



FACULDADE DE  
**MEDICINA**  
LISBOA

# **TRABALHO FINAL**

## **MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA**

---

Clínica Universitária de Otorrinolaringologia

### **Implantes cocleares: Reflexões sobre a sua história em Portugal e no mundo**

Tiago André da Silva Santos

---

**ABRIL'2019**



FACULDADE DE  
**MEDICINA**  
LISBOA

# **TRABALHO FINAL**

## **MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA**

---

Clínica Universitária de Otorrinolaringologia

### **Implantes cocleares: Reflexões sobre a sua história em Portugal e no mundo**

Tiago André da Silva Santos

**Orientado por:**

Dr. Marco António Alveirinho Cabrita Simão

---

**ABRIL'2019**

## Resumo

O implante coclear é um dispositivo biomédico implantável capaz de fornecer algum grau de perceção auditiva a pacientes com perda auditiva neurossensorial.

A presente revisão bibliográfica não cita todos os que contribuíram para o desenvolvimento do implante coclear, mas sim um conjunto de eventos e entidades que, cronologicamente, exemplificam a progressão da evolução deste avanço tecnológico no surdo. Numa segunda fase, irei abordar a evolução da implantação coclear em Portugal.

O implante coclear veio alterar o paradigma do tratamento da surdez neurossensorial. Atualmente, existem mais de 300.000 pessoas implantadas mundialmente, sendo que muitas destas pessoas conseguem ter uma conversa “normal” ao telefone. Paralelamente, o implante coclear na infância, associado ao diagnóstico precoce da surdez neurossensorial profunda, modificou radicalmente o prognóstico. Atualmente, há muitos jovens adultos surdos profundos que estão no mercado de trabalho com estudos superiores.

Após várias ideias precursoras, em 1961, Dr. William House realizou a primeira cirurgia de implantação coclear, nessa altura apenas com um eléctrodo de estimulação. Hoje, são utilizados dispositivos com múltiplos eléctrodos e sistemas de processamento de sinal complexos.

Em Portugal, a primeira cirurgia de implante coclear foi efetuada em 1985, tendo sido um dos países pioneiros. No entanto, a divulgação da técnica foi lenta e com interrupções, quer em Portugal como noutros países, por vários fatores que tentamos analisar.

Palavras-Chave: implante coclear, prótese neural, estimulação elétrica, surdez, nervo auditivo, história.

O Trabalho Final exprime a opinião do autor e não da FML

## **Abstract**

The cochlear implant is an implantable biomedical device capable of providing some degree of auditory perception to patients with sensorineural hearing loss.

The present bibliographic review does not mention all those who contributed to the development of the cochlear implant, but rather a set of events and entities that, chronologically, exemplify the progression of evolution of this technological advancement in the deaf. In a second phase, I will approach the cochlear implantation in Portugal.

This cochlear implant changed the paradigm of the treatment of sensorineural deafness. Currently, there are more than 300,000 people worldwide implanted, and many of these people can have a “normal” conversation on the phone. Simultaneously, the cochlear implant in childhood is associated with the early diagnosis of profound sensorineural deafness which changed radically the prognosis. Currently there are many young adults who are deaf and are in the labor market with high studies.

After several pioneering ideas, in 1961, Dr. William House performed the first surgery of cochlear implantation with a single-electrode device. Today, multiple electrode devices with complex signal processing systems are used.

In Portugal, the first surgery of cochlear implantation was in 1985 and Portugal was one of the pioneer countries. However, the dissemination of the technique was slow and with interruptions, in Portugal like in other countries, by several factors that we tried to analyze.

Keywords: cochlear implant, neural prosthesis, deafness, electric stimulation, auditory nerve, history

# Índice

Resumo	3
Abstract	4
Introdução	6
Contexto histórico	7
Experiências Precursoras	7
Pioneiros	8
Desenvolvimento nos Estados Unidos da América	9
<i>The Bilger Report</i>	11
A indústria e o desenvolvimento do implante coclear	12
A comunidade Surda e a implantação coclear	14
O presente	17
Em Portugal	18
O desenvolvimento do Programa de Implantes Cocleares em Coimbra	19
A evolução	20
O elevado custo	20
Associação Portuguesa de Apoio dos Implantes Cocleares	21
O desenvolvimento do Programa de Implantes Cocleares em Lisboa	21
A Consulta de Grupo de Surdez Infantil	21
O início do Programa de Implantes Cocleares	23
<i>The European Working Group on Cochlear Implants</i> e os aspetos éticos	23
Agradecimentos	24
Bibliografia	25

## Introdução

A surdez é a deficiência sensorial mais comum na população humana, sendo que há cerca de 50 anos não havia tratamento eficaz para esta. Neste contexto, surge o implante coclear, o primeiro exemplo de uma prótese neural que consegue substituir um órgão sensorial. Este estimula o nervo auditivo através de diferentes padrões de correntes elétricas.

