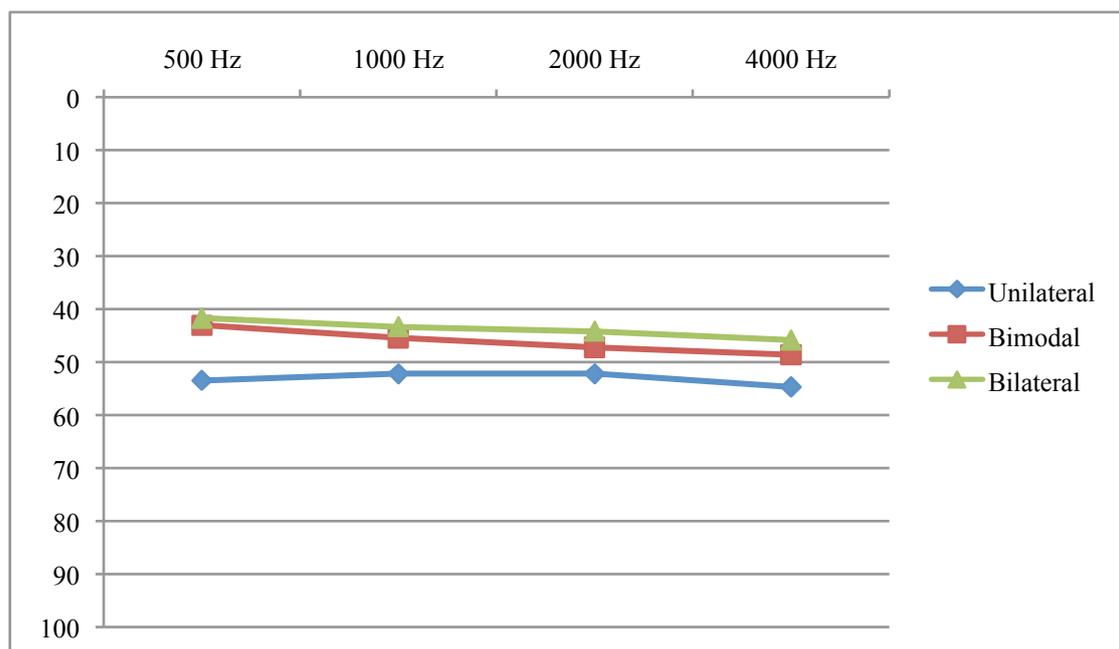


Gráfico 29.- Media de los umbrales en las frecuencias estudiadas en la audiometría tonal realizada a los seis meses de la implantación según grupos.

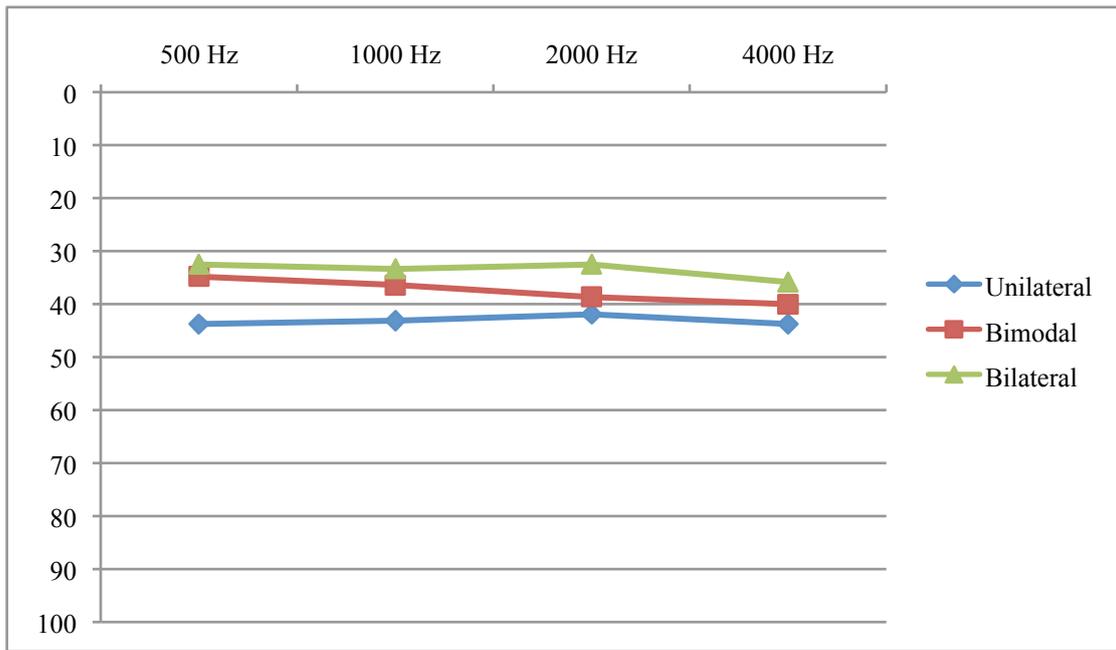


Gráfico 30.- Media de los umbrales en las frecuencias estudiadas en la audiometría tonal realizada al año de la implantación según grupos.

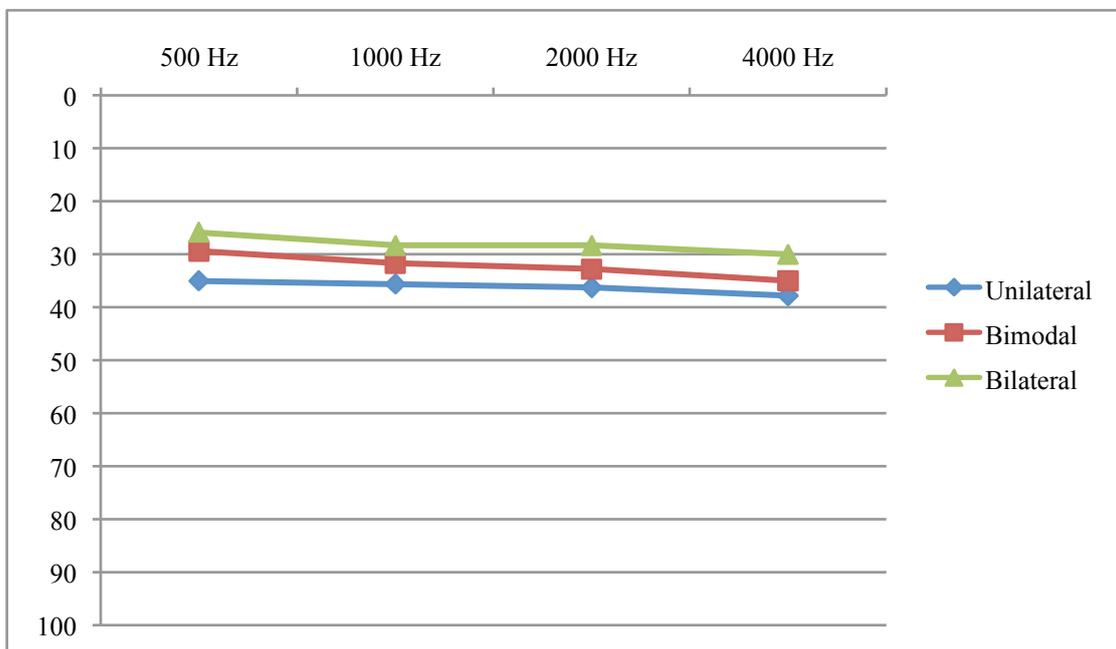


Gráfico 31.- Media de los umbrales en las frecuencias estudiadas en la audiometría tonal realizada a los dos años de la implantación según grupos.

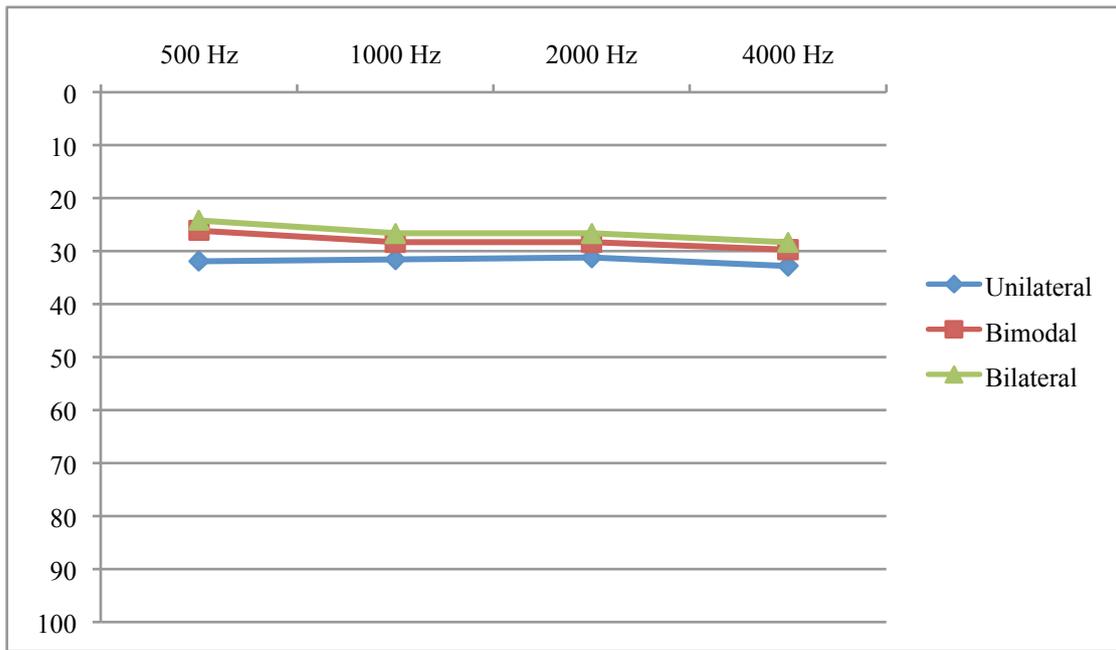


Gráfico 32.- Media de los umbrales en las frecuencias estudiadas en la audiometría tonal realizada a los tres años de la implantación según grupos.

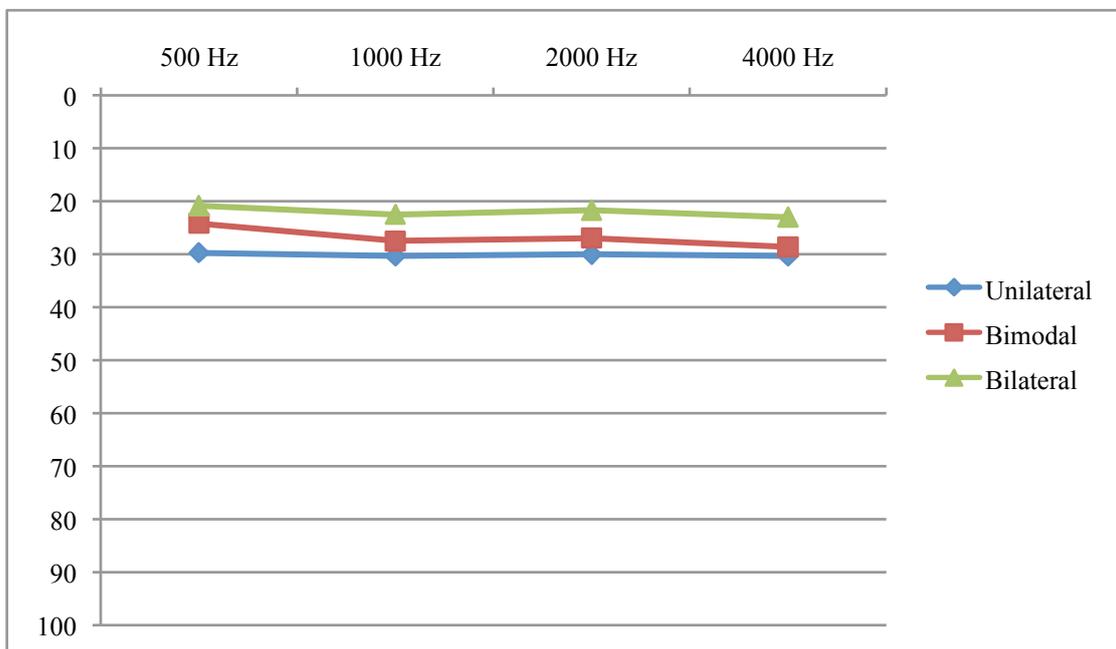


Gráfico 33.- Media de los umbrales en las frecuencias estudiadas en la audiometría tonal realizada a los cuatro años de la implantación según grupos.

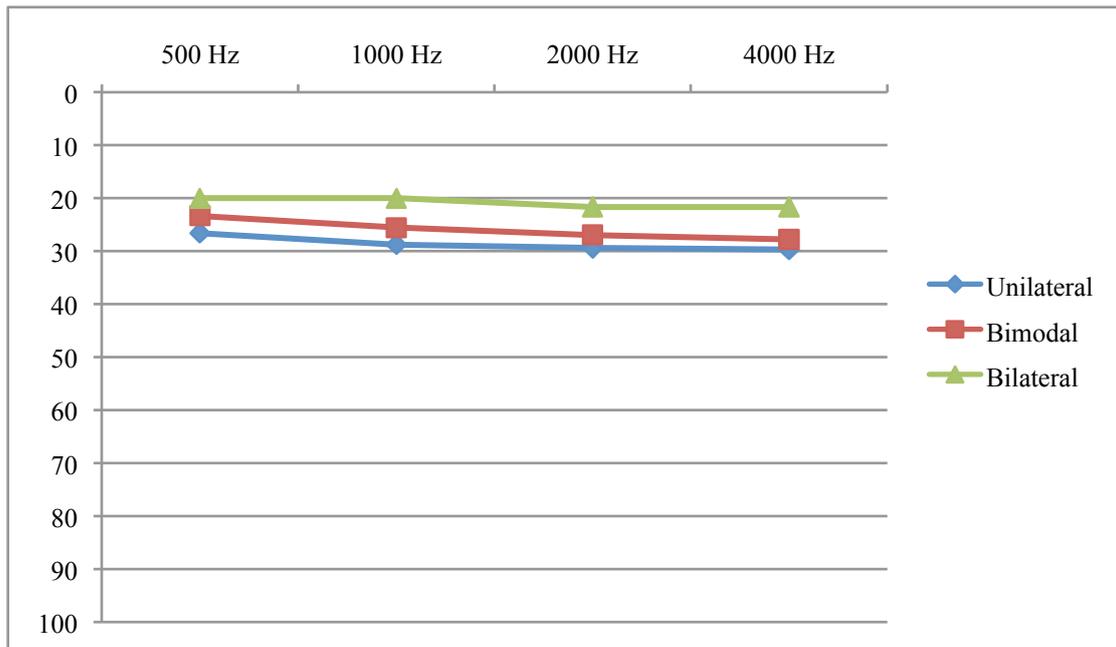


Gráfico 34.- Media de los umbrales en las frecuencias estudiadas en la audiometría tonal realizada a los cinco años de la implantación según grupos.

Los p-valores resultantes de la aplicación del test de Kruskal-Wallis nos muestran cifras inferiores a 0.05 en los umbrales detectados a las distintas frecuencias desde los seis meses post-implantación hasta los cinco años posteriores que dura el estudio. Con ello, podemos rechazar la hipótesis nula y aceptar que existen diferencias estadísticamente significativas en la audiometría tonal entre estos tres grupos para los niños/as de entre 2 y 6 años. Entre qué grupos se localizan estas diferencias se averigua aplicando el test de Wilcoxon tal y como mostramos a continuación (Tablas 122-145):

| <i>ATL 6m 500</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,062 | |
| BILATERAL | 0,0039 | 1 |

Tabla 122.

| <i>ATL 6m 1000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,05 | |
| BILATERAL | 0,0071 | 1 |

Tabla 123.

| <i>ATL 6m 2000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|
|--------------------|-------------------|----------------|

| | | |
|------------------|-------|---|
| BIMODAL | 0,13 | |
| BILATERAL | 0,016 | 1 |

Tabla 124.

| | | |
|--------------------|-------------------|----------------|
| <i>ATL 6m 4000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
| BIMODAL | 0,2 | |
| BILATERAL | 0,011 | 1 |

Tabla 125.

| | | |
|-------------------|-------------------|----------------|
| <i>ATL 1a 500</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
| BIMODAL | 0,16 | |
| BILATERAL | 0,003 | 1 |

Tabla 126.

| | | |
|--------------------|-------------------|----------------|
| <i>ATL 1a 1000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
| BIMODAL | 0,17 | |
| BILATERAL | 0,012 | 1 |

Tabla 127.

| | | |
|--------------------|-------------------|----------------|
| <i>ATL 1a 2000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
| BIMODAL | 0,27 | |
| BILATERAL | 0,0034 | 0,16 |

Tabla 128.

| | | |
|--------------------|-------------------|----------------|
| <i>ATL 1a 4000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
| BIMODAL | 0,44 | |
| BILATERAL | 0,036 | 1 |

Tabla 129.

| | | |
|-------------------|-------------------|----------------|
| <i>ATL 2a 500</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
| BIMODAL | 0,09 | |
| BILATERAL | 0,018 | 0,72 |

Tabla 130.

| | | |
|--------------------|-------------------|----------------|
| <i>ATL 2a 1000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
| BIMODAL | 0,08 | |
| BILATERAL | 0,0069 | 0,62 |

Tabla 131.

| | | |
|--------------------|-------------------|----------------|
| <i>ATL 2a 2000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|

| | | |
|------------------|--------|------|
| BIMODAL | 0,21 | |
| BILATERAL | 0,0074 | 0,25 |

Tabla 132.

| | | |
|--------------------|-------------------|----------------|
| <i>ATL 2a 4000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
| BIMODAL | 0,89 | |
| BILATERAL | 0,017 | 0,28 |

Tabla 133.

| | | |
|-------------------|-------------------|----------------|
| <i>ATL 3a 500</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
| BIMODAL | 0,051 | |
| BILATERAL | 0,0056 | 1 |

Tabla 134.

| | | |
|--------------------|-------------------|----------------|
| <i>ATL 3a 1000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
| BIMODAL | 0,23 | |
| BILATERAL | 0,03 | 0,87 |

Tabla 135.

| | | |
|--------------------|-------------------|----------------|
| <i>ATL 3a 2000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
| BIMODAL | 0,32 | |
| BILATERAL | 0,016 | 0,95 |

Tabla 136.

| | | |
|--------------------|-------------------|----------------|
| <i>ATL 3a 4000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
| BIMODAL | 0,65 | |
| BILATERAL | 0,043 | 1 |

Tabla 137.

| | | |
|-------------------|-------------------|----------------|
| <i>ATL 4a 500</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
| BIMODAL | 0,071 | |
| BILATERAL | 0,0019 | 0,05 |

Tabla 138.

| | | |
|--------------------|-------------------|----------------|
| <i>ATL 4a 1000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
| BIMODAL | 0,34 | |
| BILATERAL | 0,016 | 0,03 |

Tabla 139.

| | | |
|--------------------|-------------------|----------------|
| <i>ATL 4a 2000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|--------------------|-------------------|----------------|

| | | |
|------------------|------|-------|
| BIMODAL | 0,18 | |
| BILATERAL | 0,01 | 0,015 |

Tabla 140.

| | | |
|--------------------|-------------------|----------------|
| <i>ATL 4a 4000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
| BIMODAL | 1 | |
| BILATERAL | 0,044 | 0,025 |

Tabla 141.

| | | |
|-------------------|-------------------|----------------|
| <i>ATL 5a 500</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
| BIMODAL | 0,069 | |
| BILATERAL | 0,001 | 0,0085 |

Tabla 142.

| | | |
|--------------------|-------------------|----------------|
| <i>ATL 5a 1000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
| BIMODAL | 0,16 | |
| BILATERAL | 0,00079 | 0,0091 |

Tabla 143.

| | | |
|--------------------|-------------------|----------------|
| <i>ATL 5a 2000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
| BIMODAL | 0,23 | |
| BILATERAL | 0,011 | 0,015 |

Tabla 144.

| | | |
|--------------------|-------------------|----------------|
| <i>ATL 5a 4000</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
| BIMODAL | 0,92 | |
| BILATERAL | 0,011 | 0,012 |

Tabla 145.

Tal y como podemos ver en las tablas previas, los p-valores entre el grupo de los bimodales y los bilaterales se mantienen por encima de 0.05, sin poder evidenciar diferencias significativas, durante los tres primeros años post-implantación; pero al cuarto y quinto año, esos p-valores descienden por debajo del punto de corte y nos permiten aceptar la hipótesis alternativa, según la cual, sí que existen diferencias estadísticamente significativas, en este caso a favor de la implantación bilateral.

Al comparar los resultados entre el grupo de bimodales y unilaterales, con p-valores en todas las frecuencias estudiadas a lo largo de los cinco años post-

implantación por encima de 0.05, podemos aceptar la hipótesis nula y afirmar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre estos dos grupos en lo que a la audiometría tonal se refiere.

Situación opuesta encontramos al realizar esta misma comparación entre los niños/as implantados uni y bilateralmente: vemos que, en todas las frecuencias a lo largo de todo el estudio, los p-valores son siempre inferiores a 0.05 y esto nos permite afirmar que sí que existen diferencias estadísticamente significativas entre estos dos grupos, obteniendo unos umbrales significativamente mejores los niños/as de más de dos años implantados de forma bilateral.

2.2.2. CUESTIONARIOS DE IT-MAIS, NOTTINGHAM Y LITTEARS

A continuación exponemos, mediante medias y desviaciones típicas, los resultados obtenidos en los niños/as entre 2 y 6 años en los cuestionarios de IT-Mais, Nottingham y LittleEars, según el tipo de mecanismo de ayuda auditiva (Tabla 146 y Gráficos 35-37):

| | | Unilateral | Bimodal | Bilateral | p-valor |
|-------------------|-----------|-------------------|----------------|------------------|----------------|
| IT-Mais | 6m | 15,31 +/- 7,28 | 18,89 +/- 9,6 | 18,5 +/- 9,25 | 0,59 |
| | 1a | 20,38 +/- 6,81 | 25,28 +/- 9,29 | 22,5 +/- 10,5 | 0,37 |
| | 2a | 27,81 +/- 6,88 | 30,61 +/- 6,84 | 28,5 +/- 7,89 | 0,53 |
| | 3a | 32 +/- 6,19 | 35 +/- 5,1 | 34,67 +/- 5,89 | 0,36 |
| | 4a | 36,5 +/- 4,35 | 38 +/- 3,87 | 38,17 +/- 2,99 | 0,54 |
| | 5a | 37,5 +/- 3,25 | 39,17 +/- 3,54 | 40 +/- 0 | 0,06 |
| Nottingham | 6m | 3,06 +/- 0,68 | 4,33 +/- 1,64 | 4,17 +/- 1,83 | 0,47 |
| | 1a | 4,13 +/- 0,81 | 5,56 +/- 1,46 | 5 +/- 1,55 | 0,16 |
| | 2a | 5 +/- 1,15 | 6,5 +/- 1,29 | 6 +/- 1,41 | 0,1 |
| | 3a | 6,13 +/- 1,09 | 7,17 +/- 0,92 | 6,83 +/- 1,17 | 0,23 |
| | 4a | 6,94 +/- 0,93 | 7,67 +/- 0,77 | 7,5 +/- 0,84 | 0,24 |
| | 5a | 7,38 +/- 0,81 | 7,78 +/- 0,73 | 8 +/- 0 | 0,37 |
| LittleEars | 6m | 13 +/- 5,07 | 15,78 +/- 8,82 | 17,67 +/- 8,78 | 0,59 |
| | 1a | 21 +/- 3,69 | 21,83 +/- 7,07 | 25,83 +/- 7,19 | 0,41 |

| | | | | | |
|--|-----------|----------------|----------------|----------------|------|
| | 2a | 25,88 +/- 3,2 | 27,22 +/- 4,6 | 29,83 +/- 3,92 | 0,13 |
| | 3a | 30,81 +/- 2,69 | 31,78 +/- 2,53 | 32,17 +/- 1,6 | 0,12 |
| | 4a | 32,81 +/- 0,75 | 32,89 +/- 0,47 | 33 +/- 0 | 0,83 |
| | 5a | 33 +/- 0 | 33 +/- 0 | 33 +/- 0 | 1 |

Tabla 146.- Media y desviación típica de los resultados obtenidos en los cuestionarios IT-Mais, Nottingham y LittleEars en los tres grupos de pacientes a los seis meses y anualmente los primeros cinco años post-implantación. También se muestran los p-valores obtenidos en la comparativa de estos resultados entre los tres grupos mediante el test de Kruskal-Wallis.

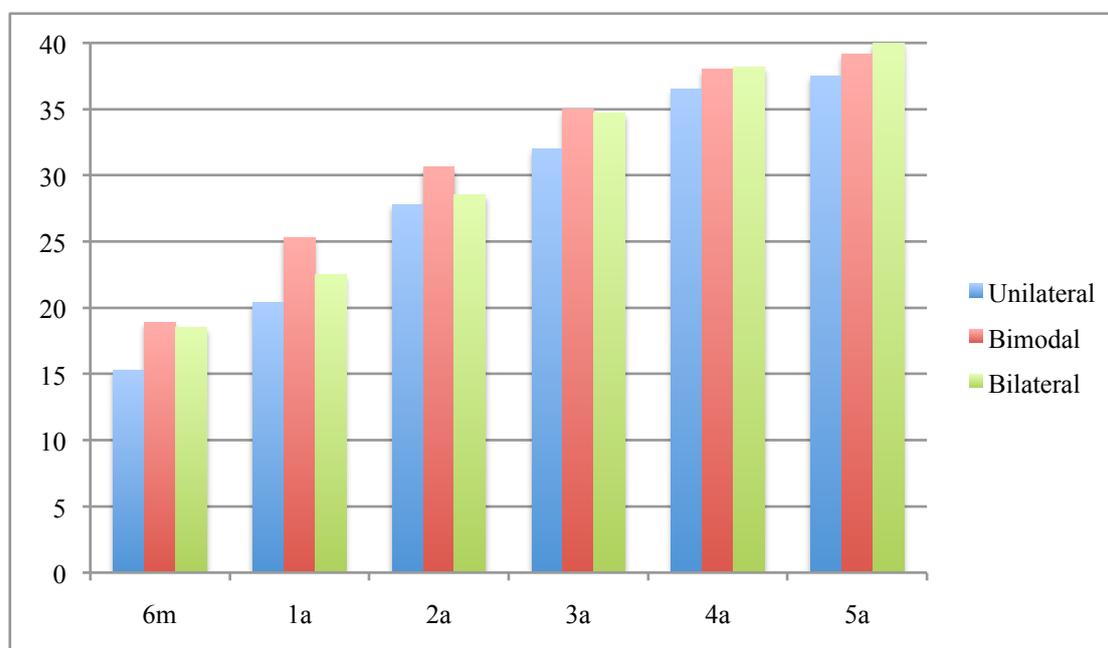


Gráfico 35.- Media del número de aciertos del cuestionario de IT-Mais, por grupos, a los seis meses y anualmente hasta los cinco años posteriores a la implantación.

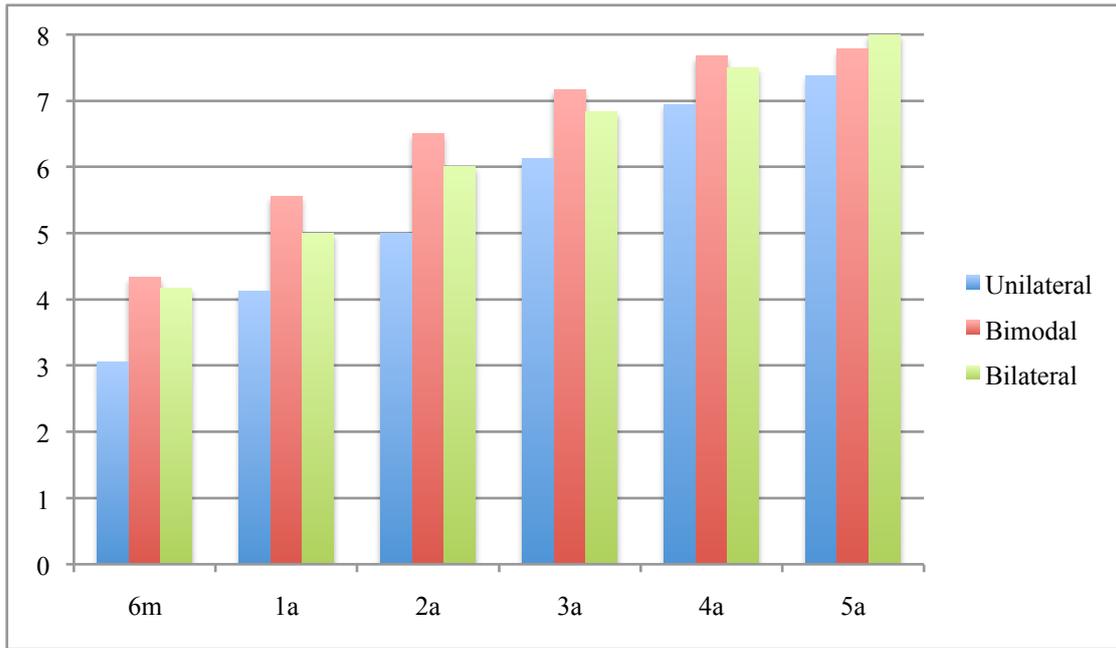


Gráfico 36.- Media del número de aciertos del cuestionario de Nottingham, por grupos, a los seis meses y anualmente hasta los cinco años posteriores a la implantación.

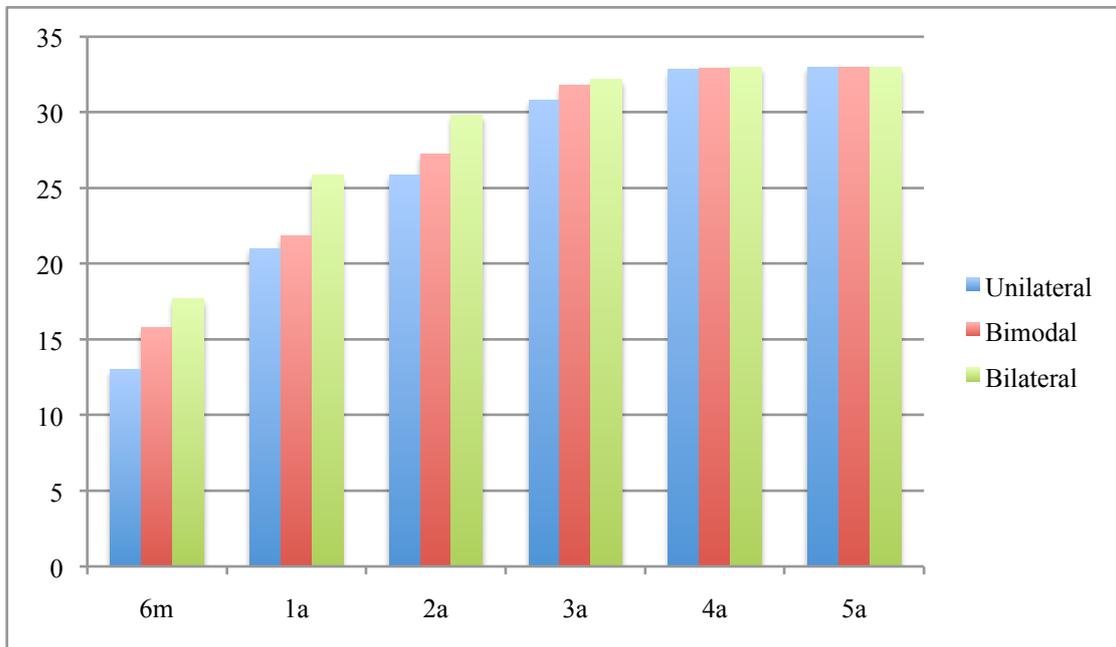


Gráfico 37.- Media del número de aciertos del cuestionario de LittleEars, por grupos, a los seis meses y anualmente hasta los cinco años posteriores a la implantación.

Tras el test de Kruskal-Wallis, los p-valores superiores a 0.05 obtenidos tanto en el cuestionario de IT-Mais como en el Nottingham y LittleEars, a lo largo de los cinco años post-implantación, no nos permiten hablar de diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos del estudio.

| <i>IT-Mais 6m</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,97 | |
| BILATERAL | 1 | 1 |

Tabla 147.

| <i>IT-Mais 1a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,51 | |
| BILATERAL | 1 | 1 |

Tabla 148.

| <i>IT-Mais 2a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,98 | |
| BILATERAL | 1 | 1 |

Tabla 149.

| <i>IT-Mais 3a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,54 | |
| BILATERAL | 1 | 1 |

Tabla 150.

| <i>IT-Mais 4a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,97 | |
| BILATERAL | 1 | 1 |

Tabla 151.

| <i>IT-Mais 5a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|-------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,054 | |
| BILATERAL | 0,2 | 1 |

Tabla 152.

| <i>Nottingham 6m</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|----------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,05 | |
| BILATERAL | 0,61 | 1 |

Tabla 153.

| <i>Nottingham 1a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|----------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,11 | |
| BILATERAL | 0,8 | 1 |

Tabla 154.

| <i>Nottingham 2a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|----------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,09 | |
| BILATERAL | 0,46 | 1 |

Tabla 155.

| <i>Nottingham 3a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|----------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,2 | |
| BILATERAL | 0,62 | 1 |

Tabla 156.

| <i>Nottingham 4a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|----------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,24 | |
| BILATERAL | 0,59 | 1 |

Tabla 157.

| <i>Nottingham 5a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|----------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,14 | |
| BILATERAL | 0,2 | 1 |

Tabla 158.

| <i>LittleEars 6m</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|----------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 1 | |
| BILATERAL | 0,94 | 1 |

Tabla 159.

| <i>LittleEars 1a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|----------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 1 | |
| BILATERAL | 0,5 | 0,88 |

Tabla 160.

| <i>LittleEars 2a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|----------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 1 | |
| BILATERAL | 0,13 | 0,59 |

Tabla 161.

| <i>LittleEars 3a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|----------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,19 | |
| BILATERAL | 0,53 | 1 |

Tabla 162.

| <i>LittleEars 4a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|----------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 1 | |
| BILATERAL | 1 | 1 |

Tabla 163.

| <i>LittleEars 5a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|----------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 1 | |
| BILATERAL | 1 | 1 |

Tabla 164.

Aplicamos el estudio post de Wilcoxon para realizar la comparación múltiple de los resultados entre los tres grupos (Tablas 147-164). Vemos que con p-valores superiores a 0.05 no evidenciamos diferencias considerables desde un punto de vista estadístico para estos tres cuestionarios entre los niños/as de 2 a 6 años implantados bilateralmente y los usuarios de estimulación bimodal. Lo mismo ocurre cuando comparamos los resultados de los tres cuestionarios entre los implantados unilateralmente y los portadores de dos implantes cocleares, con p-valores siempre superiores a 0.05 durante los cinco años post-implantación. Por último, al comparar los niños/as con implantes unilaterales y los de la estimulación bimodal, tampoco se detectan diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los tres cuestionarios, con unos p-valores que vuelven a ser superiores a nuestro punto de corte a lo largo de todo el seguimiento.

2.2.3. PRUEBAS VERBALES

Finalmente, se muestran las medias y desviaciones típicas de los resultados de las pruebas verbales de los niños/as de 2 a 6 años de nuestra muestra, según el dispositivo de ayuda auditiva del que sean portadores (Tabla 165 y Gráficos 38-39):

| | | Unilateral | Bimodal | Bilateral | <i>p</i> -valor |
|------------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Bisílabos | 2a | 25,31 +/- 15,86 | 61,67 +/- 27,33 | 61,67 +/- 23,17 | 0,00042 |
| | 3a | 40,63 +/- 21,05 | 73,06 +/- 25,1 | 85 +/- 11,83 | 0,00035 |
| | 4a | 61,25 +/- 19,62 | 83,06 +/- 19,56 | 95 +/- 6,32 | 0,00051 |
| | 5a | 73,13 +/- 16,52 | 88,61 +/- 13,81 | 100 +/- 0 | 0,00016 |
| Frases | 2a | 41,88 +/- 20,4 | 72,78 +/- 23,4 | 75 +/- 21,68 | 0,00081 |
| | 3a | 54,69 +/- 18,93 | 83,89 +/- 20,11 | 95 +/- 8,37 | 0,000098 |
| | 4a | 70 +/- 15,49 | 89,72 +/- 14,9 | 96,67 +/- 5,16 | 0,00014 |
| | 5a | 81,88 +/- 12,28 | 91,39 +/- 13,48 | 99,17 +/- 2,04 | 0,0026 |

Tabla 165.- Medias y desviaciones típicas del porcentaje de aciertos de los pacientes de cada uno de los tres grupos a estudio para el test de bisílabos y el de frases. Se muestran también los p-valores obtenidos aplicar el test de Kruskal-Wallis.

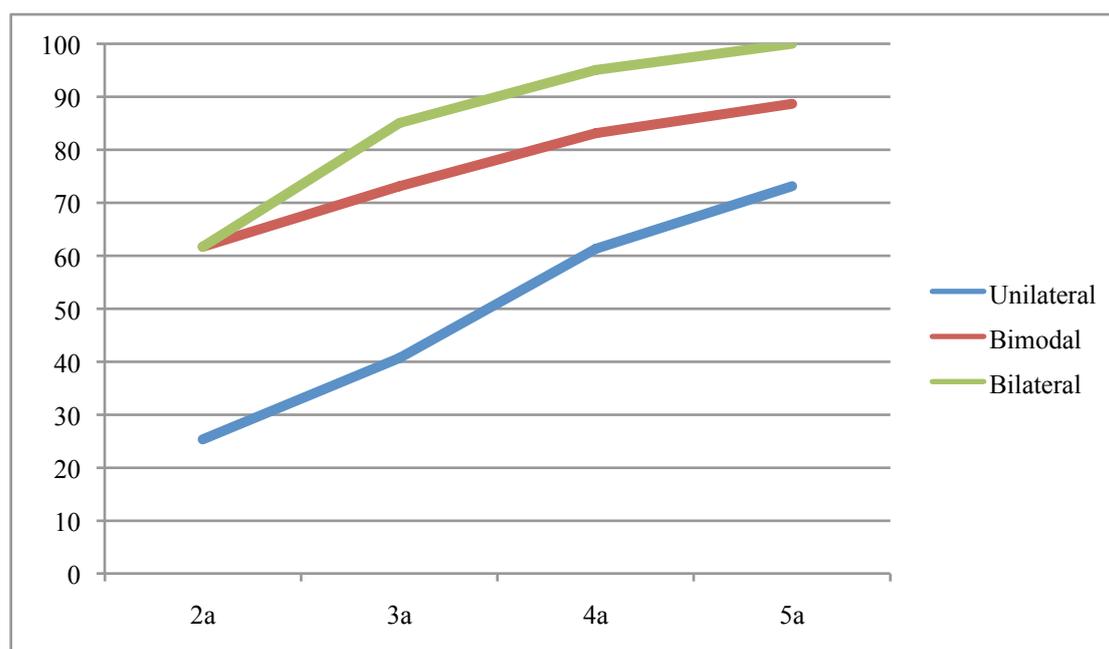


Gráfico 38.- Media del porcentaje de aciertos del test de bisílabos en los distintos grupos a los seis meses y anualmente hasta los cinco años posteriores a la implantación.

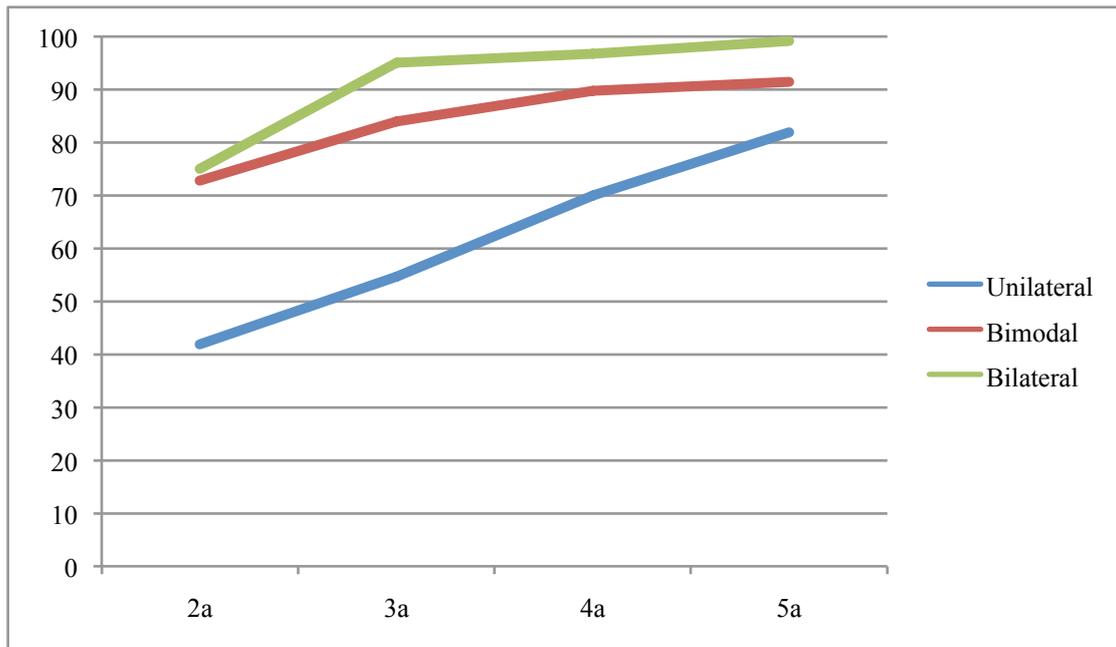


Gráfico 39.- Media del porcentaje de aciertos del test de frases en los distintos grupos a los seis meses y anualmente hasta los cinco años posteriores a la implantación.

Los p-valores inferiores a 0.05 resultantes del test no paramétrico de Kruskal-Wallis permiten rechazar la hipótesis nula de igualdad y afirmar que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos de niños/as tanto para la prueba de bisílabos como para el test de frases durante los cinco primeros años tras la cirugía de implantación coclear.

A continuación mostramos los resultados del test de Wilcoxon para la comparación múltiple de los resultados de las pruebas verbales en los tres grupos (Tablas 166-173):

| <i>Bisílabos 2a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|---------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,001 | |
| BILATERAL | 0,014 | 0,0081 |

Tabla 166.

| <i>Bisílabos 3a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|---------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,0032 | |
| BILATERAL | 0,0029 | 0,01 |

Tabla 167.

| <i>Bisílabos 4a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|---------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,0078 | |
| BILATERAL | 0,0029 | 0,026 |

Tabla 168.

| <i>Bisílabos 5a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|---------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,014 | |
| BILATERAL | 0,0011 | 0,03 |

Tabla 169.

| <i>Frases 2a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,0016 | |
| BILATERAL | 0,027 | 0,01 |

Tabla 170.

| <i>Frases 3a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,0012 | |
| BILATERAL | 0,0023 | 0,049 |

Tabla 171.

| <i>Frases 4a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,0014 | |
| BILATERAL | 0,0026 | 0,0097 |

Tabla 172.

| <i>Frases 5a</i> | UNILATERAL | BIMODAL |
|------------------|-------------------|----------------|
| BIMODAL | 0,047 | |
| BILATERAL | 0,0062 | 0,047 |

Tabla 173.

Como se puede ver, al comparar los resultados en las pruebas verbales entre implantación coclear única y bilateral, los p-valores inferiores a 0.05 nos permiten afirmar que los resultados de la implantación bilateral son superiores a los que se obtienen con un único implante. Del mismo modo, al comparar la estimulación bimodal y la implantación unilateral, también se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos, a favor de la estimulación bimodal. Y por último, al comparar los resultados de la estimulación bimodal y la implantación coclear bilateral, volvemos a obtener p-valores inferiores a 0.05 que

hablan claramente de resultados estadísticamente superiores en las pruebas verbales para los niños/as de 2 a 6 años con implantes cocleares bilaterales respecto a los portadores de un implante y un audífono.

3. RESULTADOS EN FUNCIÓN DE LA EDAD PARA CADA GRUPO DE ESTIMULACIÓN AUDITIVA

Llevado a cabo ya el estudio principal se nos plantea una duda: ¿existirán diferencias estadísticamente significativas en los resultados de las distintas pruebas si en vez de dividir la muestra según el dispositivo o dispositivos implantados, la separamos en función de la edad de implantación?

Para ello hemos dividido la muestra en dos grupos: por un lado, el de los niños/as de edad inferior a 2 años y, por otro lado, el de los niños/as de 2 a 6 años. Aplicamos el test de Shapiro-Wilk para confirmar o descartar la normalidad de la muestra según estos grupos y obtenemos p-valores muy inferiores a nuestro límite de 0.05, que hacen que no podamos hablar nuevamente de normalidad y tengamos que aplicar tests no paramétricos para las comparativas entre estos grupos.

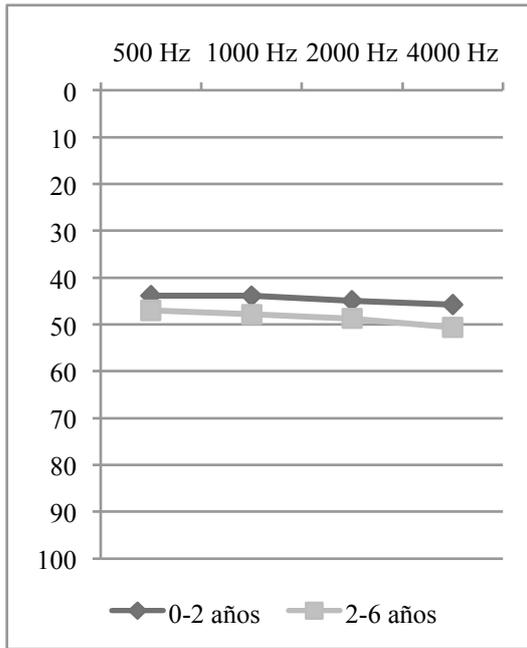
3.1. Audiometría Tonal

Empezamos por mostrar las medias y desviaciones típicas de los resultados de la audiometría tonal a los seis meses y anualmente durante los cinco primeros años post-implantación, esta vez en función de la edad e independientemente del mecanismo de ayuda auditiva empleado en cada caso (Tabla 174 y Gráfico 40).