O dispositivo elétrico foi criado para melhorar a qualidade de vida das pessoas com surdez, proporcionando-lhes a perceção do som. Atualmente, em muitos casos, permite ao doente a compreensão do discurso e a capacidade de manter um diálogo ao telefone. Isto tudo só é possível graças à intervenção de uma equipa multidisciplinar que engloba diversos campos como a engenharia, medicina, terapia da fala, neurofisiologia, audiologia, e a indústria

Neste artigo de revisão, numa fase inicial, irei abordar, de uma forma cronológica, o contexto histórico do implante coclear, ou seja, as várias ideias precursoras, as diversas individualidades que desenvolveram a prótese, assim como as suas adversidades. Numa segunda fase irei abordar o mecanismo do dispositivo eletrónico e as empresas que o desenvolvem. Por fim, irei falar da história do implante coclear em Portugal, os seus bons resultados e o elevado custo deste.

## **Contexto histórico:**

### **Experiências precursoras:**

A ideia de estimular eletricamente o nervo auditivo tem mais de dois séculos. Tudo começou com Alessandro Volta (1745-1827), criador da primeira bateria elétrica, em 1790. O físico Italiano realizou uma experiência em si mesmo. Para isso, inseriu em ambos os seus ouvidos 2 lâminas de metal conectadas aos dois polos de uma bateria de aproximadamente 50v. Como resultado, a experiência ocasionou uma sensação auditiva semelhante a um borbulhar, como se algum material estivesse a ferver. No entanto, Volta teve perda de consciência e não repetiu a experiência. Esta é considerada a primeira tentativa de estimulação elétrica com percepção auditiva. [1,2]

Em 1868, R. Brenner, em Leipzig, estudou os efeitos da polaridade alternada, da frequência e intensidade do estímulo e a relação entre a localização dos eletrodos e a sensação auditiva produzida. Os resultados mostraram que a audição era melhor com um estímulo elétrico que produzisse uma polaridade negativa no ouvido. Para além disso, utilizou a estimulação bipolar, ou seja, colocou um eletrodo no canal auditivo externo e outro numa região distal do corpo. Assim, atribuiu todas as sensações auditivas à excitação do nervo auditivo. [3]

Em 1875, Graham Bell inventou o telefone, demonstrando o princípio da transformação das vibrações acústicas em impulsos elétricos e vice-versa. [4]

Em 1930, Wever e Bray registraram e descreveram o potencial elétrico da cóclea, que era muito semelhante à forma da onda do estímulo sonoro. Este ficou conhecido como “Wever and Bray effect” e sugeriu a possibilidade de que, se os potenciais pudessem de alguma forma ser replicados, a perda de audição poderia ser restaurada. [5,6]

Na década de 50, começou a considerar-se a possibilidade de substituir os sinais elétricos das células ciliadas danificadas em pessoas com perdas auditivas neurossensoriais. A estimulação do nervo auditivo foi realizada por Lundberg, em 1950, que utilizou uma corrente sinusoidal durante uma neurocirurgia. No entanto, o paciente só ouviu ruídos. [7]

## **Pioneiros:**

A André Djourno e a Charles Eyriès atribui-se a primeira implantação para estimular o nervo auditivo. [8] Charles Eyriès (1908-1996), otorrinolaringologista desde a década de 40, sempre se interessou por neuroanatomia, nomeadamente pelo nervo facial [9]. Em Fevereiro de 1957 foi-lhe pedido para consultar um paciente que tinha como problema ativo, um colesteatoma bilateral. Este apresentava paralisia facial bilateral e surdez bilateral, consequência das diversas cirurgias a que já tinha sido submetido. Durante o exame ao doente, o médico apercebeu-se que o calibre do nervo facial remanescente era demasiado pequeno para a cirurgia que pretendia. Assim, foi procurar material a cadáveres à escola médica onde conheceu Djourno, eletrofisiologista, que se ofereceu para o ajudar. [10]