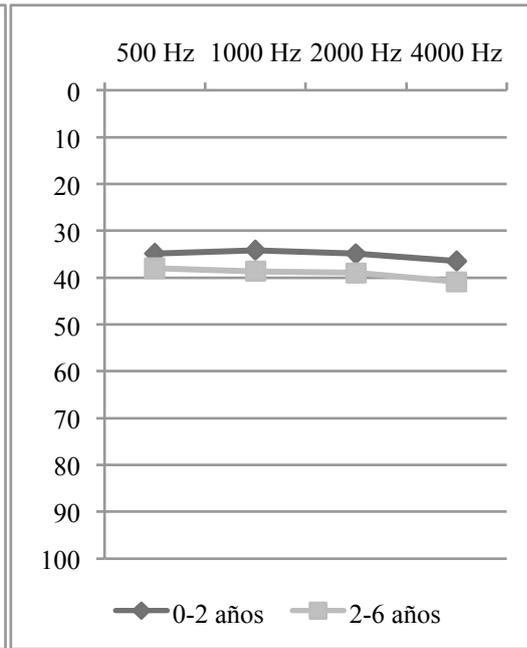
Al aplicar el test de Kruskal-Wallis en los dos grupos obtenemos p-valores inferiores a 0.05 en casi la totalidad de las comparaciones, lo que nos permite rechazar la hipótesis nula de igualdad y asumir que sí que existen diferencias estadísticamente significativas en los resultados audiométricos de los cinco primeros años tras la implantación en función de la edad, destacando mejores umbrales en los niños/as menores de 2 años.

| | | 0 – 2 años | >2 – 6 años | p-valor |
|---------------|----------------|-------------------|-----------------------|----------------|
| 6 m | 500 Hz | 43,85 +/- 6,42 | 47 +/- 9,73 | 0,03 |
| | 1000 Hz | 43,92 +/- 6,03 | 47,88 +/- 8,31 | 0,001 |
| | 2000 Hz | 44,92 +/- 6,09 | 48,75 +/- 7,57 | 0,001 |
| | 4000 Hz | 45,77 +/- 6,07 | 50,63 +/- 8,71 | 0,0005 |
| 1 año | 500 Hz | 34,85 +/- 5,73 | 38 +/- 7,66 | 0,02 |
| | 1000 Hz | 34,15 +/- 5,9 | 38,62 +/- 7,16 | 0,002 |
| | 2000 Hz | 34,92 +/- 6,64 | 39 +/- 7 | 0,004 |
| | 4000 Hz | 36,46 +/- 6,54 | 40,88 +/- 7,75 | 0,004 |
| 2 años | 500 Hz | 29,08 +/- 4,99 | 31,13 +/- 7,12 | 0,14 |
| | 1000 Hz | 28,54 +/- 4,98 | 32,75 +/- 5,18 | 0,0003 |
| | 2000 Hz | 28,77 +/- 5,23 | 33,5 +/- 5,68 | 0,0002 |
| | 4000 Hz | 30,69 +/- 5,22 | 35,38 +/- 6,92 | 0,001 |
| 3 años | 500 Hz | 25,85 +/- 4,56 | 28,13 +/- 5,96 | 0,03 |
| | 1000 Hz | 26,08 +/- 4,28 | 29,38 +/- 4,56 | 0,0003 |
| | 2000 Hz | 26,46 +/- 4,39 | 29,25 +/- 4,46 | 0,003 |
| | 4000 Hz | 28,54 +/- 4,74 | 30,75 +/- 5,26 | 0,04 |
| 4 años | 500 Hz | 23,77 +/- 4,6 | 25,88 +/- 5,65 | 0,03 |
| | 1000 Hz | 24,08 +/- 4,5 | 27,88 +/- 4,92 | 0,0001 |
| | 2000 Hz | 24,23 +/- 4,35 | 27,38 +/- 4,93 | 0,0009 |
| | 4000 Hz | 26,15 +/- 4,9 | 28,59 +/- 4,99 | 0,02 |
| 5 años | 500 Hz | 23,31 +/- 4,53 | 24,13 +/- 4,51 | 0,24 |
| | 1000 Hz | 23,38 +/- 4,34 | 26 +/- 4,96 | 0,006 |
| | 2000 Hz | 23,62 +/- 4,19 | 27,13 +/- 4,51 | 0,0001 |
| | 4000 Hz | 25 +/- 5 | 27,63 +/- 4,8 | 0,01 |

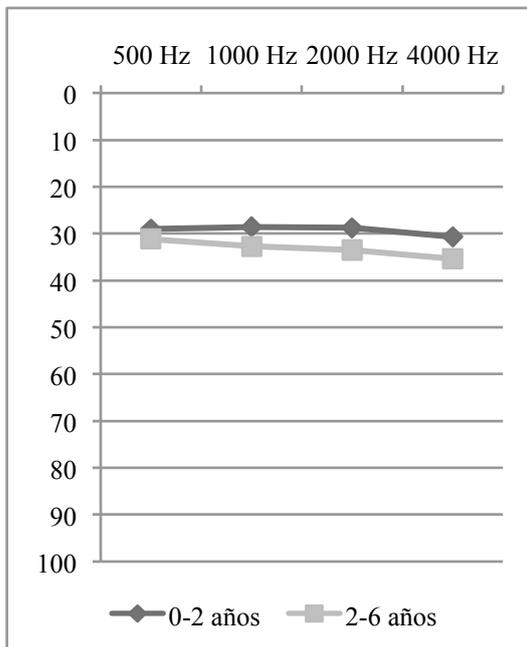
Tabla 174. Medias y desviaciones típicas de los umbrales en la audiometría tonal en los dos grupos de pacientes a los seis meses y anualmente los cinco primeros años post-implantación; se muestran también los p-valores obtenidos mediante el test de Kruskal-Wallis.



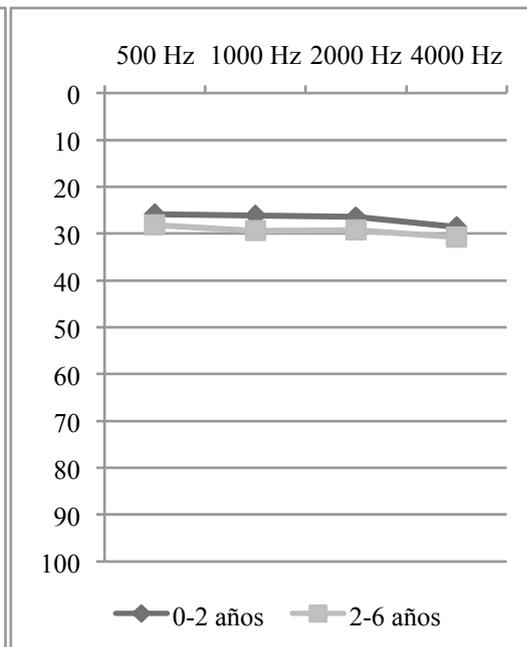
A)



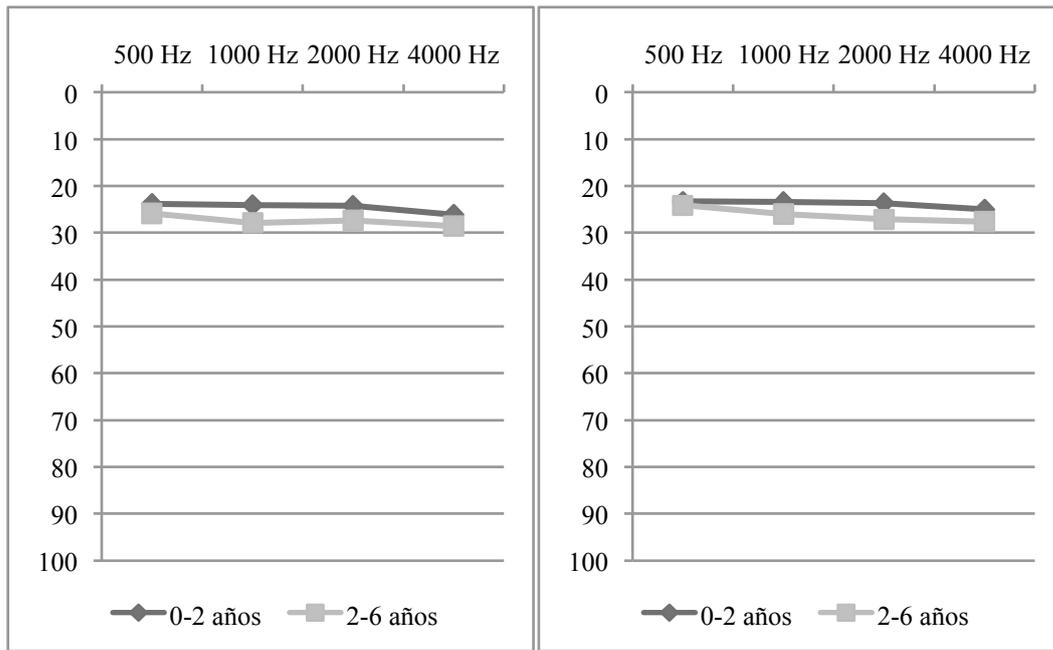
B)



C)



D)



E)

F)

Gráfico 40.- Media de los umbrales en las frecuencias estudiadas en la audiometría tonal realizada a los seis meses (A), al año (B), a los dos años (C), a los tres años (D), a los cuatro años (E) y a los cinco años (F) tras la implantación según grupos de edad.

Pero dando un paso más, queremos averiguar si estas diferencias en cuanto a los dos grupos de edad se mantienen en cada uno de nuestros tres grupos iniciales de estudio (portadores de un implante coclear unilateral, los usuarios de estimulación bimodal y los implantados bilateralmente).

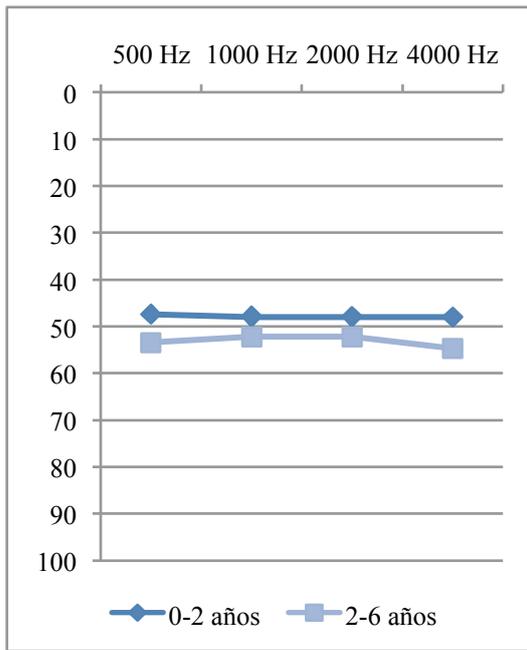
3.1.1. IMPLANTADOS UNILATERALMENTE

Mostramos medias y desviaciones típicas de los resultados audiométricos a lo largo de los cinco años post-implantación en función de la edad, exclusivamente para el grupo de los implantados unilateralmente (Tabla 175 y Gráfico 41):

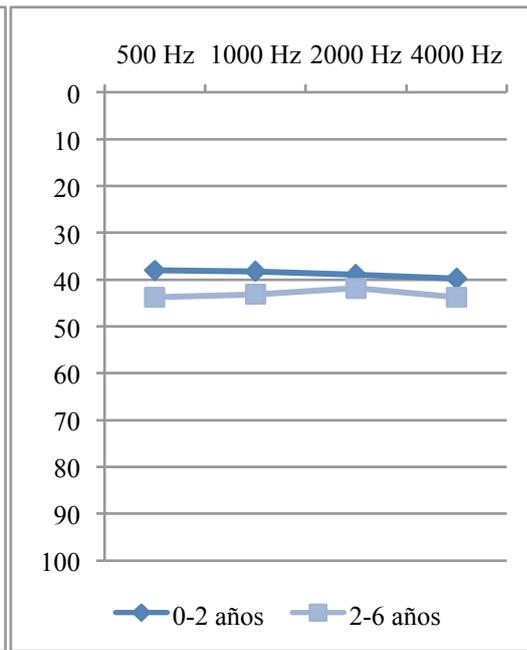
| | | 0 – 2 años | >2 – 6 años | p-valor |
|-----|---------|----------------|----------------|---------|
| 6 m | 500 Hz | 47,39 +/- 5,61 | 53,44 +/- 5,39 | 0,005 |
| | 1000 Hz | 47,82 +/- 5,8 | 52,19 +/- 4,07 | 0,01 |
| | 2000 Hz | 47,83 +/- 4,73 | 52,19 +/- 4,81 | 0,01 |
| | 4000 Hz | 48,04 +/- 3,61 | 54,69 +/- 5,62 | 0,0005 |

| | | | | |
|---------------|----------------|----------------|----------------|-------|
| 1 año | 500 Hz | 38,04 +/- 5,38 | 43,75 +/- 5,32 | 0,004 |
| | 1000 Hz | 38,26 +/- 5,14 | 43,13 +/- 5,44 | 0,01 |
| | 2000 Hz | 38,91 +/- 5,21 | 41,88 +/- 4,79 | 0,012 |
| | 4000 Hz | 39,78 +/- 3,84 | 43,75 +/- 5,92 | 0,03 |
| 2 años | 500 Hz | 31,74 +/- 4,67 | 35 +/- 6,32 | 0,009 |
| | 1000 Hz | 30,87 +/- 4,92 | 35,63 +/- 4,03 | 0,004 |
| | 2000 Hz | 30,43 +/- 5,62 | 36,25 +/- 5 | 0,004 |
| | 4000 Hz | 32,83 +/- 5,61 | 37,81 +/- 7,3 | 0,04 |
| 3 años | 500 Hz | 27,61 +/- 5,41 | 31,88 +/- 5,44 | 0,02 |
| | 1000 Hz | 27,39 +/- 5,19 | 31,56 +/- 5,07 | 0,01 |
| | 2000 Hz | 27,61 +/- 5,19 | 31,25 +/- 5,32 | 0,04 |
| | 4000 Hz | 30,22 +/- 4,88 | 32,81 +/- 6,82 | 0,42 |
| 4 años | 500 Hz | 26,96 +/- 5,38 | 29,69 +/- 4,99 | 0,06 |
| | 1000 Hz | 26,52 +/- 5,53 | 30,31 +/- 4,99 | 0,06 |
| | 2000 Hz | 26,52 +/- 5,32 | 30 +/- 5,16 | 0,06 |
| | 4000 Hz | 28,7 +/- 5,05 | 30,31 +/- 5,62 | 0,57 |
| 5 años | 500 Hz | 26,74 +/- 5,14 | 26,56 +/- 4,37 | 0,85 |
| | 1000 Hz | 26,3 +/- 5,27 | 28,75 +/- 4,65 | 0,2 |
| | 2000 Hz | 26,09 +/- 4,99 | 29,38 +/- 4,43 | 0,06 |
| | 4000 Hz | 27,83 +/- 5,18 | 29,69 +/- 4,99 | 0,48 |

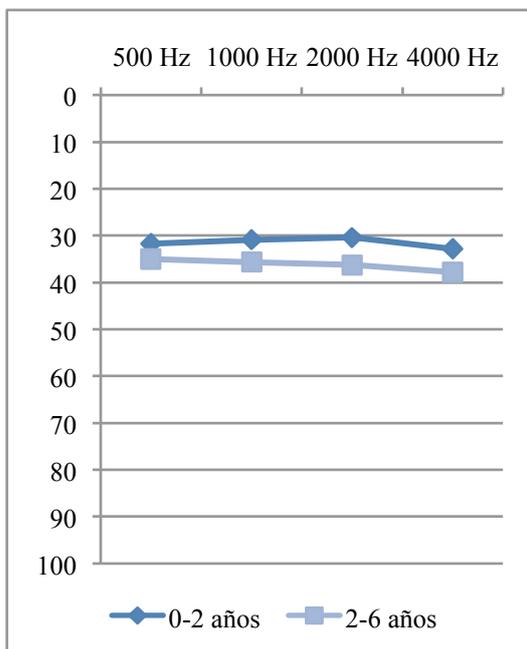
Tabla 175.- Medias y desviaciones típicas de los umbrales obtenidos en la audiometría tonal para las frecuencias estudiadas en los dos grupos de edad a los seis meses y al año durante los cinco primeros años post-implantación, para el grupo de implantados unilaterales. También p-valores obtenidos con el test de Kruskal-Wallis.



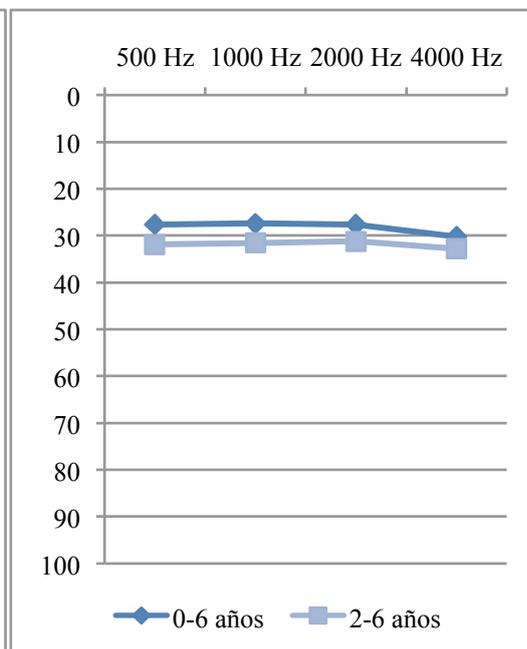
A)



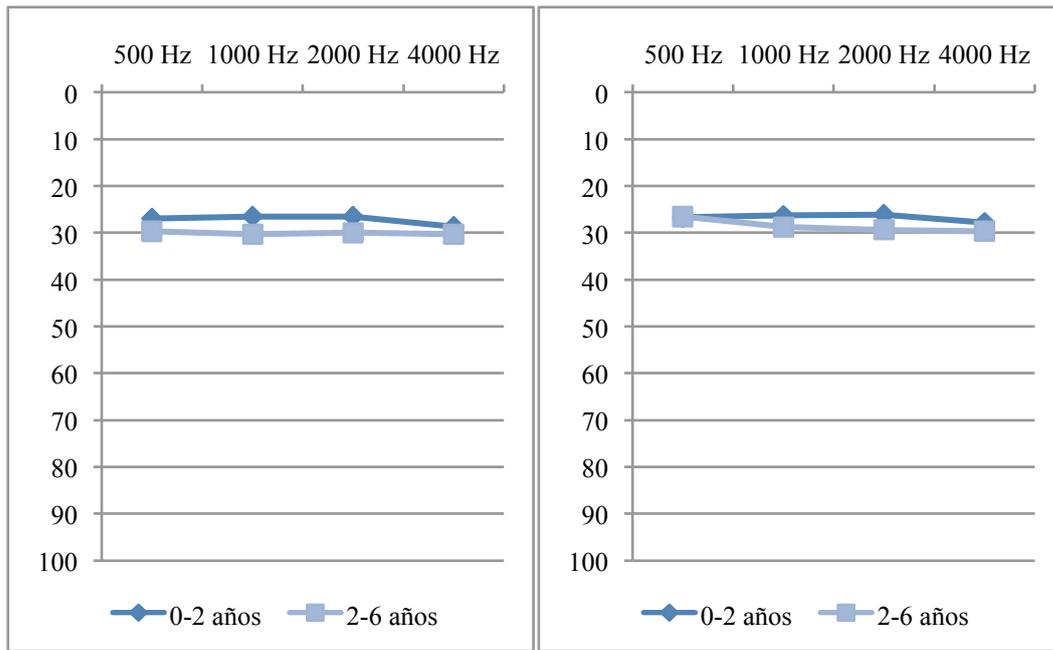
B)



C)



D)



E)

F)

Gráfico 41.- Media de los umbrales en las frecuencias estudiadas en la audiometría tonal realizada a los seis meses (A), al año (B), a los dos años (C), a los tres años (D), a los cuatro años (E) y a los cinco años (F) tras la implantación según grupos de edad en los niños/as portadores de un solo implante coclear.

En el caso de los portadores de un único implante coclear sin ningún otro tipo de ayuda auditiva, se puede ver cómo durante los tres primeros años post-implantación se obtienen p-valores por debajo de nuestro punto de corte de 0.05, lo que nos permite identificar en este período diferencias estadísticamente significativas en los umbrales audiométricos, con mejores resultados para los niños/as más pequeños; sin embargo, a partir de los tres años post-implantación, dejan de existir estas diferencias en los resultados audiométricos entre los niños/as menores y los mayores de 2 años.

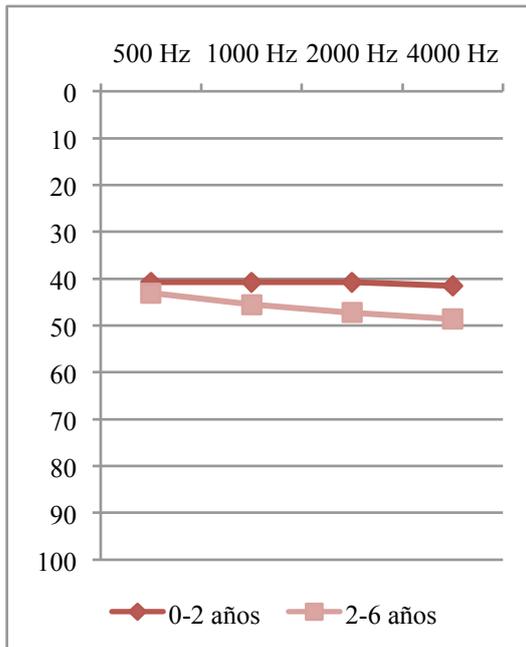
3.1.2. IMPLANTADOS UNILATERALMENTE CON AUDÍFONO EN OÍDO CONTRALATERAL

En el caso de la estimulación bimodal observamos, desde los seis primeros meses de la cirugía del implante, unos p-valores por debajo de 0.05 en todas las frecuencias, excepto en la de 500 Hz, situación que se mantiene hasta los cuatro años

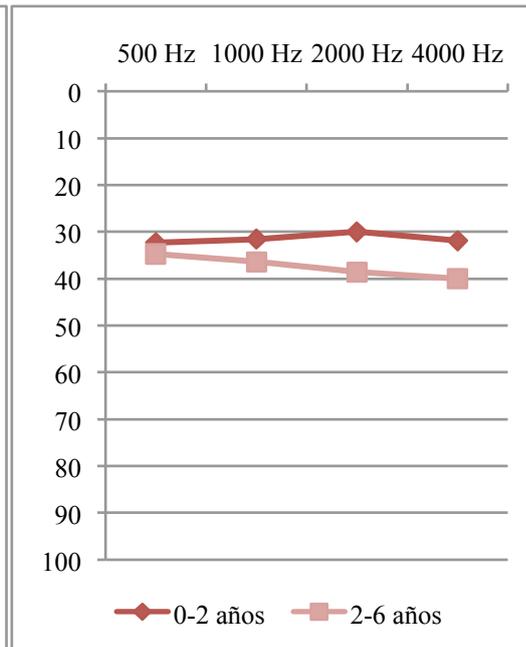
post-implantación, momento en el que incluso en dicha frecuencia se obtienen p-valores inferiores a nuestro punto de corte; esto significa que en los usuarios de implante coclear y audífono sí que existen unos resultados audiométricos estadísticamente superiores para el grupo de edad inferior a 2 años a lo largo de los cinco años post-implantación (Tabla 176 y Gráfico 42):

| | | 0 – 2 años | >2 – 6 años | p-valor |
|--------|---------|----------------|-----------------|---------|
| 6 m | 500 Hz | 40,77 +/- 6,4 | 43,06 +/- 10,73 | 0,35 |
| | 1000 Hz | 40,77 +/- 5,72 | 45,56 +/- 10,13 | 0,08 |
| | 2000 Hz | 40,77 +/- 6,07 | 47,22 +/- 8,95 | 0,01 |
| | 4000 Hz | 41,54 +/- 5,55 | 48,61 +/- 10,68 | 0,02 |
| 1 año | 500 Hz | 32,31 +/- 4,84 | 34,72 +/- 7,17 | 0,24 |
| | 1000 Hz | 31,54 +/- 3,76 | 36,39 +/- 7,03 | 0,05 |
| | 2000 Hz | 30 +/- 4,08 | 38,61 +/- 8,19 | 0,001 |
| | 4000 Hz | 31,92 +/- 4,8 | 40 +/- 9,24 | 0,01 |
| 2 años | 500 Hz | 26,92 +/- 5,22 | 29,44 +/- 7,05 | 0,29 |
| | 1000 Hz | 25,77 +/- 4,49 | 31,67 +/- 5,42 | 0,005 |
| | 2000 Hz | 25,77 +/- 4 | 32,78 +/- 5,75 | 0,0009 |
| | 4000 Hz | 28,08 +/- 4,8 | 35 +/- 6,86 | 0,007 |
| 3 años | 500 Hz | 23,08 +/- 3,84 | 26,11 +/- 5,57 | 0,09 |
| | 1000 Hz | 23,85 +/- 3,63 | 28,33 +/- 3,83 | 0,004 |
| | 2000 Hz | 24,23 +/- 3,44 | 28,33 +/- 3,43 | 0,005 |
| | 4000 Hz | 26,92 +/- 4,35 | 29,72 +/- 3,63 | 0,008 |
| 4 años | 500 Hz | 21,92 +/- 3,25 | 24,17 +/- 4,93 | 0,014 |
| | 1000 Hz | 23,85 +/- 3,63 | 27,5 +/- 3,54 | 0,01 |
| | 2000 Hz | 23,85 +/- 3 | 26,94 +/- 3,04 | 0,01 |
| | 4000 Hz | 25,77 +/- 3,44 | 28,61 +/- 3,35 | 0,04 |
| 5 años | 500 Hz | 21,15 +/- 3 | 23,33 +/- 4,2 | 0,01 |
| | 1000 Hz | 22,31 +/- 2,59 | 25,56 +/- 4,16 | 0,02 |
| | 2000 Hz | 23,46 +/- 3,15 | 26,94 +/- 3,04 | 0,005 |
| | 4000 Hz | 25,77 +/- 3,44 | 27,78 +/- 3,08 | 0,01 |

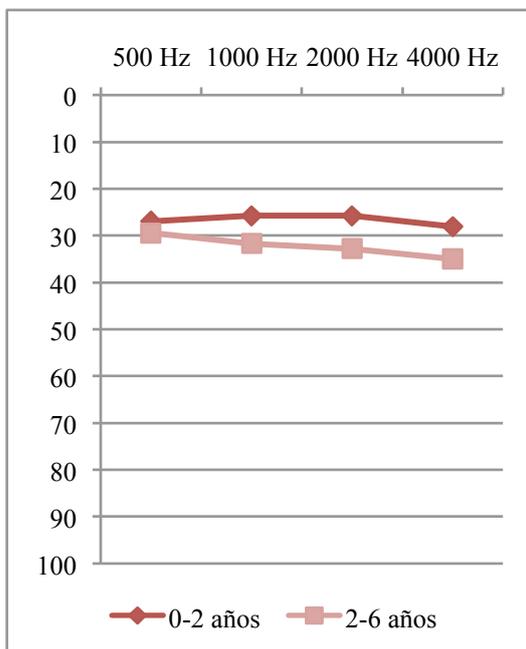
Tabla 176.- Medias y desviaciones típicas de los umbrales de la audiometría tonal en los dos grupos de edad para los usuarios de estimulación bimodal. También los p-valores obtenidos al comparar estos resultados entre los tres grupos mediante el test de Kruskal-Wallis.



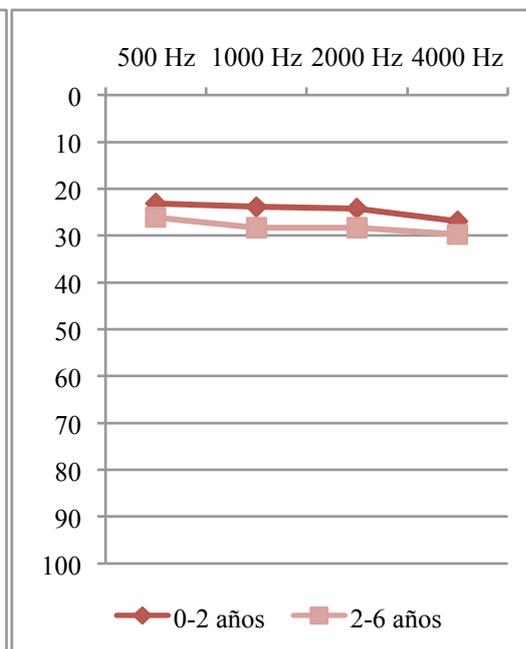
A)



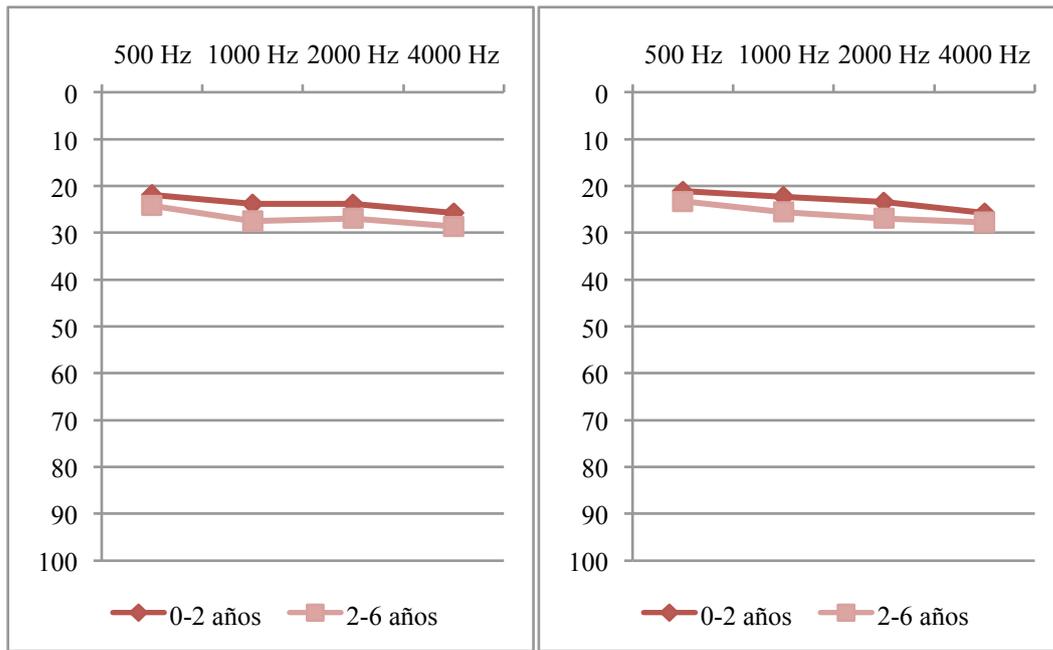
B)



C)



D)



E)

F)

Gráfico 42.- Media de los umbrales en la audiometría tonal realizada a los seis meses (A), al año (B), a los dos años (C), a los tres años (D), a los cuatro años (E) y a los cinco años (F) tras la implantación según grupos de edad en los niños/as portadores de un implante coclear en un oído y un audífono en el contralateral.

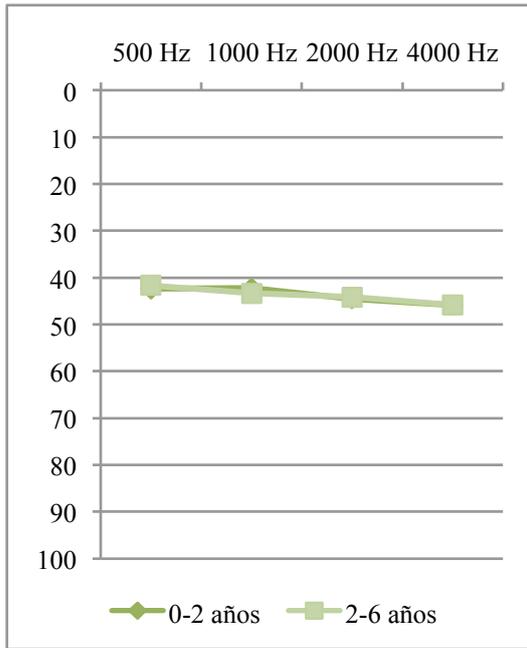
3.1.3. IMPLANTADOS BILATERALMENTE

Finalmente, en el grupo de los implantados bilateralmente se desarrolla la situación contraria a los implantados de un solo lado: durante los tres primeros años tras la implantación, no se consiguen identificar diferencias estadísticamente significativas en los dos grupos de edad, con p-valores superiores a 0.05; pero, durante el cuarto y quinto año, estos p-valores disminuyen por debajo del punto de corte y nos permiten hablar de resultados audiométricos estadísticamente mejores para los niños/as implantados bilateralmente antes de los 2 años de vida (Tabla 177 y Gráfico 43).

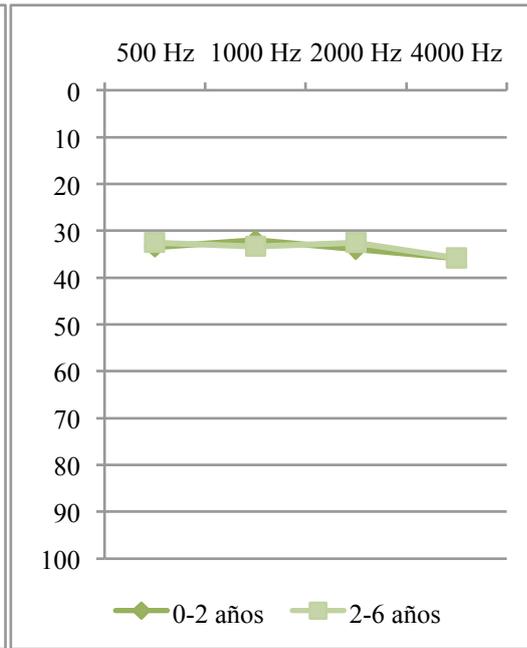
| | | 0 – 2 años | >2 – 6 años | p-valor |
|-----|---------|----------------|----------------|---------|
| 6 m | 500 Hz | 42,41 +/- 5,92 | 41,67 +/- 6,06 | 0,72 |
| | 1000 Hz | 42,24 +/- 4,74 | 43,33 +/- 6,06 | 0,7 |
| | 2000 Hz | 44,48 +/- 6,03 | 44,17 +/- 5,85 | 0,89 |

| | | | | |
|---------------|----------------|----------------|----------------|--------|
| | 4000 Hz | 45,86 +/- 6,95 | 45,83 +/- 3,76 | 0,75 |
| 1 año | 500 Hz | 33,45 +/- 5,36 | 32,5 +/- 4,18 | 0,8 |
| | 1000 Hz | 32,07 +/- 5,59 | 33,33 +/- 5,16 | 0,46 |
| | 2000 Hz | 33,97 +/- 6,86 | 32,5 +/- 2,74 | 0,58 |
| | 4000 Hz | 35,86 +/- 7,57 | 35,83 +/- 3,76 | 0,74 |
| 2 años | 500 Hz | 25,93 +/- 4,33 | 25,83 +/- 3,76 | 0,3 |
| | 1000 Hz | 27,93 +/- 4,54 | 28,33 +/- 2,58 | 0,78 |
| | 2000 Hz | 28,79 +/- 4,94 | 28,33 +/- 2,58 | 0,78 |
| | 4000 Hz | 30,17 +/- 4,53 | 30 +/- 0 | 1 |
| 3 años | 500 Hz | 23,69 +/- 3,47 | 24,17 +/- 2,04 | 0,3 |
| | 1000 Hz | 26,03 +/- 3,38 | 26,67 +/- 2,58 | 0,22 |
| | 2000 Hz | 26,55 +/- 3,8 | 26,9 +/- 2,58 | 0,1 |
| | 4000 Hz | 27,93 +/- 4,54 | 28,33 +/- 2,58 | 0,078 |
| 4 años | 500 Hz | 20,07 +/- 2,84 | 20,83 +/- 2,04 | 0,032 |
| | 1000 Hz | 20,24 +/- 2,86 | 22,5 +/- 4,18 | 0,0092 |
| | 2000 Hz | 20,59 +/- 3,17 | 21,67 +/- 4,08 | 0,034 |
| | 4000 Hz | 21,31 +/- 4,58 | 23 +/- 4,47 | 0,005 |
| 5 años | 500 Hz | 19,05 +/- 2,71 | 20 +/- 0 | 0,015 |
| | 1000 Hz | 18,55 +/- 2,70 | 20 +/- 0 | 0,015 |
| | 2000 Hz | 21,72 +/- 2,76 | 22,67 +/- 4,08 | 0,0064 |
| | 4000 Hz | 21,41 +/- 4,14 | 23,67 +/- 4,08 | 0,0056 |

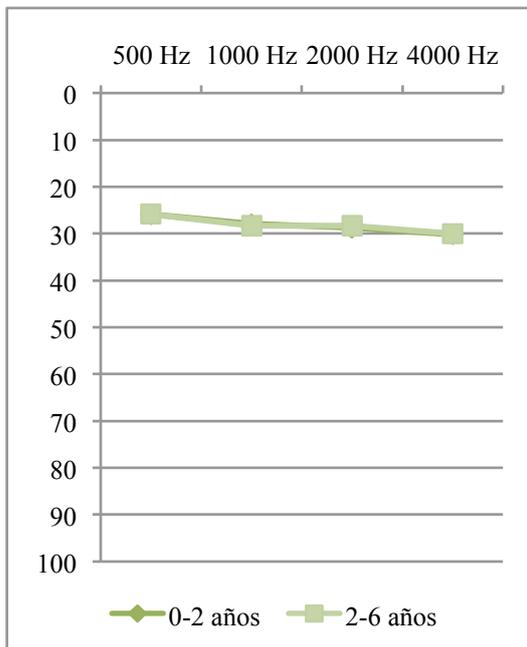
Tabla 177.- Medias y desviaciones típicas de los umbrales en la audiometría tonal en los dos grupos a los seis meses y anualmente durante los cinco primeros años post-implantación en implantados bilateralmente. También p-valores del test de Kruskal-Wallis.



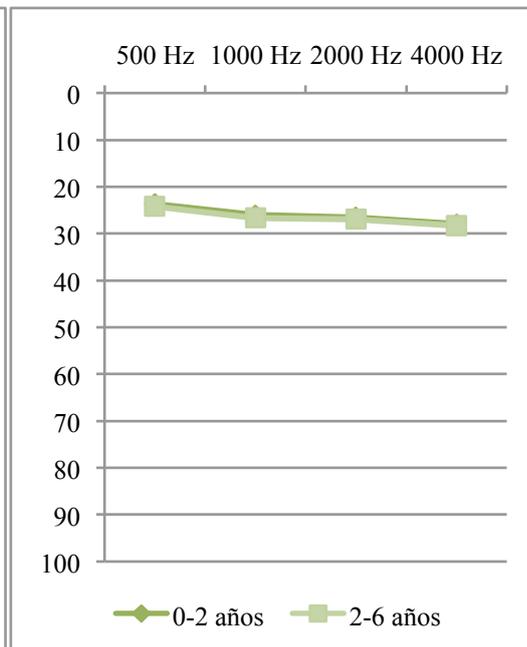
A)



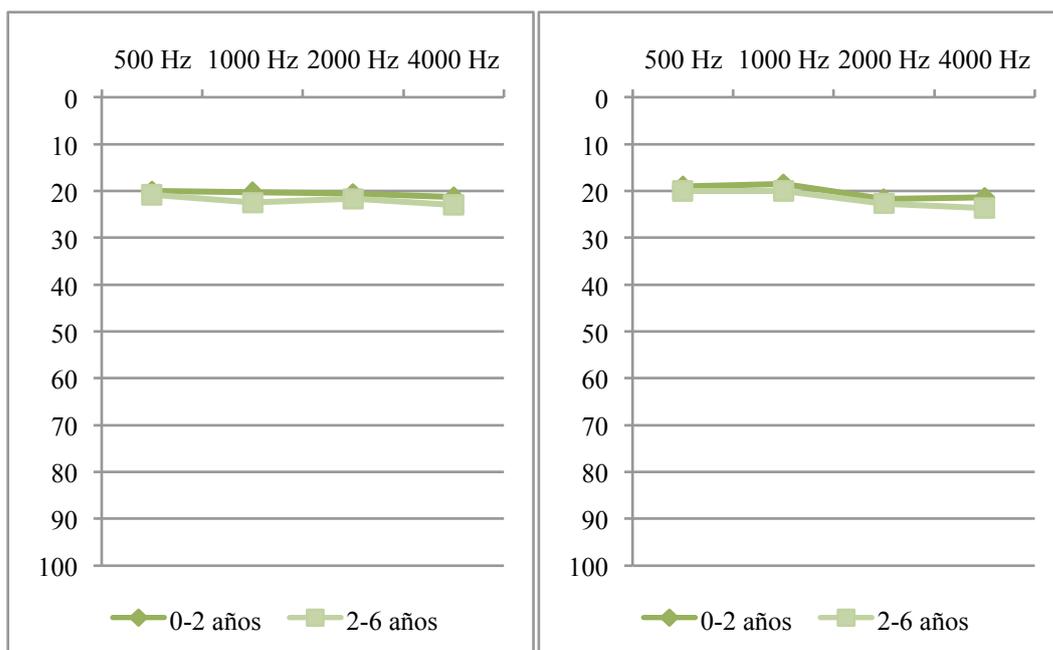
B)



C)



D)



E)

F)

Gráfico 43.- Media de los umbrales en las frecuencias estudiadas en la audiometría tonal liminar realizada a los seis meses (A), al año (B), a los dos años (C), a los tres años (D), a los cuatro años (E) y a los cinco años (F) tras la implantación según grupos de edad en los niños implantados de forma bilateral.

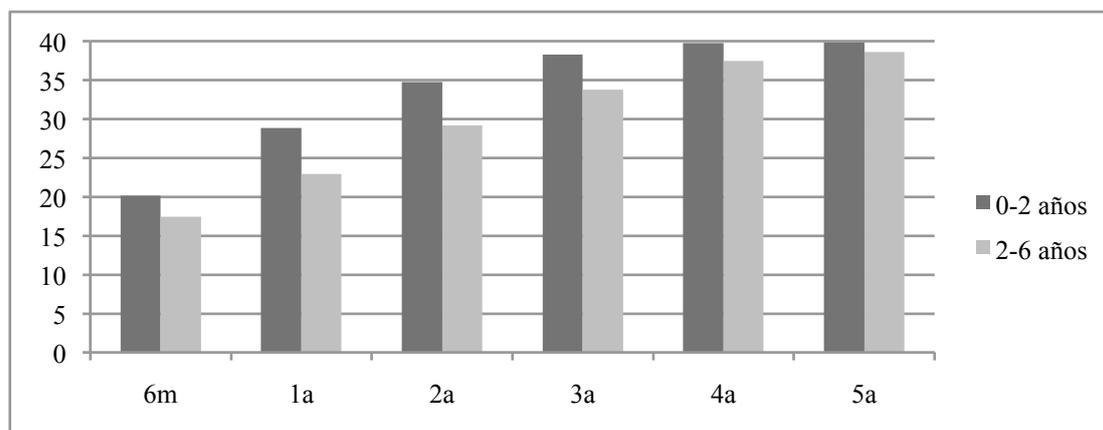
3.2. Cuestionarios de IT-Mais, Nottingham y LittlEars

Continuamos el estudio con las medias y desviaciones típicas de los resultados obtenidos en los cuestionarios de IT-Mais, Nottingham y LittlEars durante los cinco años post-implantación en los dos grupos de edad independientemente del dispositivo de ayuda auditiva (Tabla 178 y Gráfico 44).

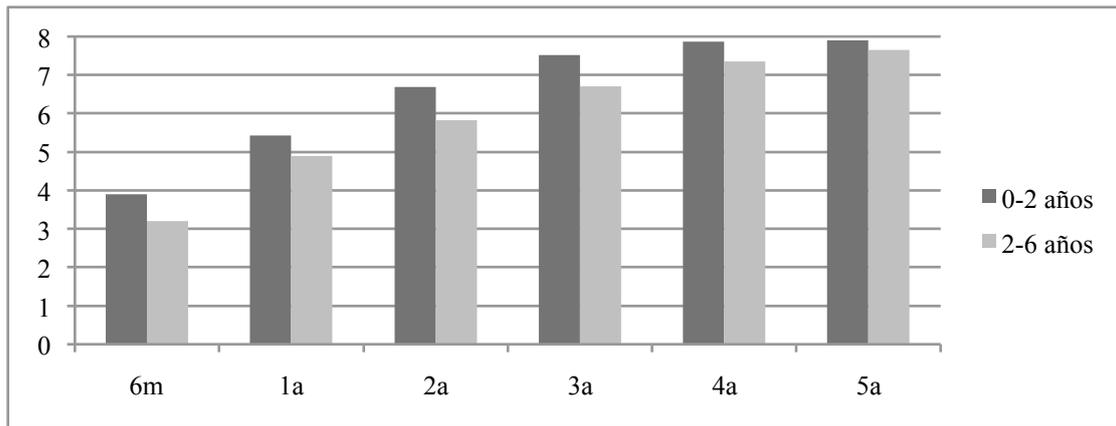
| | | 0 – 2 años | >2 – 6 años | <i>p-valor</i> |
|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| IT-Mais | 6 m | 20,15 +/- 6,84 | 17,4 +/- 8,63 | 0,03 |
| | 1 año | 28,85 +/- 7,18 | 22,9 +/- 8,65 | 0,0003 |
| | 2 años | 34,74 +/- 6,33 | 29,18 +/- 6,95 | 0,00007 |
| | 3 años | 38,23 +/- 3,57 | 33,75 +/- 5,71 | 0,00001 |
| | 4 años | 39,75 +/- 1,16 | 37,43 +/- 3,94 | 0,00001 |
| | 5 años | 39,83 +/- 0,99 | 38,63 +/- 3,23 | 0,004 |

| | | | | |
|-------------------|---------------|----------------|----------------|---------|
| Nottingham | 6 m | 3,89 +/- 1,19 | 3,2 +/- 1,47 | 0,04 |
| | 1 año | 5,43 +/- 1,15 | 4,9 +/- 1,39 | 0,03 |
| | 2 años | 6,68 +/- 1 | 5,83 +/- 1,41 | 0,001 |
| | 3 años | 7,51 +/- 0,73 | 6,7 +/- 1,11 | 0,00006 |
| | 4 años | 7,86 +/- 0,39 | 7,35 +/- 0,89 | 0,0003 |
| | 5 años | 7,89 +/- 0,36 | 7,65 +/- 0,74 | 0,005 |
| LittleEars | 6 m | 13,26 +/- 4,15 | 14,95 +/- 7,53 | 0,99 |
| | 1 año | 22,62 +/- 4,71 | 22,10 +/- 6,03 | 0,35 |
| | 2 años | 29,89 +/- 4,25 | 29,08 +/- 4,12 | 0,08 |
| | 3 años | 32,12 +/- 2,32 | 31,95 +/- 2,49 | 0,06 |
| | 4 años | 32,86 +/- 0,83 | 32,87 +/- 0,56 | 0,64 |
| | 5 años | 32,86 +/- 0,83 | 33 +/- 0 | 0,27 |

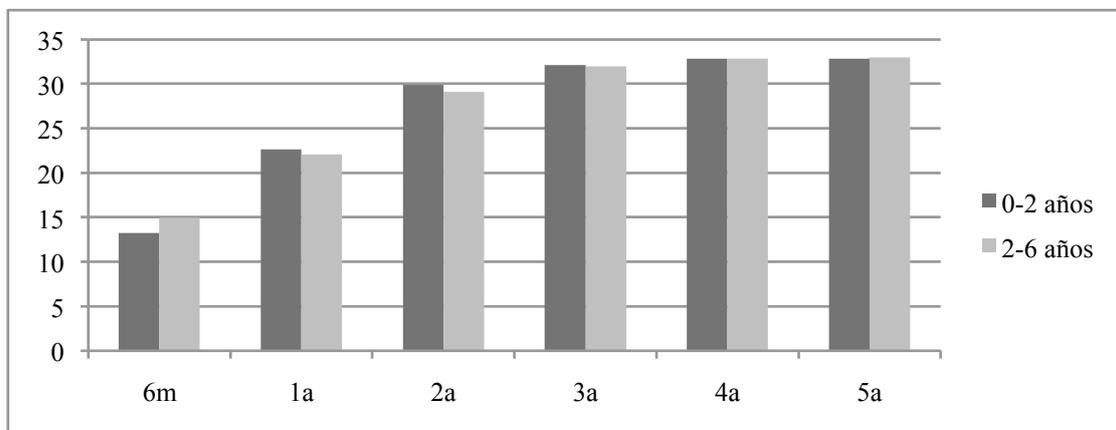
Tabla 178.- Media y desviación típica de los resultados en los cuestionarios IT-Mais, Nottingham y LittleEars en los dos grupos de edad, a los seis meses y anualmente durante los cinco primeros años post-implantación. También se muestran los p-valores de la comparativa entre los dos grupos mediante el test de Kruskal-Wallis.



A)



B)



C)

Gráfico 44.- Media del número de aciertos del cuestionario de IT-Mais (A), Nottingham (B) y LittlEars (C) por grupos de edad a los seis meses y anualmente hasta los cinco años posteriores a la implantación.