Assim, apesar da ideia inicial ser a reanimação facial do paciente, ambos acordaram em implantar um eléctrodo durante a cirurgia, justificando-se por o paciente não ter nada a perder. Foi a 25 de Fevereiro de 1957 que implantaram um eléctrodo ativo no nervo vestibular e uma bobina de indução com um eléctrodo neutro no músculo temporal. [2] Foram realizados testes intraoperatórios, cujos resultados revelaram que o paciente referiu sentir sensações auditivas. Este conseguia diferenciar diversas intensidades, no entanto, não o conseguia fazer para diferentes frequências. Após uma reabilitação pós-operatória com uma terapeuta da fala, este já conseguia diferenciar entre altas e baixas frequências, ouvir sons do ambiente, distinguir pequenas palavras, sem nunca compreender o discurso. [11]

Passado algumas semanas, durante testes, o dispositivo falhou. Assim, os dois foram para o bloco operatório e aperceberam-se que uma junta de conexão que ligava os fios ao eléctrodo se tinha partido, tendo sido colocado um novo implante. No entanto, este falhou pela mesma razão e Eyriès desistiu do projeto. Djourno e os seus colegas tentaram continuar a desenvolver o dispositivo, no entanto, por falta de fundos foram obrigados a parar. [12]

Apesar de, por muitos, esta cirurgia ser considerada como o primeiro implante intracoclear, a denominação não está correta. Nos registos do procedimento feitos por Charles Eyriès não é mencionada a cóclea mas sim a colocação de eléctrodos no nervo vestibular. Posto isto, este foi o primeiro implante intra-auricular realizado. [13]

## Desenvolvimento nos Estados Unidos da América

A divulgação do trabalho realizado por Djourno e Eyriès foi lenta. Isto porque a publicação dos resultados foi apenas divulgada no jornal médico francês “La presse Médicale”.

Contudo, um paciente de Dr. William F. House, que esteve em França, numa viagem de turismo, interessou-se pelo artigo. Quando chegou aos Estados Unidos da América, entregou ao seu médico um resumo em inglês do trabalho. Este resumo mostrava uma visão otimista que serviu de inspiração para Dr. House desenvolver uma forma prática e eficaz para tratar a surdez usando a estimulação elétrica da cóclea. [14]

Dr. William F. House (1923-2012) foi um dentista que, posteriormente, se tornou otorrinolaringologista. Em 1960, Dr. William House trabalhava conjuntamente com o neurocirurgião Dr. John Doyle, no *St. Vincent's hospital* em Los Angeles. Na altura, trabalhavam na abordagem pela fossa média ao canal auditivo interno. [15]

Primeiro surgiu a ideia de procurar a resposta do nervo coclear ao som quando este se encontrava exposto, durante a abordagem pela fossa média, na neurectomia vestibular, no tratamento da doença de Mènière. Assim, decidiram pedir ajuda ao irmão de John, James Doyle, um engenheiro elétrico. [16]

As primeiras tentativas foram durante estapedectomias, em que tentavam estimular a audição ao colocar um eléctrodo neutro no promontório ou na janela oval. Os resultados foram animadores, os pacientes conseguiram ouvir os estímulos sem desconforto ou tonturas. [17]

Um ano depois, em 1961, Dr. William House realizou o seu primeiro implante coclear monocanal num paciente com surdez profunda devido a otosclerose avançada. Esta foi a primeira cirurgia com colocação de eléctrodos intracocleares na *scala tympani*. Contudo, a pouca biocompatibilidade dos eléctrodos despoletava complicações que obrigaram House a retirá-los. Assim, o receio de infeção e de rejeição levou Dr. House a abandonar, temporariamente, a pesquisa na área dos implantes. [1]

Na mesma altura, Blair Simmons, em Stanford, e Michelson, em São Francisco continuaram a fazer vários estudos. Estes demonstraram que a percepção do som alterava quer com uma mudança no eléctrodo estimulante quer com uma alteração no ritmo de estimulação de um determinado eléctrodo.