Al desarrollar el test no paramétrico de Kruskal-Wallis sobre los resultados de estas variables podemos destacar que, a lo largo de los cinco años tras la implantación, se detectan diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos de edad para el cuestionario de IT-Mais y Nottingham, con unos p-valores inferiores a 0.05, siendo las respuestas mejores en el grupo de edad inferior a 2 años; sin embargo, estas diferencias no existen en el caso del LittlEars donde los p-valores muestran cifras superiores a 0.05 a lo largo del estudio post-implantación, lo que no nos permite rechazar la hipótesis nula según la cual no existirían diferencias estadísticamente significativas para este cuestionario entre los menores y los mayores de 2 años.

Seguidamente estudiamos esta situación entre los dos grupos de edad en los cuestionarios mencionados, pero separando los resultados en función de si el niño/a es portador de un implante unilateral, de un implante y de un audífono o de dos implantes cocleares.

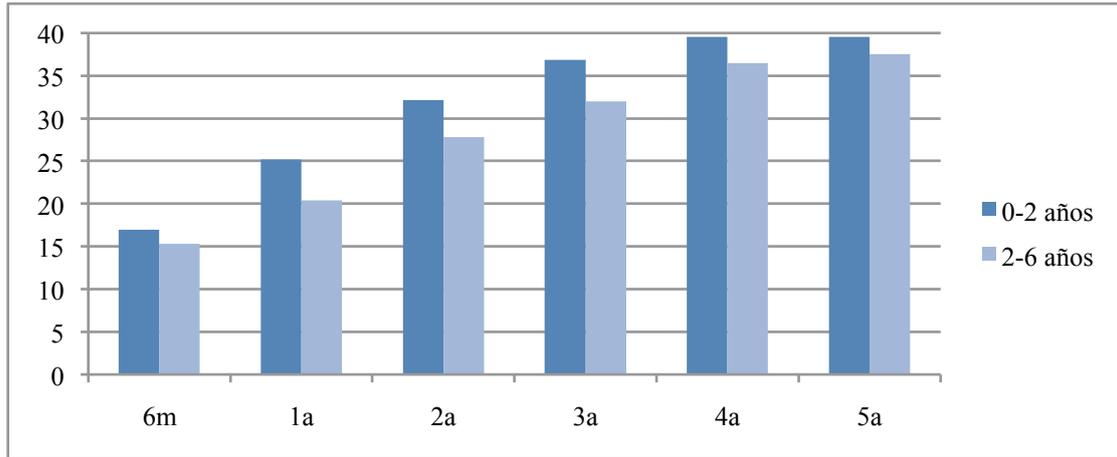
3.2.1. IMPLANTADOS UNILATERALMENTE

Al aplicar el test no paramétrico de Kruskal-Wallis obtenemos en el grupo de los implantados unilaterales situación similar a la general, con p-valores que, a partir de los seis meses post-implantación, se vuelven inferiores a 0.05 tanto en el IT-Mais como en el Nottingham, pudiendo aceptar que existen diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos de edad, a favor de los implantados de forma más temprana; por su parte, en el LittleEars se obtienen p-valores superiores a 0.05 que no nos permiten hablar de estas diferencias entre los dos grupos de edad (Tabla 179 y Gráfico 45).

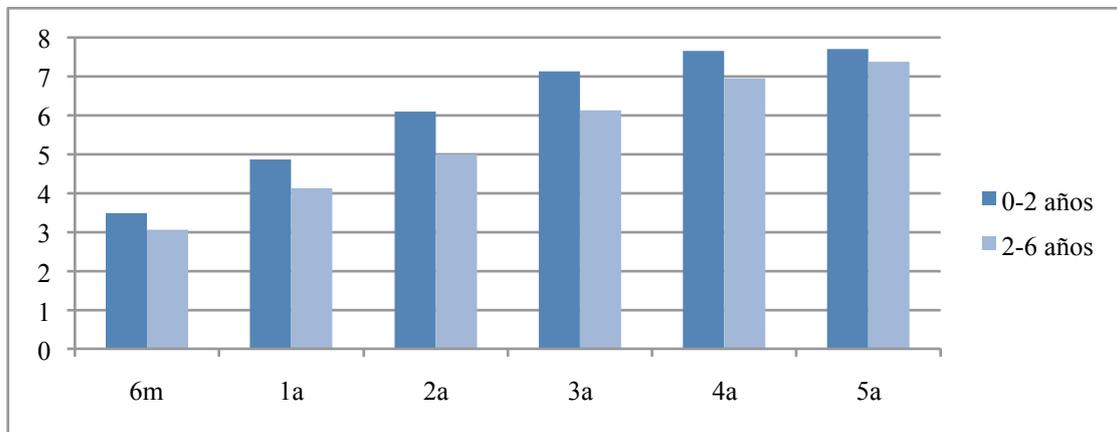
| | | 0 – 2 años | >2 – 6 años | <i>p-valor</i> |
|-------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| IT-Mais | 6 m | 16,96 +/- 6,05 | 15,31 +/- 7,28 | 0,037 |
| | 1 año | 25,17 +/- 7,38 | 20,38 +/- 6,81 | 0,04 |
| | 2 años | 32,13 +/- 7,29 | 27,81 +/- 6,88 | 0,02 |
| | 3 años | 36,83 +/- 4,74 | 32 +/- 6,19 | 0,009 |
| | 4 años | 39,52 +/- 1,65 | 36,5 +/- 4,35 | 0,008 |
| | 5 años | 39,52 +/- 1,65 | 37,5 +/- 3,25 | 0,01 |
| Nottingham | 6 m | 3,48 +/- 0,67 | 3,06 +/- 0,68 | 0,04 |
| | 1 año | 4,87 +/- 0,97 | 4,13 +/- 0,81 | 0,03 |
| | 2 años | 6,09 +/- 1,08 | 5 +/- 1,15 | 0,007 |
| | 3 años | 7,13 +/- 0,87 | 6,13 +/- 1,09 | 0,005 |
| | 4 años | 7,65 +/- 0,57 | 6,94 +/- 0,93 | 0,009 |
| | 5 años | 7,7 +/- 0,56 | 7,38 +/- 0,81 | 0,019 |
| LittleEars | 6 m | 11,57 +/- 1,75 | 13 +/- 5,07 | 0,58 |
| | 1 año | 19,7 +/- 3,67 | 21 +/- 3,69 | 0,29 |
| | 2 años | 27,43 +/- 5,06 | 25,87 +/- 3,2 | 0,44 |
| | 3 años | 30,78 +/- 3,46 | 30,81 +/- 2,69 | 0,27 |
| | 4 años | 32,61 +/- 1,37 | 32,81 +/- 0,75 | 0,76 |

| | | | | |
|--|---------------|----------------|----------|------|
| | 5 años | 32,61 +/- 1,37 | 33 +/- 0 | 0,23 |
|--|---------------|----------------|----------|------|

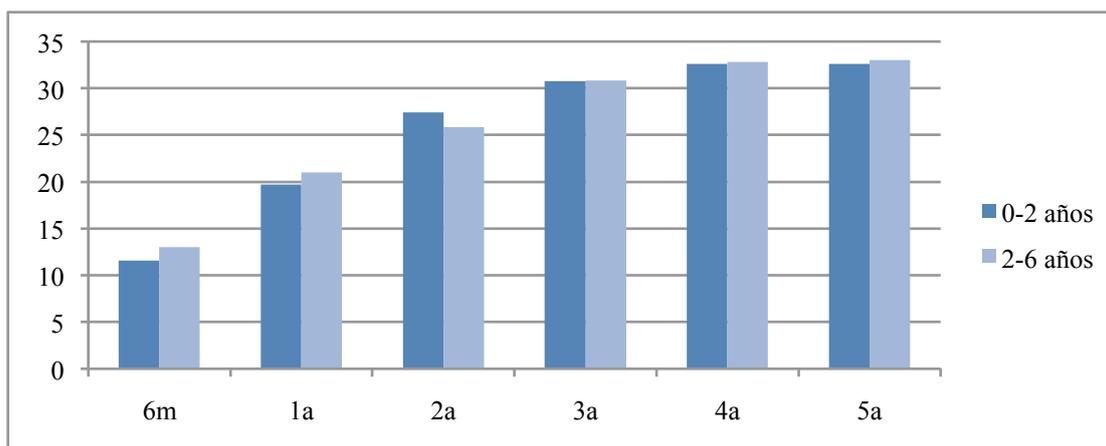
Tabla 179.- Media y desviación típica de los resultados en los cuestionarios IT-Mais, Nottingham y LittleEars en los dos grupos de edad a los seis meses y anualmente durante los cinco primeros años post-implantación para los implantados de un solo oído. También p-valores con el test de Kruskal-Wallis.



A)



B)



C)

Gráfico 45.- Media del número de aciertos del cuestionario IT-Mais (A), Nottingham (B) y LittleEars (C) por grupos de edad a los seis meses y anualmente hasta los cinco años posteriores a la implantación en niños/as con un solo implante.

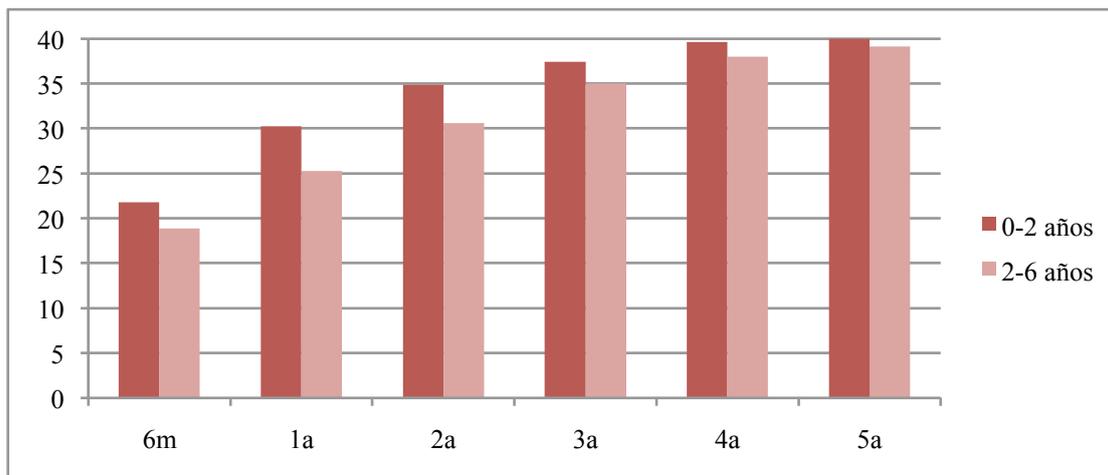
3.2.2. IMPLANTADOS UNILATERALMENTE CON AUDÍFONO EN OÍDO CONTRALATERAL

En el caso del grupo de la estimulación bimodal observamos que, en todos y cada uno de los cuestionarios, los resultados de los p-valores obtenidos a lo largo de los cinco años post-implantación son superiores a 0.05 y esto implica que para este grupo no podríamos hablar de diferencias estadísticamente significativas para estos cuestionarios entre los menores y los mayores de 2 años (Tabla 180 y Gráfico 46).

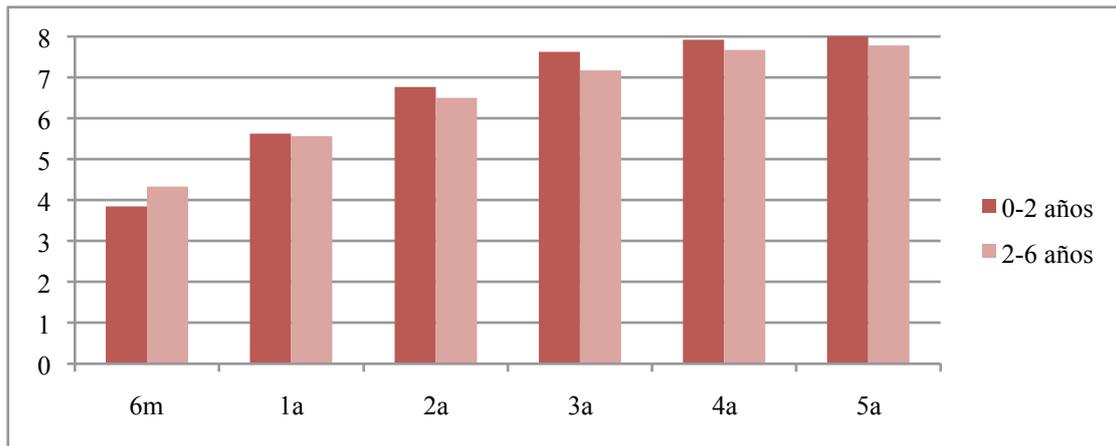
| | | 0 – 2 años | >2 – 6 años | <i>p-valor</i> |
|-------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| IT-Mais | 6 m | 21,77 +/- 7,44 | 18,89 +/- 9,6 | 0,24 |
| | 1 año | 30,23 +/- 7,21 | 25,28 +/- 9,29 | 0,11 |
| | 2 años | 34,85 +/- 6,14 | 30,61 +/- 6,84 | 0,06 |
| | 3 años | 37,46 +/- 3,76 | 35 +/- 5,1 | 0,23 |
| | 4 años | 39,62 +/- 1,39 | 38 +/- 3,87 | 0,11 |
| | 5 años | 40 +/- 0 | 39,17 +/- 3,54 | 0,4 |
| Nottingham | 6 m | 3,85 +/- 0,99 | 4,33 +/- 1,64 | 0,46 |
| | 1 año | 5,62 +/- 1,04 | 5,56 +/- 1,46 | 0,84 |
| | 2 años | 6,77 +/- 0,83 | 6,5 +/- 1,29 | 0,68 |
| | 3 años | 7,62 +/- 0,65 | 7,17 +/- 0,92 | 0,15 |

| | | | | |
|-------------------|---------------|----------------|----------------|------|
| | 4 años | 7,92 +/- 0,28 | 7,67 +/- 0,77 | 0,27 |
| | 5 años | 8 +/- 0 | 7,78 +/- 0,73 | 0,22 |
| LittleEars | 6 m | 12,69 +/- 1,55 | 15,78 +/- 8,82 | 0,92 |
| | 1 año | 22,46 +/- 2,88 | 21,83 +/- 7,07 | 0,3 |
| | 2 años | 30 +/- 3,79 | 27,22 +/- 4,6 | 0,1 |
| | 3 años | 32,77 +/- 0,83 | 31,78 +/- 2,53 | 0,16 |
| | 4 años | 33 +/- 0 | 32,89 +/- 0,47 | 0,4 |
| | 5 años | 33 +/- 0 | 33 +/- 0 | 1 |

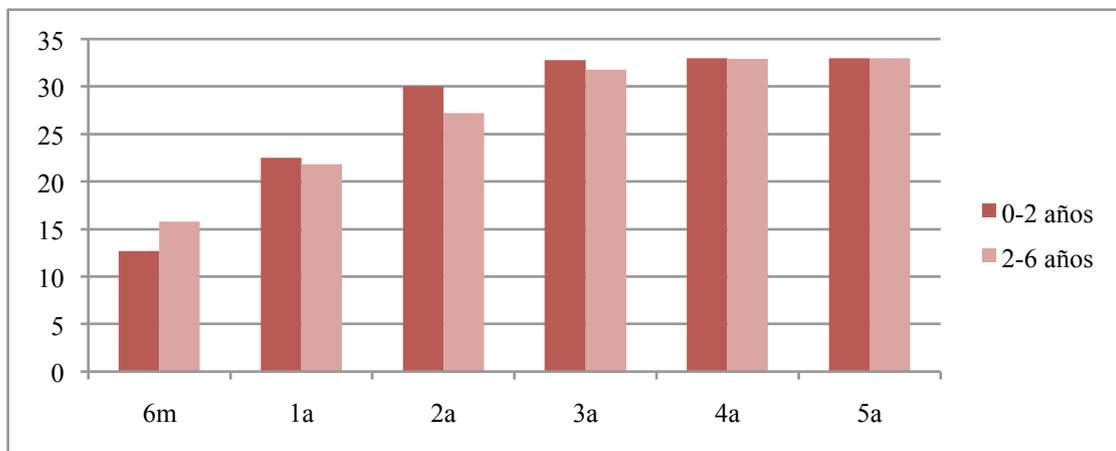
Tabla 180.- Media y desviación típica de los resultados obtenidos en los cuestionarios IT-Mais, Nottingham y LittleEars en los dos grupos de edad a los seis meses y anualmente durante los cinco primeros años post-implantación, para los implantados de un solo oído con audífono en oído contralateral. Además p-valores resultantes de la comparativa mediante el test de Kruskal-Wallis.



A)



B)



C)

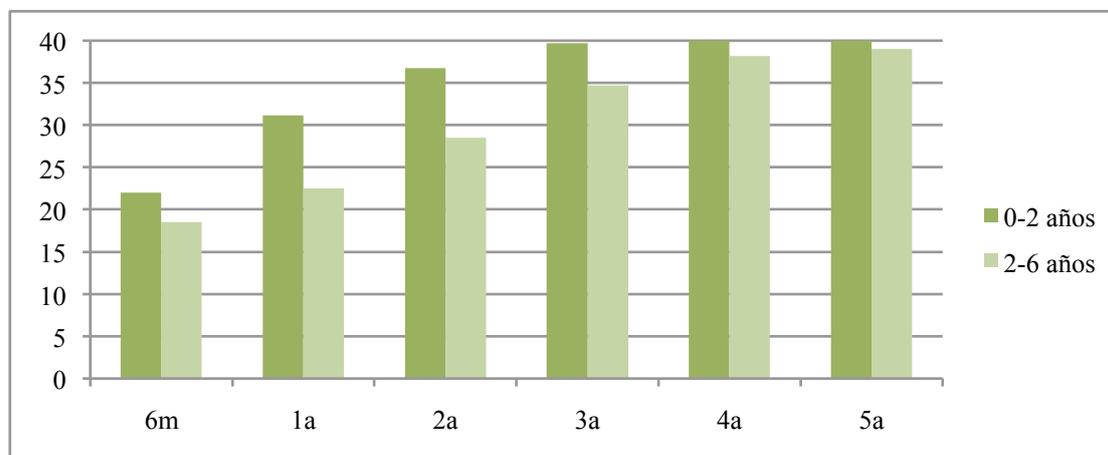
Gráfico 46.- Media del número de aciertos del cuestionario IT-Mais (A), Nottingham (B) y LittleEars (C) por grupos de edad a los seis meses y anualmente hasta los cinco años posteriores a la implantación en niños usuarios de estimulación bimodal.

3.2.3. IMPLANTADOS BILATERALMENTE

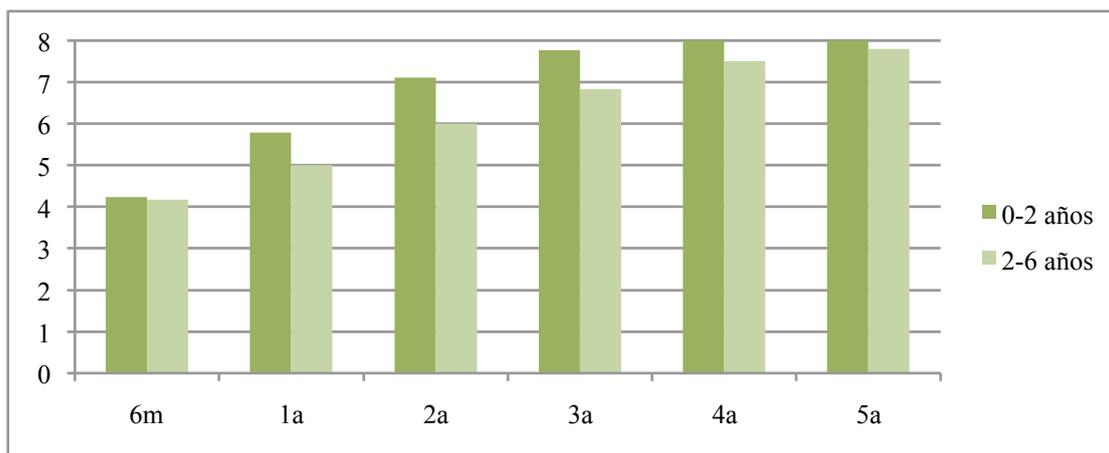
Por último, en el caso de los implantados de forma bilateral, los p-valores en el IT-Mais y Nottingham son menores a 0.05 desde los dos años tras el implante y hasta los cinco años que dura el estudio, periodo durante el cual sí podemos hablar de diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos de edad a favor de los implantados de forma más temprana. Para el cuestionario de LittleEars la situación es diferente; desde un principio y hasta los cinco años de evaluación post-implantación, los p-valores son superiores a 0.05 entre ambos grupos de edad sin poder confirmar la existencia de diferencias significativas entre estos grupos (Tabla 181 y Gráfico 47).

| | | 0 – 2 años | >2 – 6 años | <i>p-valor</i> |
|-------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| IT-Mais | 6 m | 21,97 +/- 6,45 | 18,5 +/- 9,25 | 0,23 |
| | 1 año | 31,14 +/- 5,94 | 22,5 +/- 10,5 | 0,05 |
| | 2 años | 36,76 +/- 4,73 | 28,5 +/- 7,89 | 0,02 |
| | 3 años | 39,69 +/- 1,17 | 34,67 +/- 5,87 | 0,004 |
| | 4 años | 40 +/- 0 | 38,17 +/- 2,99 | 0,002 |
| | 5 años | 40 +/- 0 | 39 +/- 0 | 0,02 |
| Notting- ham | 6 m | 4,24 +/- 1,48 | 4,17 +/- 1,83 | 0,86 |
| | 1 año | 5,79 +/- 1,18 | 5 +/- 1,55 | 0,28 |
| | 2 años | 7,1 +/- 0,77 | 6 +/- 1,41 | 0,03 |
| | 3 años | 7,76 +/- 0,51 | 6,83 +/- 1,17 | 0,01 |
| | 4 años | 8 +/- 0 | 7,5 +/- 0,84 | 0,002 |
| | 5 años | 8 +/- 0 | 7,8 +/- 0 | 0,02 |
| LittlEars | 6 m | 14,86 +/- 5,55 | 17,67 +/- 8,78 | 0,68 |
| | 1 año | 25 +/- 4,86 | 25,83 +/- 7,19 | 0,91 |
| | 2 años | 31,79 +/- 2,53 | 29,83 +/- 3,92 | 0,15 |
| | 3 años | 32,9 +/- 0,56 | 32,17 +/- 1,6 | 0,05 |
| | 4 años | 33 +/- 0 | 33 +/- 0 | 1 |
| | 5 años | 33 +/- 0 | 33 +/- 0 | 1 |

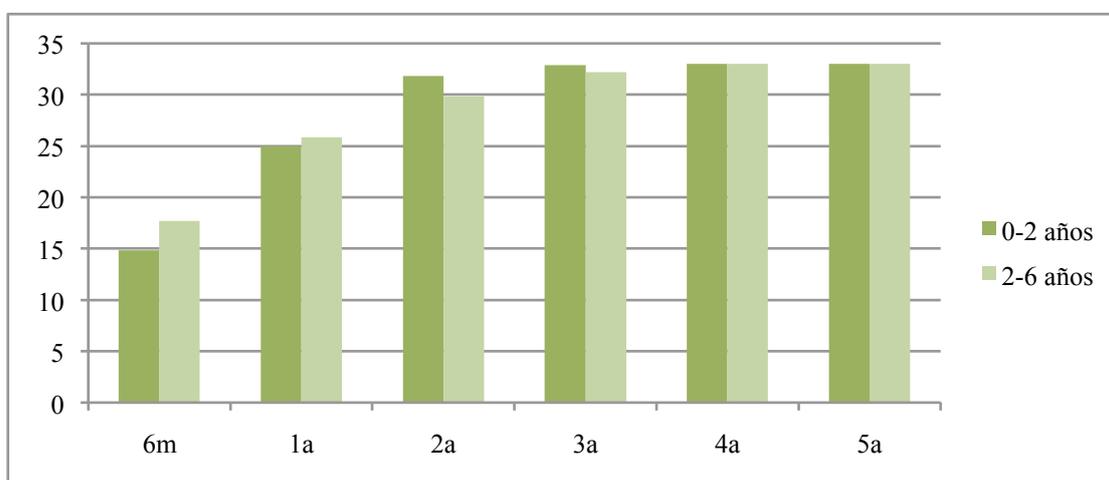
Tabla 181.- Media y desviación típica de los resultados en los cuestionarios IT-Mais, Nottingham y LittlEars en los dos grupos de edad a los seis meses y anualmente durante los cinco primeros años post-implantación, para los implantados de forma bilatera. También p-valores con el test de Kruskal-Wallis.



A)



B)



C)

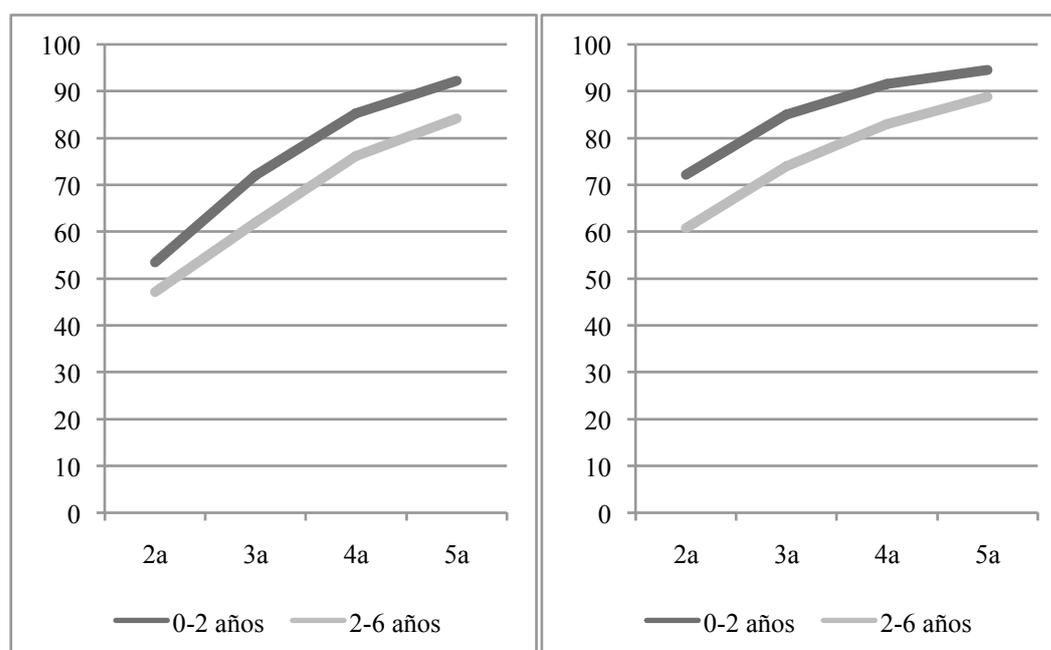
Gráfico 47.- Media del número de aciertos del cuestionario IT-Mais (A), Nottingham (B) y LittleEars (C) por grupos de edad a los seis meses y anualmente hasta los cinco años posteriores a la implantación en los niños/as con implante coclear bilateral.

3.3. Pruebas verbales

Finalmente mostramos las medias y desviaciones típicas de los resultados de las pruebas verbales a los dos, tres, cuatro y cinco años tras la implantación en los niños/as menores de 2 años y los niños/as de edad superior, calculando el p-valor con el correspondiente test no paramétrico para confirmar o descartar la existencia de diferencias estadísticas entre estos grupos (Tabla 182 y Gráfico 48).

| | | 0 – 2 años | >2 – 6 años | <i>p-valor</i> |
|-------------------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Bi-sílabos | 2 años | 53,46 +/- 21,83 | 47,13 +/- 28,57 | 0,04 |
| | 3 años | 72 +/- 17,98 | 61,88 +/- 28,07 | 0,03 |
| | 4 años | 85,31 +/- 13,69 | 76,13 +/- 22,09 | 0,03 |
| | 5 años | 92,15 +/- 10,9 | 84,13 +/- 16,9 | 0,01 |
| Frases | 2 años | 72,15 +/- 19,14 | 60,75 +/- 26,52 | 0,04 |
| | 3 años | 85 +/- 15,33 | 73,88 +/- 24,27 | 0,03 |
| | 4 años | 91,46 +/- 11,41 | 82,88 +/- 17,65 | 0,01 |
| | 5 años | 94,46 +/- 8,53 | 88,75 +/- 13,67 | 0,03 |

Tabla 182.- Medias y desviaciones típicas del porcentaje de aciertos de los pacientes de cada uno de los dos grupos a estudio para el test de bisílabos y el de frases. Se muestran también los p-valores obtenidos aplicar el test de Kruskal-Wallis.



A)

B)

Gráfico 48.- Media del porcentaje de aciertos del test de bisílabos (A) y frases (B) en los distintos grupos de edad a los seis meses y anualmente hasta los cinco años posteriores a la implantación.

La comparación mediante el test de Kruskal-Wallis nos muestra, con p-valores inferiores a 0.05, que podemos rechazar la hipótesis nula de igualdad y decir que los resultados de las pruebas verbales, tanto de bisílabos como de frases, han sido

significativamente mejores en los menores de 2 años frente al grupo de los de 2 a 6 años durante los cinco primeros años tras la implantación.

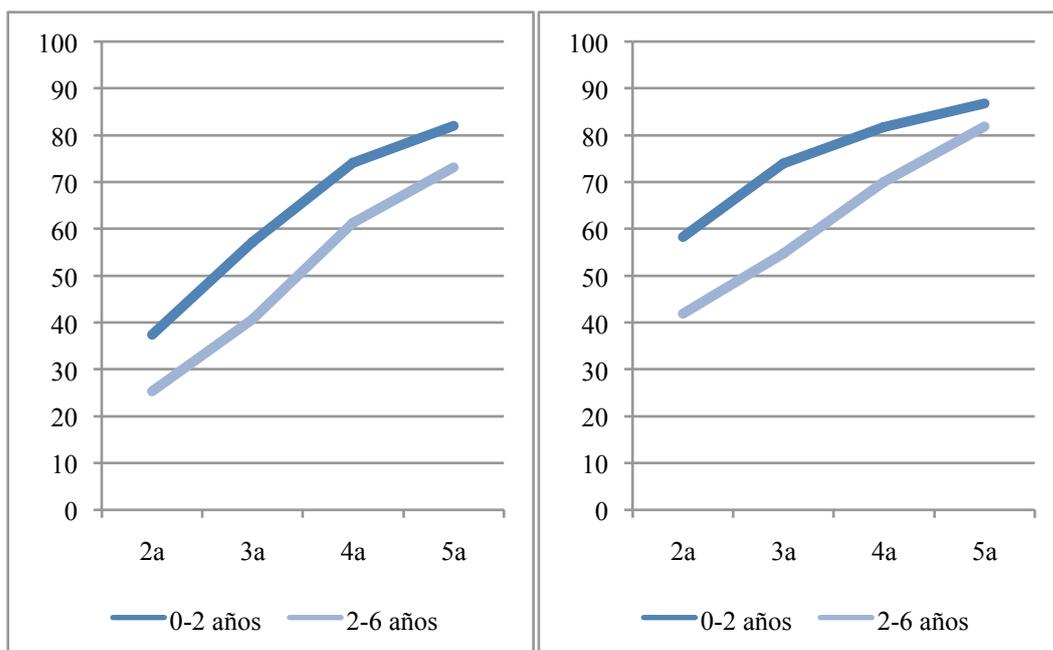
Dividimos ahora la muestra en los tres grupos en función del dispositivo de implantación empleado y comparamos los resultados entre los dos grupos de edad.

3.3.1. IMPLANTADOS UNILATERALMENTE

Tal y como puede verse en la siguiente tabla, los p-valores entre los dos grupos de edad de los implantados unilateralmente son menores de 0.05 durante los cuatro años tras la implantación, pudiendo detectar resultados en las pruebas verbales tanto de bisílabos como de frases significativamente superiores para el grupo de edad inferior a 2 años; pero estas diferencias se diluyen al quinto año post-implante donde los p-valores son superiores a 0.05 (Tabla 183 y Gráfico 49).

| | | 0 – 2 años | >2 – 6 años | <i>p-valor</i> |
|-------------------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Bi-sílabos | 2 años | 37,39 +/- 15,14 | 25,31 +/- 15,86 | 0,03 |
| | 3 años | 57,17 +/- 15,51 | 40,63 +/- 21,05 | 0,01 |
| | 4 años | 74,13 +/- 13,95 | 61,25 +/- 19,62 | 0,05 |
| | 5 años | 81,96 +/- 11,94 | 73,13 +/- 16,52 | 0,11 |
| Frases | 2 años | 58,26 +/- 18,99 | 41,88 +/- 20,4 | 0,02 |
| | 3 años | 73,91 +/- 17,45 | 54,69 +/- 18,93 | 0,002 |
| | 4 años | 81,74 +/- 13,02 | 70 +/- 15,49 | 0,02 |
| | 5 años | 86,74 +/- 9,84 | 81,88 +/- 13,28 | 0,27 |

Tabla 183.- Medias y desviaciones típicas del porcentaje de aciertos de los pacientes de cada uno de los dos grupos de edad para el test de bisílabos y el de frases en los implantados unilateralmente. Y los p-valores derivados del test de Kruskal-Wallis.



A)

B)

Gráfico 49.- Media del porcentaje de aciertos del test de bisílabos (A) y frases (B) en los distintos grupos de edad a los seis meses y anualmente hasta los cinco años posteriores a la implantación en niños/as con un solo implante.

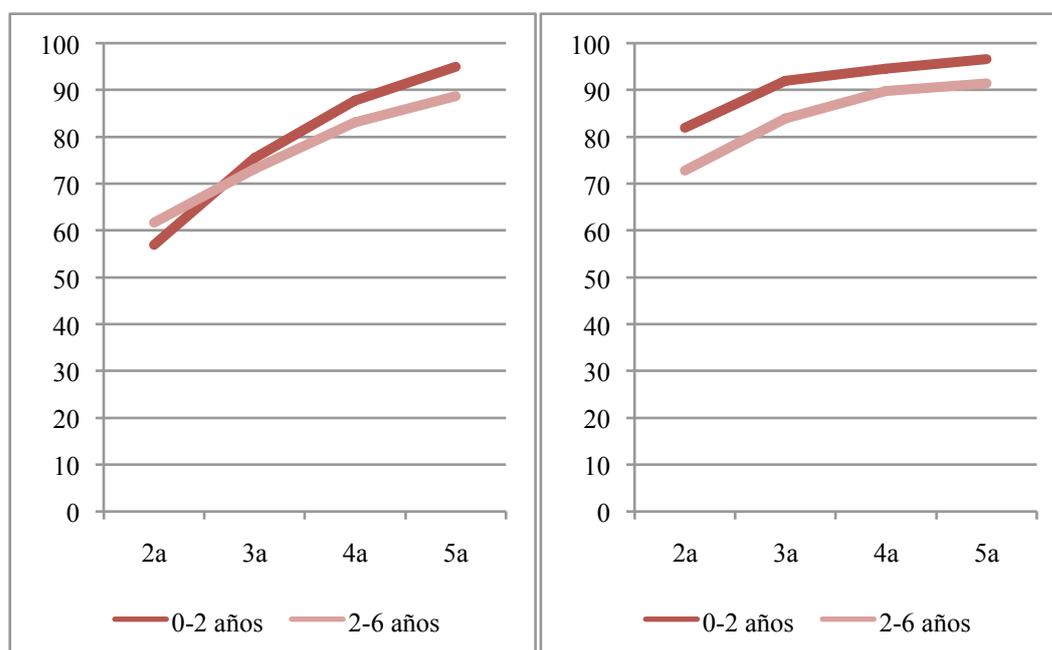
3.3.2. IMPLANTADOS UNILATERALMENTE CON AUDÍFONO EN OÍDO CONTRALATERAL

En el caso de la estimulación bimodal, vemos que en el test de bisílabos se consiguen p-valores en ningún caso superiores a 0.05 a los dos y a los tres años tras la implantación pero que adquieren significación estadística al cuarto y quinto año tras la cirugía, momento en el cual podemos rechazar la hipótesis nula y aceptar que sí que existen dichas diferencias a favor de los niños/as implantados de forma más precoz. Esto mismo ocurre desde el segundo año tras la implantación para el test de frases sin que en ningún momento podamos detectar p-valores superiores a nuestro punto de corte (Tabla 184 y Gráfico 50).

| | | 0 – 2 años | >2 – 6 años | <i>p-valor</i> |
|-------------------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Bi-sílabos | 2 años | 56,92 +/- 19,85 | 61,67 +/- 27,33 | 0,4 |
| | 3 años | 75,38 +/- 15,47 | 73,06 +/- 25,1 | 0,86 |
| | 4 años | 87,69 +/- 9,92 | 83,06 +/- 19,56 | 0,03 |

| | | | | |
|---------------|---------------|-----------------|-----------------|------|
| | 5 años | 95 +/- 5,77 | 88,61 +/- 13,81 | 0,04 |
| Frases | 2 años | 81,92 +/- 12,84 | 72,78 +/- 23,4 | 0,04 |
| | 3 años | 91,92 +/- 9,69 | 83,89 +/- 20,11 | 0,03 |
| | 4 años | 96,54 +/- 4,27 | 89,72 +/- 14,9 | 0,03 |
| | 5 años | 96,54 +/- 4,27 | 91,39 +/- 13,48 | 0,02 |

Tabla 184.- Medias y desviaciones típicas para el test de bisílabos y el de frases en los usuarios de estimulación bimodal. Se muestran también los p-valores obtenidos aplicar el test de Kruskal-Wallis.



A)

B)

Gráfico 50.- Media del porcentaje de aciertos del test de bisílabos (A) y frases (B) en los distintos grupos de edad a los seis meses y anualmente hasta los cinco años posteriores a la implantación en niños/as con un implante y un audífono en el oído contralateral.

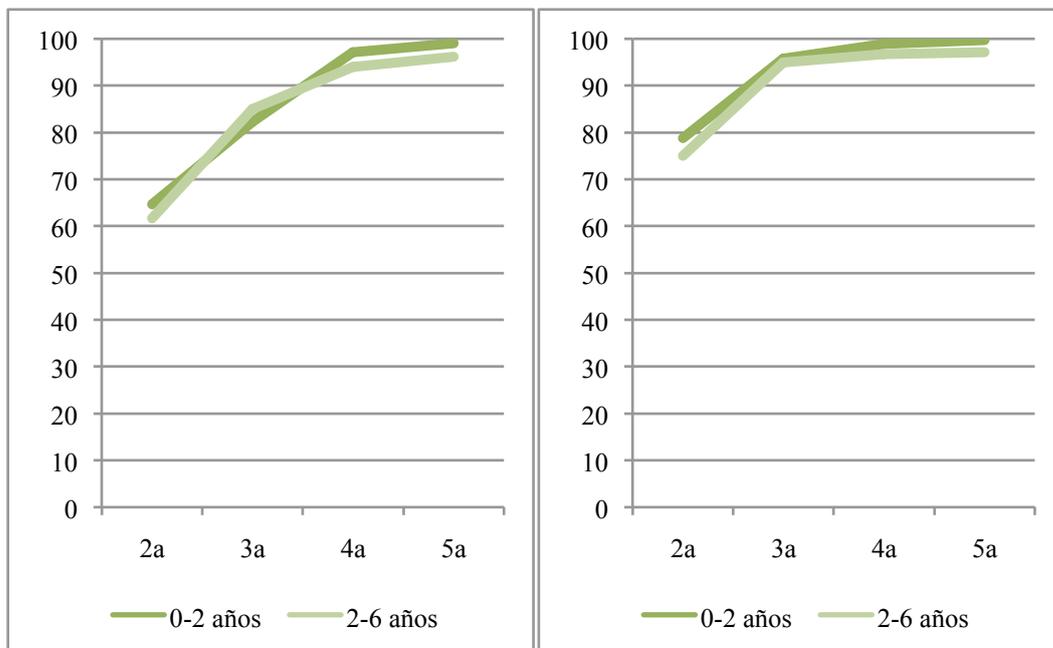
3.3.3. IMPLANTADOS BILATERALMENTE

Por último, dentro del grupo de bilaterales, los p-valores al aplicar el test de Kruskal-Wallis entre los menores y los mayores de 2 años no permiten rechazar la hipótesis nula a los dos y tres años tras la implantación y por tanto debemos aceptar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en ese

periodo; pero, a los cuatro y cinco años del implante, las diferencias ya se hacen significativas apareciendo p-valores inferiores al punto de corte, pudiendo afirmar que los resultados en estas pruebas verbales en los implantados bilateralmente son estadísticamente mejor en el grupo de implantados de forma más precoz (Tabla 185 y Gráfico 51).

| | | 0 – 2 años | >2 – 6 años | <i>p-valor</i> |
|-------------------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Bi-sílabos | 2 años | 64,66 +/- 19,82 | 61,67 +/- 23,17 | 0,81 |
| | 3 años | 82,24 +/- 12,36 | 85 +/- 11,83 | 0,58 |
| | 4 años | 97,1 +/- 8,06 | 94 +/- 6,32 | 0,0072 |
| | 5 años | 98,97 +/- 2,8 | 96,2 +/- 2 | 0,0034 |
| Frases | 2 años | 78,79 +/- 15,33 | 75 +/- 21,68 | 0,71 |
| | 3 años | 95,69 +/- 10,06 | 95 +/- 8,37 | 0,31 |
| | 4 años | 98,9 +/- 6,04 | 96,67 +/- 5,16 | 0,0073 |
| | 5 años | 99,66 +/- 1,86 | 97,17 +/- 2,04 | 0,0023 |

Tabla 185.- Medias y desviaciones típicas del porcentaje de aciertos de los pacientes de cada uno de los dos grupos de edad para el test de bisílabos y el de frases en los implantados bilateralmente junto con los p-valores tras el test de Kruskal-Wallis.



A)

B)

Gráfico 51.- Media del porcentaje de aciertos del test de bisílabos (A) y frases (B) en los distintos grupos de edad a los seis meses y anualmente hasta los cinco años posteriores a la implantación en niños con implantación coclear bilateral.

DISCUSIÓN

El objetivo que tiene este estudio es descubrir las diferencias que puedan existir en los resultados auditivos que obtienen los niños/as con pérdidas auditivas severo-profundas bilaterales en función del mecanismo de ayuda auditiva del que son portadores y comprobar también si la edad es un factor determinante en estos resultados.

1. EVALUACIÓN DE LA MUESTRA

La valoración global de los resultados alcanzados a largo plazo con implantes cocleares en una población infantil menor o igual a 6 años revela que, la mayoría de los niños/as son capaces de reconocer la palabra hablada en un contexto abierto sin el apoyo visual de la lectura labial o la gestualidad [70,89-92]. Los resultados también sugieren que, los niños/as implantados más precozmente, antes de los tres años de edad, tienen mayores posibilidades de alcanzar dichas capacidades y obtener un mejor desarrollo del lenguaje hablado [39,42,93]. No obstante, a medida que la edad de implantación supera el período crítico en el que la vía auditiva desarrolla el mayor potencial de plasticidad y aprendizaje, que comprende los cinco o seis primeros años de vida, los resultados pueden sufrir importantes variaciones individuales [92]. Nuestro estudio comprende un total de 105 criaturas diagnosticadas de hipoacusias severo-profundas y en las que se ha llevado a cabo una actuación terapéutica antes de ese periodo crítico de la vía auditiva. Sin embargo, dentro de ese amplio período de tiempo, podemos incluir un total de 65 niños/as en los que el diagnóstico y tratamiento ha sido muy precoz (antes de los 2 años de vida) mientras que, en los 40 restantes, la actuación se produjo después de esos dos primeros años. En ambos grupos de edad la proporción de niños y niñas es bastante similar (3:2), al igual que en las series revisadas al respecto [39,42,70,89-93], en las que no se pone de manifiesto ninguna tendencia de sexo en este tipo de hipoacusias.

Respecto al apartado de etiología cabe destacar que, dentro de las causas conocidas de estas hipoacusias, contamos con la genética como la causa más prevalente (34%), sólo superada por el origen desconocido (51%). Según series

publicadas [15-16,26,94], en los países desarrollados más del 60% de las hipoacusias tienen una base genética con una incidencia global de aproximadamente 1 de cada 2000 nacimientos. En el 30% de estos casos, la hipoacusia está asociada a otros signos clínicos que conjuntamente definen un síndrome genético (hipoacusias sindrómicas). En el 70% restante, la hipoacusia se presenta aislada (hipoacusias no sindrómicas). Las hipoacusias hereditarias son generalmente trastornos monogénicos debidos a la mutación de un único gen y que se presentan con todos los patrones de herencia conocidos. La herencia autosómica recesiva es la más frecuente, observándose en más del 75% de los casos. La herencia autosómica dominante representa aproximadamente el 20% y la herencia ligada al sexo da cuenta del 1-5% de casos [15-16]. En nuestro grupo de niños/as, la principal alteración génica observada ha sido la mutación del gen de la conexina 26, que muestra una herencia autosómica recesiva. Sin embargo, el conjunto de las hipoacusias es genéticamente muy heterogéneo, con centenares de genes implicados. Este hecho nos hace pensar que muchas de las hipoacusias esporádicas de causa desconocida pueden ser realmente hipoacusias genéticas autosómicas recesivas en las que todavía no se ha descubierto el gen implicado.

Finalmente, en cuanto a los modelos de implantes cocleares utilizados, destacan como más frecuentemente utilizados en nuestra muestra el HiRes90K 1J de Advanced Bionic (en un 33% de los pacientes) y el Contour de Cochlear (en un 27%). Sin embargo la elección del modelo de implante coclear fue aleatoria dado que el tamaño, forma, composición y características tecnológicas de todos ellos, descritas en las tablas 4-6 del apartado de introducción, así como la técnica quirúrgica requerida y el postoperatorio en cada caso, no ofrecían importantes diferencias que obligaran a decantarse por un modelo sobre otro.

2. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS AUDITIVOS

En primer lugar, hemos comparado los resultados obtenidos, durante los cinco primeros años tras la implantación, en la audiometría tonal en campo libre, en los cuestionarios de IT-Mais, Nottingham y LittleEars y en las pruebas verbales, en todos los niños/as de la muestra según si son portadores de un único implante, usuarios de la estimulación bimodal o han sido sometidos a una implantación coclear bilateral.

En segundo lugar, hemos comparado estos mismos resultados entre los tres tipos de actuación terapéutica pero, primero en los menores de 2 años y luego, en el grupo de niños de edad más avanzada, para poder averiguar qué tratamiento aporta mayores beneficios en cada grupo de edad.

Y, finalmente, hemos comparado estos dos grupos de edad entre sí para ver si se detectan diferencias significativas en función de la edad de actuación con cada uno de los tipos de ayuda auditiva usados.

2.1. Resultados en función del dispositivo de ayuda auditiva

Según los resultados en la audiometría tonal en campo libre obtenidos en este apartado de nuestro trabajo, podemos afirmar que, desde los primeros 6 meses post-implantación hasta los cinco años posteriores a la misma, se detectan diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de los implantados unilateralmente y el grupo de los bilaterales, con unos mejores umbrales en este último grupo. Si comparamos los valores medios de estos umbrales a lo largo de estos cinco años post-implantación vemos cómo, con la implantación bilateral, estos umbrales se mantienen hasta 7dBs por debajo de los que consiguen los implantados unilateralmente en esos cinco años. En la literatura son muchos los artículos en los que se comprueba la superioridad de la implantación coclear bilateral frente a la unilateral, fundamentalmente en la localización del sonido y en la capacidad de comprensión; pero no detectan diferencias significativas en la detección de tonos puros en la audiometría tonal [95-97]. Sólo el estudio de Au et al. [98] descubre diferencias entre estos dos grupos, también en torno a 5dBs, pero sólo cuando la detección de los tonos se produce en ambiente ruidoso, no en el silencio.

Por su parte, al realizar esta comparación entre el grupo de unilaterales y la estimulación bimodal las diferencias, presentes al principio del estudio, se disipan a partir del segundo año, obteniéndose resultados en la audiometría tonal similares entre estos dos grupos al tercer, cuarto y quinto año post-implantación. Una vez más son muchos los estudios que demuestran la superioridad de la estimulación bimodal frente a la implantación única, como se puede leer en el reciente trabajo de Lotfi et al. [99], pero esos resultados publicados hacen referencia a la localización del sonido,

desaparición del efecto sombra y comprensión del habla y no a la detección de tonos puros como ocurre en nuestro caso.

Del mismo modo, los estudios que comparan la estimulación bimodal en niños frente a la implantación coclear bilateral, entre los que destacan los trabajos de Choi et al [73] y Ching et al [81], hablan de diferencias en la percepción de la palabra hablada y en el desarrollo del lenguaje a favor de la implantación bilateral pero no concretan si estas diferencias ya surgen en las pruebas tonales. Es en nuestra muestra donde vemos cómo, al comparar estos dos grupos, no se evidencian diferencias en los resultados de la audiometría tonal, al menos hasta los cuatro años post-implantación, momento a partir del cual sí se detectan cambios llamativos entre estos grupos, obteniendo unos umbrales significativamente menores los niños implantados bilateralmente y pudiéndose comparar estos resultados con los de los niños normoyentes, no siendo así para los usuarios de la estimulación bimodal.

En resumen podemos decir que, en niños menores de 6 años, la estimulación mediante la implantación coclear de ambos oídos resulta superior, en lo que a la audiometría tonal se refiere, a la implantación coclear unilateral para todas las frecuencias estudiadas y a lo largo de los cinco años post-implantación, y a la estimulación bimodal sólo a partir de los 4 años post-implantación.

Respecto a los cuestionarios de rendimiento auditivo y de conducta audio-lingüística remarcar que, en un primer trabajo de nuestro centro en el que se comparaban la implantación coclear uni y bilateral en niños de 1 y 2 años (Escorihuela et al) [92], los resultados obtenidos para la escala de IT-Mais no evidenciaban diferencias significativas entre esos dos grupos de niños/as, consiguiéndose en ambos casos puntuaciones máximas a partir de los cuatro años. Aunque en el caso del cuestionario de LittlEars sí se detectaron diferencias en los resultados en los niños/as implantados uni y bilateralmente, a favor de estos últimos, estas diferencias no alcanzaron significación estadística. Sin embargo, en el trabajo aquí presente, con una muestra superior de casos ampliando el rango de edad propuesto en aquel estudio inicial a todos los menores de 6 años, hemos podido profundizar algo más en este aspecto.

Al comparar los resultados del IT-Mais y LittleEars vemos cómo no se detectan diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de los niños/as con implantes unilaterales y los usuarios de estimulación bimodal, así como tampoco existen diferencias entre éstos últimos y los portadores de implantes bilaterales. Sólo podemos decir que los resultados para estos cuestionarios son estadísticamente superiores para los niños/as portadores de dos implantes cocleares cuando los comparamos con los portadores de un único implante sin otra ayuda protésica contralateral, aunque en el caso concreto del cuestionario de LittleEars estas diferencias también se desvanecen en el cuarto y quinto año post-implantación.

Por su parte, en el test de Nottingham, nuestra publicación de 2016 [92] arroja diferencias entre la implantación uni y bilateral que no llegan a conseguir esa significación estadística pese a que los niños/as con implantes bilaterales alcanzan mucho antes que los implantados unilateralmente las puntuaciones máximas para este cuestionario. En nuestro estudio actual, podemos afirmar que existe un rendimiento para este test mayor tanto en el grupo de los bimodales como en el de los implantados bilateralmente cuando los comparamos con los unilaterales, alcanzando estos resultados significación estadística; pero cuando comparamos los dos mecanismos que ofrecen binauralidad entre sí, estas diferencias estadísticamente significativas desaparecen y nos obligan a aceptar que no podemos abogar por la implantación bilateral frente a la estimulación bimodal en lo que a la escala de rendimiento de Nottingham se refiere.

Por tanto, pocas son las diferencias que podemos resaltar al comparar los tres tipos de estimulación auditiva entre sí cuando valoramos los fenómenos de comprensión, discriminación y correlación cronológica a través de los cuestionarios de IT-Mais, Nottingham y LittleEars respectivamente, probablemente porque se trata de tests con gran componente subjetivo que simplemente nos orientan de forma somera sobre el rendimiento auditivo de estos dispositivos.

Finalizamos este epígrafe con las pruebas verbales, tal vez las que mayor repercusión van a tener en el desarrollo de la criatura, ya que hacen referencia a las capacidades lingüísticas que consiguen estos niños/as tras el tratamiento de su hipoacusia y que determinaran su evolución y adaptación en el entorno social.

Los trabajos de Nilakantan et al [100] y Huang et al [101] son los más recientes que han estudiado los resultados de la percepción de la palabra hablada en niños/as con un único implante y asociando una prótesis auditiva en el oído contralateral. Otros trabajos publicados en la literatura a este respecto son los de Morera et al [102-103]. Los resultados de todos ellos abogan por la estimulación bilateral de ambos oídos, con implante coclear en un lado y audífono en el contrario, frente a la implantación coclear única. Similares son nuestros hallazgos: en nuestra muestra existen diferencias estadísticamente significativas en los resultados de las pruebas verbales, tanto en el test de bisílabos como en el de frases, desde los dos años tras la implantación en adelante, entre el grupo de los unilaterales y los bimodales, siendo la comprensión de la palabra hablada superior en los niños/as usuarios de la estimulación bimodal.

También son claros nuestros resultados al comparar las pruebas verbales entre niños/as con un solo implante sin otro dispositivo de ayuda auditiva frente a los implantados de forma bilateral, alcanzando éstos últimos mucho antes el 100% en el reconocimiento de bisílabos y frases, con unas diferencias con marcada significación estadística, de acuerdo también a lo publicado en nuestro trabajo previo [92].

Por su parte, tal y como ya describieron Choi et al [73], Ching et al [83] y Chang et al [104] en sus respectivos trabajos, parece que existe una mejor comprensión del habla entre los niños/as portadores de implantes bilaterales frente a los portadores de un solo implante con audífono contralateral, aunque en el caso de Ching et al [83] estas diferencias no fueron significativas. En nuestra muestra, al comparar estos dos grupos, vemos cómo, durante los dos y tres años post-implantación, no existen diferencias en los resultados de las pruebas verbales, pero, a partir del tercer año tras la cirugía, la situación cambia y se hacen evidentes diferencias estadísticamente significativas entre estos dos grupos, a favor de la implantación coclear bilateral, con una evidente mejor comprensión de la palabra hablada.

Como adelantábamos previamente, el hecho de que se detecten unos porcentajes de reconocimiento de la palabra hablada (tanto en sílabas como en frases) del 100% con la implantación bilateral, con diferencias estadísticamente significativas

respecto a los otros dos grupos de estimulación auditiva, es de tal envergadura que nos debería decantar siempre por este tipo de implantación en niños/as con hipoacusias prelinguales, puesto que la capacidad de comprensión del habla y el futuro desarrollo del lenguaje de la criatura implantada se iguala con este método al del normoyente, brindándole una perfecta evolución y adaptación al entorno social que no podemos asegurar con los otros tipos de estimulación auditiva.

2.2. Resultados en función del dispositivo de ayuda auditiva en cada grupo de edad

A continuación procedemos a interpretar los resultados obtenidos al comparar la implantación coclear exclusiva, la estimulación bimodal y la implantación coclear bilateral pero dividiendo la muestra en dos grupos de edad, el de los menores de 2 años y el de los niños/as de 2 a 6 años, viendo en cada uno de estos dos grupos, con las distintas pruebas realizadas, qué tipo de estimulación auditiva proporciona los mejores resultados.

Empezando por el grupo de los niños/as de edad menor a 2 años, vemos cómo los resultados de la audiometría tonal en campo libre son similares, a lo largo de los cinco años post-implantación, entre el grupo de los bimodales y los implantados bilateralmente y, diferentes, entre los implantes unilaterales y los bilaterales, con umbrales significativamente mejores para los niños/as implantados bilateralmente. Sin embargo, entre la estimulación bimodal y la implantación coclear única se identifican diferencias a favor de la bimodalidad durante los dos primeros años post-implantación pero que luego se disipan.

Distinta es la situación cuando analizamos los resultados en el grupo de los niños/as de 2 a 6 años en el momento de la implantación. Encontramos diferencias estadísticamente significativas entre los implantados uni y bilateralmente, con unos umbrales auditivos significativamente inferiores en este último caso a lo largo de los cinco años de seguimiento. Ausencia de diferencias de umbrales es lo que vemos al comparar los niños/as implantados unilateralmente de forma exclusiva y los portadores además de un audífono contralateral. Y finalmente, al comparar la estimulación bimodal y la implantación coclear bilateral, descubrimos unos umbrales

en la audiometría tonal similares a lo largo de los tres primeros años post-implantación pero que, en el cuarto y quinto año, se distancian entre sí alcanzando diferencias estadísticamente significativas a favor de la implantación bilateral.

Podemos concluir que, con la edad, los beneficios de la implantación coclear bilateral se hacen más patentes, encontrándose diferencias significativas en los umbrales de la audiometría tonal a favor de la implantación bilateral frente a la unilateral exclusiva y la bimodal. Sin embargo, estas diferencias no se manifiestan en los niños/as implantados antes de los 2 años entre el grupo de los bilaterales y los bimodales, lo que nos lleva a afirmar que en estas edades tan tempranas y en lo que a los tonos puros se refiere es fundamental la estimulación auditiva de ambos oídos, ya sea con un implante bilateral o con ayuda de un audífono en el oído no implantado; pero cuando esto sucede más allá de los 2 años la superioridad de la implantación bilateral se hace patente.

Centrándonos en los cuestionarios de IT-Mais, Nottingham y LittleEars vemos cómo, en el grupo de edad inferior a los 2 años, no se detectan diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los tres cuestionarios ni entre los implantados unilateralmente de forma exclusiva ni los portadores de un audífono contralateral así como tampoco entre éstos últimos y los implantados bilateralmente. Sólo descubrimos diferencias significativas en las puntuaciones del test de Nottingham, a lo largo de los cinco años tras la implantación, al comparar los implantados unilateralmente y los bilaterales, con mejores puntuaciones para los bilaterales. Entre estos dos grupos también se detectan diferencias significativas para los cuestionarios de IT-Mais y LittleEars, pero sólo durante los primeros tres años, con mejores puntuaciones para los implantados bilateralmente. Posteriormente, estas diferencias desaparecen entre estos grupos.

Para el segundo grupo de edad, los niños/as implantados a partir de los dos años, podemos afirmar que no encontramos diferencias estadísticamente significativas al realizar la comparación múltiple entre los tres grupos de estudio (implantados unilateralmente, usuarios de estimulación bimodal e implantados bilateralmente) en ninguno de los cuestionarios realizados.

Concluimos este apartado resaltando la ausencia de diferencias significativas entre las tres modalidades de ayuda auditiva para estos cuestionarios en el grupo de niños/as más mayores, y sólo detectándolas para el test de Nottingham en el grupo de implantados de forma más precoz, sin poder otorgarle a este hecho aislado ningún tipo de relevancia clínica. Estos resultados van en consonancia con los obtenidos previamente al estudiar la muestra de forma completa sin esta separación por edades y corroboran la escasa validez de estos cuestionarios para decantarnos por una de las tres modalidades terapéuticas a estudio.

La pregunta final es si existen diferencias significativas en los resultados de las pruebas verbales entre los tres dispositivos de ayuda auditiva en el grupo de los implantados con menos de 2 años y en el grupo de los implantados más tardíamente.

Pues bien, según los datos recogidos, en el primer grupo de edad sí detectamos estas diferencias y lo hacemos, como cabía esperar, al comparar el grupo de los niños/as con implante coclear en un solo oído con los otros dos grupos (el de los portadores de implante coclear y prótesis auditiva contralateral y el de los implantados bilateralmente), siendo los resultados de las pruebas verbales muy superiores cuando estimulamos de forma bilateral el oído de la criatura, de acuerdo a lo publicado en los trabajos de Nilakantan et al [100], Huang et al [101] y Morera et al [102-103]. Pero cuando comparamos los portadores de estimulación bimodal con los implantados bilateralmente vemos cómo, para este grupo de edad, no se detectan diferencias significativas hasta el cuarto año post-implantación, momento a partir del cual los porcentajes de aciertos mejoran de una forma estadísticamente superior para los niños/as implantados bilateralmente, que obtienen curvas logaudiométricas que se igualan a las obtenidas por niños/as normoyentes, asegurando de esta forma una perfecta adquisición de la palabra hablada y dominio del lenguaje, resultados acordes a los expuestos por Choi et al [73] y Ching et al [83].

Más acusada es la situación al valorar los resultados de las pruebas verbales entre los tres grupos en los implantados más tardíamente, donde detectamos diferencias estadísticamente significativas entre los portadores de un solo implante y los usuarios de estimulación bimodal, así como entre los implantados unilateralmente y implantados de forma bilateral, siempre en detrimento de la estimulación coclear

unilateral. Pero cabe destacar que, entre los usuarios de estimulación bimodal y los implantados bilateralmente, existen también diferencias estadísticamente significativas, con una mejor comprensión de la palabra hablada en el último grupo, desde los dos años hasta los cinco posteriores a la implantación.

Concluimos este epígrafe remarcando la idea que, si para el correcto desarrollo del lenguaje hablado es necesaria la implantación coclear bilateral temprana, más necesaria, si cabe, se hace este tipo de implantación bilateral cuando nos encontramos ante niños/as en los que el diagnóstico se ha realizado de forma algo más tardía y/o en los que el tratamiento se ha pospuesto más allá de los dos primeros años de vida, consiguiendo, pese a ello, que alcancen un buen rendimiento audio-lingüístico que les asegure una adecuada integración social.

2.3. Resultados en función de la edad para cada grupo de estimulación auditiva

Vistas ya las diferencias entre los tres tipos de estimulación auditiva estudiados, ahora queremos saber si existen también diferencias en función de la edad de implantación e independientemente de ese mecanismo de estimulación. AlSanosi et al [105] asegura en su trabajo que los resultados del rendimiento auditivo, capacidad de comprensión y producción de la palabra son muy superiores cuando la implantación se lleva a cabo antes de los 5 años; trabajos como el de Dunn et al [106] llegan a conclusiones similares en niños/as menores de 2 años y medio; y, finalmente, trabajos más recientes, como el de Dettman et al [48], Leigh et al [107] y McKinney et al [108], describen que esos beneficios son todavía mejores en implantados a edades inferiores a los 12 meses de vida, llegando a obtener resultados similares a los normoyentes. Nosotros hemos dividido la muestra en dos grupos, los niños/as de edad inferior a 2 años en el momento de la cirugía y los de edades comprendidas entre los 2 y los 6 años. Al comparar los resultados entre estos dos grupos sí que detectamos diferencias significativas en los resultados de la audiometría tonal en campo libre durante los cinco primeros años tras la implantación en función de la edad, destacando mejores umbrales en los niños/as de más pequeños. Pero dando un paso más, averiguamos si estas diferencias por edad se detectan en cada uno de los grupos según el tipo de estimulación auditiva al que están sometidos esos niños/as. En primer

lugar, podemos afirmar que en el grupo de la estimulación bimodal las diferencias entre los dos grupos de edad aparecen a los seis meses tras la implantación y hasta los cinco años posteriores, consiguiendo resultados estadísticamente superiores los niños/as más pequeños en la audiometría tonal en campo libre. En el grupo de los implantados unilateralmente, existen diferencias significativas entre estos grupos de edad en los primeros tres años tras la implantación, que luego se disipan. Y los portadores de implantes cocleares bilateralmente muestran la situación opuesta: los niños/as menores y los mayores de 2 años obtienen umbrales similares en los primeros tres años pero, a partir de ese momento, se detectan diferencias estadísticamente significativas a favor de los más pequeños en lo que a la audiometría tonal se refiere, consiguiendo este grupo una mejor detección de umbrales con respecto al grupo de mayor edad.

Por tanto, y de acuerdo a lo publicado en la literatura mencionada anteriormente [48,105-108], podemos concluir que, cuando hacemos uso de una estimulación auditiva bilateral (ya sea de forma bimodal o con implantes cocleares bilaterales), la edad es un factor determinante, consiguiendo una detección de tonos puros estadísticamente superior cuanto más temprana se produce la implantación. Sin embargo, esta detección se iguala con el tiempo entre los niños/as implantados de forma unilateral exclusiva con edades inferiores a 2 años y los mayores de dicha edad.

Si continuamos nuestro análisis con los cuestionarios, ahora desde el punto de vista de la edad, en nuestro trabajo publicado anteriormente [92] la comparativa entre los implantados antes del año de vida y los implantados entre los 12 y 24 meses de vida no muestra diferencias significativas entre ambos grupos a lo largo de los cinco años de seguimiento, consiguiéndose puntuaciones máximas para estos cuestionarios en todos los casos. En el trabajo que aquí presentamos, el rango de edad de nuestra muestra se amplía hasta los seis años y nos permite dividirla en dos grupos más heterogéneos. Pues bien, podemos decir que se detectan diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos de edad para el cuestionario de IT-Mais y Nottingham, siendo las respuestas mejores en el grupo de edad inferior a 2 años; sin embargo, estas diferencias no se detectan en el caso del LittleEars. Esta situación general se mantiene cuando estudiamos exclusivamente los niños/as portadores de un único implante sin ayuda de audífono contralateral, con resultados estadísticamente

superiores para el test IT-Mais y Nottingham en el grupo de implantación más temprana y ausencia de diferencias entre estos dos grupos de edad para el cuestionario de LittleEars. Cuando realizamos esta comparación por edades en los niños/as usuarios de estimulación bimodal somos incapaces de detectar diferencias estadísticamente significativas entre los implantados antes y después de los 2 años de edad para ninguno de los tres cuestionarios. En el caso de los implantados bilateralmente, tampoco detectamos diferencias estadísticamente significativas en las puntuaciones del test LittleEars entre los dos grupos de edad a lo largo de los cinco años de seguimiento; tampoco están presentes dichas diferencias para el test de IT-Mais y Nottingham durante los dos primeros años post-implantación pero, a partir del tercer año de seguimiento, sí que se distancian lo suficiente los resultados en estos tests entre los dos grupos de edad y nos permiten hablar de resultados estadísticamente superiores en el grupo de implantación más temprana.

En este caso podemos afirmar que la estimulación bimodal es la única modalidad terapéutica de las tres estudiadas que consigue resultados similares para los cuestionarios de IT-Mais, Nottingham y LittleEars entre los dos grupos de edad a lo largo de los cinco años de seguimiento, mientras que con implante único y con implantación coclear bilateral sí que se hacen patentes estas diferencias a favor de la implantación más temprana, al menos en los dos primeros cuestionarios.

Por último, si nos centramos en la influencia de la edad sobre la capacidad audio-lingüística de las criaturas, el más reciente estudio al respecto publicado en la literatura (Mitchell RM et al) [109] confirma que los niños/as con sordera congénita implantados antes de los 12 meses de vida presentan puntuaciones más altas en la escala de lenguaje preescolar (Preschool Language Scale – PLS) que los implantados más tardíamente. Otros estudios previos que ya adelantaban estos resultados son: el de Boons T et al [110] o los trabajos de Miyamoto et al [111] y Connor et al [112], que demuestran estas diferencias en el habla cuando la implantación se lleva a cabo antes de los 2 años y 2 años y medio respectivamente. Al dividir nuestra muestra en los dos grupos de edad, sin tener en cuenta el dispositivo de ayuda auditiva, se encuentran diferencias estadísticamente significativas en las pruebas verbales a favor de los niños/as implantados más precozmente. Estas diferencias por edad se detectan en el grupo de los niños/as implantados unilateralmente de forma exclusiva a lo largo de los

cinco primeros años tras la implantación sin perder significación estadística en ningún momento del seguimiento. De la misma manera, para el grupo de los bimodales, dichas diferencias entre los grupos de edad se mantienen a lo largo de todo el estudio, con resultados siempre significativamente superiores los implantados durante los dos primeros años de vida. Por su parte, el grupo de implantados bilateralmente no muestra diferencias estadísticamente significativas en función de la edad en la logaudiometría ni en el segundo ni en el tercer año del seguimiento, pero al cuarto y quinto año la situación cambia y se hacen evidentes unos porcentajes en la prueba de bisílabos y frases significativamente mejores para los que recibieron los implantes de forma más precoz.

Con esta última comparación podemos concluir que, el grado de comprensión de la palabra hablada que alcanzan los niños/as implantados de forma más precoz, es significativamente mejor con las tres modalidades terapéuticas estudiadas, por lo que independientemente de la opción de ayuda auditiva por la que optemos, la precocidad con la que la llevemos a cabo va a marcar una diferencia crucial en el desarrollo audio-lingüístico del niño/a hipoacúsico y en su adaptación al entorno. El hecho que sean los implantados bilateralmente el grupo en el que tarden más en aparecer estas diferencias según la edad puede ser debido al tiempo de habituación que estos niños/as requieren para sacar el máximo rendimiento al uso de sendos implantes, dado que en los otros grupos los niños/as aprovechan los restos auditivos que mantienen en uno de sus oídos.

CONCLUSIONES

- 1) En todas las pruebas auditivas realizadas y en los distintos grupos de edad estudiados, la implantación coclear única de un oído, sin ayuda de prótesis auditiva en el contralateral, se ve ampliamente superada por la estimulación bilateral con sendos implantes cocleares o con audífono más implante coclear.
- 2) La implantación coclear bilateral ha demostrado ser la opción que mejores resultados proporciona tanto en la audiometría tonal como en las pruebas verbales en el grupo de niños/as de edades comprendidas entre los dos y los seis años. Esta la convierte en una herramienta fundamental cuando el diagnóstico se realiza de forma tardía o el tratamiento se lleva a cabo más allá de los dos primeros años de vida, para conseguir que estos niños/as alcancen su máximo potencial auditivo que les permita un desarrollo lingüístico satisfactorio.
- 3) En el caso de los menores de dos años, la implantación coclear bilateral sólo ha podido confirmar su superioridad frente a la estimulación bimodal en las pruebas verbales a partir del tercer año tras la implantación, eso sí, consiguiendo en este grupo un grado de comprensión de la palabra hablada que se iguala al que poseen los normoyentes (con un 100% de aciertos en el test de bisílabos y frases).
- 4) En la estimulación auditiva del niño/a hipoacúsico/a, la edad juega un papel fundamental puesto que, los niños/as sometidos a implantación coclear única, estimulación bimodal o implantación bilateral, de forma más precoz, han obtenido mejores resultados en las pruebas tonales y verbales respecto a los niños/as implantados más tardíamente en cada una de estas modalidades.
- 5) Los cuestionarios de IT-Mais, Nottingham y LittleEars no conforman una herramienta adecuada para comparar objetivamente los resultados que proporcionan los tres tipos de estimulación auditiva entre sí. Deben entenderse como un simple método orientativo sobre el rendimiento de estos dispositivos.

- 6) Por tanto, ante un niño/a con hipoacusia severo-profunda bilateral debemos abogar siempre por la implantación coclear bilateral lo más temprana posible, logrando, con ello, un desarrollo de las funciones auditivas y del lenguaje idéntico al de los normoyentes y que permitirá a esa criatura adaptarse a su entorno social de forma exitosa, hecho que no se puede asegurar con ninguno de los otros tipos de estimulación auditiva.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Organización Mundial de la Salud (2019). Sordera y pérdida de la audición. Lugar de publicación: who-int. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>
- 2.- Benito JI, Ramírez B, Casasola M, Sánchez A, Cifuentes A, Morais D. Etiología de la hipoacusia infantil. *Rev ORL*. 2017; 8:69-83.
- 3.- Weichbold V, Nekahm-Heis D, Welzl-Mueller K. Universal newborn hearing screening and postnatal hearing loss. *Pediatrics*. 2006; 117:e631-6.
- 4.- Núñez-Batalla F (2015). Entrevista. Lugar de publicación: bibliotecafiapas.es. Recuperado de http://www.bibliotecafiapas.es/pdf/Revista_FIAPAS_154.pdf FIAPAS. 2015; 154:13-4
- 5.- Núñez-Batalla F, Jáudenes C, Sequí JM, Vivanco A, Zubicaray J, Cabanillas R. Diagnóstico etiológico de la sordera infantil: recomendaciones de la CODEPEH. *Acta Otorrinolaringológica Española*. 2017; 68(1):43-55.
- 6.- Northern JL, Downs MP. La audición en los niños. Versión española. 2ª ed. Barcelona (España): Salvat Editores, S.A.; 1981.
- 7.- Kral A, O'Donoghue G. Profound deafness in childhood. *N Engl J Med*. 2010; 363:1438-50.
- 8.- Benito JI, Silva JC. Hipoacusia: identificación e intervención precoces. *Pediatr Integral*. 2013; 17(5):330-42.
- 9.- American Academy of Pediatrics. Task Force on Newborn and Infant Hearing. Newborn and infant hearing loss: Detection and intervention. *Pediatrics*. 1999; 103:527-30.
- 10.- Martínez R, Benito JI, Condado MA, Morais D, Fernández JL. Resultados de la aplicación del protocolo de detección precoz de la hipoacusia en neonatos de alto riesgo. *An Otorrinolaringol Ibero Am*. 2003; 30:277-87.
- 11.- Weichbold V, Nekahm D, Welzl K. Universal newborn hearing screening and postnatal hearing loss. *Pediatrics*. 2006; 117(4):e631-636.
- 12.- Joint Committee on Infant Hearing. Year 2007 position statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Pediatrics*. 2007; 120:898-921.

- 13.- Trinidad G, de Aguilar VA, Jaudenes C, Núñez F, Sequí JM. Recomendaciones de la Comisión para la Detección Precoz de la Hipoacusia (CODEPEH) para 2010. *Acta Otorrinolaringológica Española*. 2010; 61(1):69-77.
- 14.- Lin J, Oghalai JS. Towards an etiologic diagnosis: assessing the patient with hearing loss. *Adv Otorhinolaryngol*. 2011; 70:8-36.
- 15.- Alford RL, Arnos KS, Fox M, Lin J, Palmer CG, Pandya A. ACMG Working Group on Update of Genetics Evaluation Guidelines for the Etiologic Diagnosis of Congenital Hearing Loss; Professional Practice and Guidelines Committee. American College of Medical Genetics and Genomics guideline for the clinical evaluation and etiologic diagnosis of hearing loss. *Genet Med*. 2014; 16:347-355.
- 16.- Cabanillas R, Cadiñanos J. Hipoacusias hereditarias: asesoramiento genético. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2012; 63:218-22.
- 17.- Lina-Granade G, Truy E. Conducta que se debe adoptar ante una hipoacusia infantil. *EMC – Otorrinolaringología*. 2005; 34(4):1-9.
- 18.- Behn A, Westerberg BD, Zhang H, Riding KH, Ludemann JP, Kozak FK. Accuracy of the Weber and Rinne tuning fork tests in evaluation of children with otitis media with effusion. *Journal of Otolaryngology*. 2007; 36(4).
- 19.- Capper JWR, Slack RWT, Maw AR. Tuning fork tests in children (an evaluation of their usefulness). *The Journal of Laryngology & Otology*. 1987; 101(8):780-783.
- 20.- Wilson WR, Richardson MA. Behavioral audiometry. *Otolaryngologic Clinics of North America*. 1991; 24(2):285-297.
- 21.- Joint Committee on Infant Hearing. Year 2000 position statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Pediatrics*. 2000; 106(4):798-817.
- 22.- Widen JE, O'grady GM. Using visual reinforcement audiometry in the assessment of hearing in infants. *The Hearing Journal*. 2002; 55(11):28-36.
- 23.- Parry G, Hacking C, Bamford J, Day J, Parry G. Minimal response levels for visual reinforcement audiometry in infants. *International Journal of Audiology*. 2003; 42(7):413-417.
- 24.- Irujo AH. Diagnóstico audiológico. Sordera infantil. Del diagnóstico precoz a la inclusión educativa. 2012; 91.
- 25.- Harries J, Williamson T. Community-based validation of the McCormick Toy Test. *British journal of audiology*. 2000; 34(5):279-283.

- 26.- Nieto CS. Tratado de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello (eBook online). Ed Médica Panamericana. 2015.
- 27.- Picou EM, Aspell E, Ricketts TA. Potential benefits and limitations of three types of directional processing in hearing aids. *Ear and hearing*. 2014; 35(3):339-352.
- 28.- Valero J, Gou J. La mejora en el rendimiento auditivo y en la producción fonética de un grupo de niños sordos a partir del uso de prótesis auditivas. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*. 2003; 23(1):42-52.
- 29.- Harrison M, Roush J. Age of suspicion, identification and intervention for infants and young children with hearing loss: a national study. *Ear Hear*. 1996; 17:55-62.
- 30.- Snik AF, Van Den Borne S, Brokx JP, Hoekstra C. Hearing aid fitting in profoundly hearing impaired children. Comparison of prescription rule. *Scand Audiol*. 1995; 24:225-230.
- 31.- Zink GD. Hearing aids children wear: A longitudinal study of performance. *Developmental Deficiencies: A Comparative Approach*. 1972; 1:41-51.
- 32.- Miller-Hansen DR, Nelson PB, Widen JE, Simon SD. Evaluating the benefit of speech recoding hearing aids in children. *American Journal of Audiology*. 2003.
- 33.- Tomblin JB, Oleson JJ, Ambrose SE, Walker E, Moeller MP. The influence of hearing aids on the speech and language development of children with hearing loss. *JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery*. 2014; 140(5):403-409.
- 34.- Dauman R, Carbonnière B, Soriano V, Berger-Lautissier S, Bouyé J, Debruge E, Bébéar JP. Implants cochléaires chez l'adulte et l'enfant. *Encycl Med Chir*. 1998; 20.
- 35.- 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 Otorrinolaringologica Española*. 2008; 59(1):30-38.
- 36.- Basura GJ, Eapen R, Buchman CA. Bilateral cochlear implantation: current concepts, indications and results. *The Laryngoscope*. 2009; 119(12):2395-2401.
- 37.- Sampaio AL, Araújo MF, Oliveira CA. New criteria of indication and selection of patients to cochlear implant. *International journal of otolaryngology*. 2011.
- 38.- Manrique M, Cervera-Paz FJ, Huarte A, Martínez I, Gomez A, de La Iglesia FV. Audición y lenguaje en niños menores de 2 años tratados con implantación coclear. *An Sist Sanit Navar*. 2004; 27(3):305-317.
- 39.- Waltzman SB, Cohen NL. Cochlear implantation in children younger than 2 years old. *The American Journal of Otology*. 1998; 19(2):158-162.

- 40.- Martínez-Beneyto P, Morant A, Pitarch MI, Latorre E, Platero A, Marco J. La implantación coclear pediátrica en el periodo crítico de la vía auditiva, nuestra experiencia. *Acta Otorrinolaringológica Española*. 2009; 60(5):311-317.
- 41.- Harrison RV, Gordon KA, Mount RJ. Is there a critical period for cochlear implantation in congenitally deaf children? Analyses of hearing and speech perception performance after implantation. *Developmental Psychobiology: The Journal of the International Society for Developmental Psychobiology*. 2005; 46(3):252-261.
- 42.- Waltzman SB, Roland JT. Cochlear implantation in children younger than 12 months. *Pediatrics*. 2005; 116(4):e487-e493.
- 43.- Niparko JK, Tobey EA, Thal DJ, Eisenberg LS, Wang NY, Quittner AL, CDaCI Investigative Team. Spoken language development in children following cochlear implantation. *Jama*. 2010; 303(15):1498-1506.
- 44.- Geers AE. Factors influencing spoken language outcomes in children following early cochlear implantation. In *Cochlear and brainstem implants*. 2006; 64:50-65.
- 45.- Nicholas JG, Geers AE. Will they catch up? The role of age at cochlear implantation in the spoken language development of children with severe to profound hearing loss. *Journal of speech, language and hearing research*. 2007.
- 46.- Geers AE, Nicholas J, Tobey E, Davidson L. Persistent language delay versus late language emergence in children with early cochlear implantation. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2016; 59(1):155-170.
- 47.- Levine D, Strother-Garcia K, Golinkoff RM, Hirsh-Pasek K. Language development in the first year of life: what deaf children might be missing before cochlear implantation. *Otology & Neurotology*. 2016; 37(2):e56-e62.
- 48.- Dettman SJ, Dowell RC, Choo D, Arnott W, Abrahams Y, Davis A, Briggs RJ. Long-term communication outcomes for children receiving cochlear implants younger than 12 months: A multicenter study. *Otology & Neurotology*. 2016; 37(2):e82-e95.
- 49.- Hunter CR, Kronenberger WG, Castellanos I, Pisoni DB. Early postimplant speech perception and language skills predict long-term language and neurocognitive outcomes following pediatric cochlear implantation. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2017; 60(8):2321-2336.
- 50.- Driver S, Jiang D. Paediatric cochlear implantation factors that affect outcomes. *European Journal of Paediatric Neurology*. 2017; 21(1):104-108.

- 51.- Wang Y, Shafto CL, Houston DM. Attention to speech and spoken language development in deaf children with cochlear implants: a 10-year longitudinal study. *Developmental science*. 2018; e12677.
- 52.-Knutson JF, Gantz BJ, Hinrichs JV, Schartz HA, Tyler RS, Woodworth G. Psychological predictors of audiological outcomes of multichannel cochlear implants: Preliminary findings. 1991; 817-22.
- 53.- Han JJ, Shin MS, Song JJ, Pai I, Oh S, Kim B, Oh SH. Prognostic value of psychological state in cochlear implantation. *Acta oto-laryngologica*. 2016; 136(2):154-158.
- 54.- Udholm N, Aaberg K, Bloch C, Sandahl M, Ovesen T. Cognitive and outcome measures seem suboptimal in children with cochlear implants—a cross-sectional study. *Clinical Otolaryngology*. 2017; 42(2):315-321.
- 55.- Nicholas JG, Geers AE. Personal, social, and family adjustment in school-aged children with a cochlear implant. *Ear and Hearing*. 2003; 24(1):69S-81S.
- 56.- Speaker RB, Roberston J, Simoes-Franklin C, Glynn F, Walshe P, Viani L. Quality of life outcomes in cochlear implantation of children with profound and multiple learning disability. *Cochlear implants International*. 2018; 19(3):162-166.
- 57.- Siu JM, Blaser S, Gordon KA, Papsin BC, Cushing SL. Efficacy of a selective imaging paradigm prior to pediatric cochlear implantation. *The Laryngoscope*. 2019.
- 58.- Trimble K, Blaser S, James AL, Papsin BC. Computed tomography and/or magnetic resonance imaging before pediatric cochlear implantation? Developing an investigative strategy. *Otology & Neurotology*. 2007; 28(3):317-324.
- 59.- Miyasaka M, Nosaka S, Morimoto N, Taiji H, Masaki H. CT and MR imaging for pediatric cochlear implantation: emphasis on the relationship between the cochlear nerve canal and the cochlear nerve. *Pediatric radiology*. 2010; 40(9):1509-1516.
- 60.- Çelik M, Orhan KS, Öztürk E, Avcı H, Polat B, Güldiken Y. Impact of Routine Plain X-ray on Postoperative Management in Cochlear Implantation. *J Int Adv Otol*. 2018; 14(3):365-9.
- 61.-Anne S, Juarez JM, Shaffer A, Eleff D, Kitsko D, Sydlowski S, Chi D. Utility of intraoperative and postoperative radiographs in pediatric cochlear implant surgery. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*. 2017; 99:44-48.

- 62.- Parry DA, Booth T, Roland PS. Advantages of magnetic resonance imaging over computed tomography in preoperative evaluation of pediatric cochlear implant candidates. *Otology & Neurotology*. 2005; 26(5):976-982.
- 63.- Kaplan DM, Puterman M. Pediatric cochlear implants in prelingual deafness: medium and long-term outcomes. *IMAJ-Israel Medical Association Journal*. 2010; 12(2):107.
- 64.- Colletti L, Mandalà M, Zoccante L, Shannon RV, Colletti V. Infants versus older children fitted with cochlear implants: performance over 10 years. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2011; 75(4):504-509.
- 65.- Colletti L, Mandalà M, Colletti V. Cochlear implants in children younger than 6 months. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 2012; 147(1):139-146.
- 66.- Wie OB. Language development in children after receiving bilateral cochlear implants between 5 and 18 months. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2010; 74(11):1258-1266.
- 67.- Nicholas JG, Geers AE. Spoken language benefits of extending cochlear implant candidacy below 12 months of age. *Otology & neurotology: official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology*. 2013; 34(3):532.
- 68.- Osberger MJ, Fisher L, Zimmerman-Phillips S, Geier L, Barker MJ. Speech recognition performance of older children with cochlear implants. *The American journal of otology*. 1998; 19(2):152-157.
- 69.- Govaerts PJ, De Beukelaer C, Daemers K, De Ceulaer G, Yperman M, Somers T, Offeciers FE. Outcome of cochlear implantation at different ages from 0 to 6 years. *Otology & neurotology*. 2002; 23(6):885-890.
- 70.- Manrique M, Cervera-Paz FJ, Huarte A, Molina M. Advantages of cochlear implantation in prelingual deaf children before 2 years of age when compared with later implantation. *The Laryngoscope*. 2004; 114(8):1462-1469.
- 71.- Lammers MJ, van der Heijden GJ, Pourier VE, Grolman W. Bilateral cochlear implantation in children: A systematic review and best-evidence synthesis. *The Laryngoscope*. 2014; 124(7):1694-1699.
- 72.- Papsin BC, Gordon KA. Cochlear implants for children with severe-to-profound hearing loss. *New England Journal of Medicine*. 2007; 357(23):2380-2387.

- 73.- Choi JE, Moon IJ, Kim EY, Park HS, Kim BK, Chung WH, Hong SH. Sound localization and speech perception in noise of pediatric cochlear implant recipients: Bimodal fitting versus bilateral cochlear implants. *Ear and hearing*. 2017; 38(4):426-440.
- 74.- Papsin BC, Gordon KA. Bilateral cochlear implants should be the standard for children with bilateral sensorineural deafness. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*. 2008; 16(1):69-74.
- 75.- Ruben RJ. Language development in the pediatric cochlear implant patient. *Laryngoscope Investigative Otolaryngology*. 2018; 209-13.
- 76.- Dettman SJ, D'costa WA, Dowell RC, Winton EJ, Hill KL, Williams SS. Cochlear implants for children with significant residual hearing. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*. 2004; 130(5):612-618.
- 77.- Ullauri A, Crofts H, Wilson K, Titley S. Bimodal benefits of cochlear implant and hearing aid (on the non-implanted ear): a pilot study to develop a protocol and a test battery. *Cochlear Implants International*. 2007; 8(1):29-37.
- 78.- Huart SA, Sammeth CA. Hearing aids plus cochlear implants: Optimizing the bimodal pediatric fitting. *The Hearing Journal*. 2008; 61(11):54-56.
- 79.- Scherf FW, Arnold LP. Exploring the clinical approach to the bimodal fitting of hearing aids and cochlear implants: Results of an international survey. *Acta otolaryngologica*. 2014; 134(11):1151-1157.
- 80.- Illg A, Bojanowicz M, Lesinski-Schiedat A, Lenarz T, Büchner A. Evaluation of the bimodal benefit in a large cohort of cochlear implant subjects using a contralateral hearing aid. *Otology & Neurotology*. 2014; 35(9):e240-e244.
- 81.- Ching TY, Van Wanrooy E, Dillon H. Binaural-bimodal fitting or bilateral implantation for managing severe to profound deafness: a review. *Trends in amplification*. 2007; 11(3):161-192.
- 82.- Ching TY, Massie R, Van Wanrooy E, Rushbrooke E, Psarros C. Bimodal fitting or bilateral implantation? *Cochlear Implants International*. 2009; 10(S1):23-27.
- 83.- Ching TY, Day J, Van Buynder P, Hou S, Zhang V, Seeto M, Flynn C. Language and speech perception of young children with bimodal fitting or bilateral cochlear implants. *Cochlear implants International*. 2014; 15(sup1):S43-S46.
- 84.- Zhang T, Dorman MF, Spahr AJ. Information from the voice fundamental frequency (F0) region accounts for the majority of the benefit when acoustic stimulation is added to electric stimulation. *Ear and hearing*. 2010; 31(1):63.

- 85.- Cullington HE, Zeng FG. Comparison of bimodal and bilateral cochlear implant users on speech recognition with competing talker, music perception, affective prosody discrimination and talker identification. *Ear and hearing*. 2011; 32(1):16.
- 86.- Sucher CM, McDermott HJ. Bimodal stimulation: benefits for music perception and sound quality. *Cochlear Implants International*. 2009; 10(S1):96-99.
- 87.- Nittrouer S, Chapman C. The effects of bilateral electric and bimodal electric—Acoustic stimulation on language development. *Trends in amplification*. 2009; 13(3):190-205.
- 88.- Schafer EC, Amlani AM, Paiva D, Nozari L, Verret S. A meta-analysis to compare speech recognition in noise with bilateral cochlear implants and bimodal stimulation. *International Journal of Audiology*. 2011; 50(12):871-880.
- 89.- Clark GM. The multi-channel cochlear implant: Multidisciplinary development of electrical stimulation of the cochlea and the resulting clinical benefit. *Hear Res*. 2015; 322:1-14.
- 90.- Ortmann M, Knief S, Deuster D, Brinkheetker S, Zwitterlood P, am Zehnhoff-Dinnesen A. Neural correlates of speech processing in prelingually deafened children and adolescents with cochlear implants. *PLoS ONE*. 2013;8:e67696. doi:10.1371/journal.pone.0067696.
- 91.- Ingvalson EM, Young NM, Wong PC. Auditory-cognitive training improves language performance in prelingually deafened cochlear implant recipients. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2014;78:1624-31.
- 92.- Escorihuela V, Pitarch MI, Llópez I, Latorre E, Morant A, Marco J. Comparative study between unilateral and bilateral cochlear implantation in children of 1 and 2 years of age. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2016; 67(3):148-55.
- 93.- Lammers MJ, Jansen TT, Grolman W, Lenarz T, Versnel H. The influence of newborn hearing screening on the age at cochlear implantation in children. *Laryngoscope*. 2015;36:945-51.
- 94.- Benito-Orejas JI, Benito-González F, Tellería-Orriols JJ. Importancia de las pruebas genéticas en la hipoacusia infantil. *Rev Soc Otorrinolaringol Castilla Leon Cantab La Rioja*. 2015 Ene. 6 (4): 19-30.
- 95.- Tait M, Nikolopoulos TP, De Raeve L, Johnson S, Datta G, Karltorp E, Ostlund E, Johansson U, van Knegsel E, Mylanus EA, Gulpen PM, Beers M, Frijns JH. Bilateral versus unilateral cochlear implantation in young children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2010; 74(2):206-11.

- 96.- Lovett RE, Kitterick PT, Hewitt CE, Summerfield AQ. Bilateral or unilateral cochlear implantation for deaf children: an observational study. *Arch Dis Child*. 2010; 95(2):107-12.
- 97.- Murphy J, O'Donoghue G. Bilateral cochlear implantation: an evidence-based medicine evaluation. *Laryngoscope*. 2007; 117(8): 1412-8.
- 98.- Au DK, Hui Y, Wei WI. Superiority of bilateral cochlear implantation over unilateral cochlear implantation in tone discrimination in chinese patients. *Am J Otolaryngol*. 2003; 24(1):19-23.
- 99.- Lofti Y, Hasanlifard M, Moossavi A, Bakhshi E, Ajaloueyan M. Binaural hearing advantages for children with bimodal fitting. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2019; 121:58-63.
- 100.- Nilakantan A, Raj P, Saini S, Mittal R. Early speech perception test outcome in children with severe sensorineural hearing loss with unilateral cochlear implants alone versus bimodal stimulation. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2018; 70(3):398-404.
- 101.- Huang MP, Sheng HB, Ren Y, Li Y, Huang ZW, Wu H. Effects of bimodal intervention on the development of auditory and speech ability in infants with unilateral cochlear implantation. *Zhonghua Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*. 2018; 53(3):203-8.
- 102.- Morera C, Cavalle L, Manrique M, Huarte A, Angel R, Osorio A, Garcia-Ibañez L, Estrada E, Morera-Ballester C. Contralateral hearing aid use in cochlear implanted patients: multicenter study of bimodal benefit. *Acta Otolaryngol*. 2012; 132(10):1084-94.
- 103.- Morera C, Manrique M, Ramos A, Garcia-Ibañez L, Cavalle L, Huarte A, Castillo C, Estrada E. Advantages of binaural hearing provided through bimodal stimulation via cochlear implant and a conventional hearing aid: a 6-month comparative study. *Acta Otolaryngol*. 2005; 125(6):596-606.
- 104.- Chang YS, Hong SH, Kim EY, Choi JE, Chung WH, Cho YS, Moon IJ. Benefit and predictive factors for speech perception outcomes in pediatric bilateral cochlear implant recipients. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2018.
- 105.- AlSanosi A, Hassan SM. The effect of age at cochlear implantation outcomes in Saudi children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2014; 78(2):272-6.

- 106.- Dunn CC, Walker EA, Oleson J, Kenworthy M, Van Voorst T, Tomblin JB, Ji H, Kirk KI, McMurray B, Hanson M, Gantz BJ. Longitudinal speech perception and language performance in pediatric cochlear implant users: the effect of age at implantation. *Ear Hear.* 2014; 35(2):148-60.
- 107.- Leigh JR, Dettman SJ, Dowell RC. Evidence-based guidelines for recommending cochlear implantation for young children: audiological criteria and optimizing age at implantation. *Int J Audiol.* 2016; 55 Suppl 2:S9-18.
- 108.- McKinney S. Cochlear implantation in children under 12 months of age. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2017; 25(5):400-404.
- 109.- Mitchell RM, Christianson E, Ramirez R, Onchiri FM, Horn DL, Pontis L, Miller C, Norton S, Sie KCY. Auditory comprehension outcomes in children who receive a cochlear implant before 12 months of age. *Laryngoscope* 2019.
- 110.- Boons T, Brokx JP, Dhooge I, Frijns JH, Peeraer L, Vermeulen A, Wouters J, van Wieringen A. Predictors of spoken language development following pediatric cochlear implantation. *Ear Hear.* 2012; 33(5):617-39.
- 111.- Miyamoto RT, Hay-McCutcheon MJ, Kirk KI, Houston DM, Bergeson-Dana T. Language skills of profoundly deaf children who received cochlear implants under 12 months of age: a preliminary study. *Acta Otolaryngol.* 2008; 128(4):373-7.
- 112.- Connor CM, Craig HK, Raudenbush SW, Heavner K, Zwolan TA. The age at which young deaf children receive cochlear implants and their vocabulary and speech-production growth: is there an added value for early implantation? *Ear Hear.* 2006; 27(6):628-44.

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

| | |
|---------|--|
| CODEPEH | Comisión para la Detección Precoz de la Hipoacusia |
| dB | Decibelios |
| Hz | Hercios |
| GJB2 | Gen Gap Junction Beta 2 protein |
| GJB6 | Gen Gap Junction Beta 6 protein |
| PCR | Polymerase Chain Reaction |
| CMV | Citomegalovirus |
| BTE | Behind The Ear |
| RIC | Receiver In the Canal |
| RITE | Receivere In The Ear |
| CIC | Completamente Insertado en el Canal |
| CROS | Contralateral Routing of Signals |
| TCAR | Tomografía Computarizada de Alta Resolución |
| RM | Resonancia Magnética |
| FA | Frecuencia Absoluta |
| FR | Frecuencia Relativa |
| CIS | Current Interlevel Sample |
| PLS | Preschool Language Scale |