Simmons realizou uma cirurgia em que implantou uma série de 6 elétrodos na região peri-modiolar, e não na *scala tympani*, num paciente de 60 anos, com perda auditiva neurossensorial, com pouco tempo de duração. O resultado desta cirurgia mostrou que, quando um estímulo vocal em sinal de banda larga foi colocado num elétrodo específico, ou quando o estímulo foi colocado em diferentes bandas, os resultados foram semelhantes. Isto é, o paciente relatou uma percepção do discurso, no entanto, não o compreendia. [18] Sendo assim, Simmons ficou desapontado com os resultados obtidos e decidiu interromper os estudos com seres humanos até que os estudos com animais pudessem provar a utilidade do aparelho. [19]



Fig.1 – Sessão de trabalho com a participação do Dr. William House (à direita), Jack Urban (à esquerda) e Sr. Chuck Graser (centro), o primeiro paciente implantado. [30]

Com o avançar da tecnologia surgiram novos dispositivos, como os pacemakers ou os shunts ventrículo-peritoneais. [1] Estes demonstravam uma grande eficácia e segurança a longo termo. Assim, Dr. House pensou que se novos métodos fossem utilizados, a biocompatibilidade dos implantes cocleares poderia ser melhorada. Posto isto, juntou-se a Jack Urban, engenheiro elétrico, com o intuito de desenvolver os implantes.

Em 1972, Dr. House realizou o primeiro implante coclear portátil. Este tinha dimensões muito maiores que os atuais. Este era um implante monocanal que, nos anos seguintes, foi diminuindo de tamanho. De salientar, o apoio financeiro da *Walt Disney Foundation* na fase inicial do projeto. Este facto compreende-se por Dr. William House trabalhar em Los Angeles, a capital da indústria do cinema.

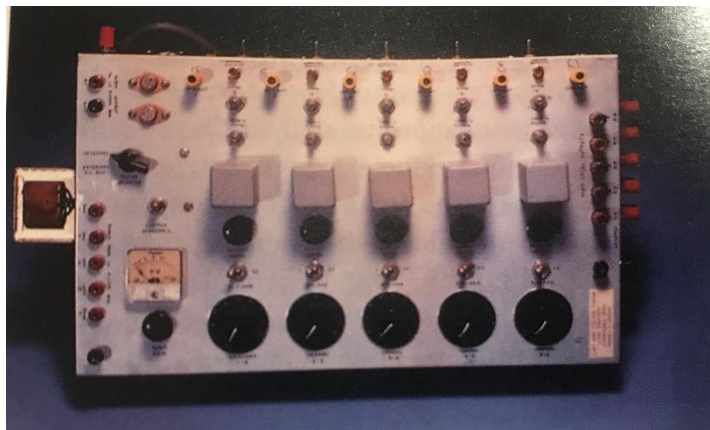


Fig. 2 – Processador usado na primeira implantação coclear [30]

### ***The Bilger report***

A reação inicial aos implantes cocleares, quer por cientistas da audição quer por otorrinolaringologistas, foi altamente crítica. Muitos especialistas proferiram declarações categóricas de que os implantes cocleares não poderiam restaurar nenhum nível de audição útil, principalmente porque os padrões de estimulação e as respostas neurais fornecidas pelos implantes da época eram grosseiros e distorcidos, em comparação com os padrões e respostas observados em animais com audição normal.

A comunidade surda também se encontrava contra a implantação coclear. Para esta comunidade, o implante coclear era uma ameaça para a sua cultura. [20]

Assim, em 1976, quando os implantes cocleares ainda eram altamente controversos, a *The United States National Institute of Health* (NIH) autorizou um estudo na Universidade de Pittsburgh para avaliar o desempenho dos primeiros implantes cocleares. Este foi conduzido pelo Dr. Robert C. Bilger e incluiu todos os 13 pacientes que estavam implantados nos EUA até aquela data. Todos tinham sido implantados com dispositivos monocanal e realizaram vários testes audiológicos, psicoacústicos e vestibulares. A maior parte dos resultados foram considerados normais, isto é, o implante coclear aumentava a capacidade de leitura labial e a qualidade de vida

dos implantados. Como era de esperar, os indivíduos não compreendiam o discurso. Todavia, houve um resultado que se revelou bastante surpreendente. Afinal, o implante coclear ajudava a capacidade de discurso dos doentes. Assim, a principal conclusão do estudo foi que os benefícios dos implantes superavam bastante o risco destes. [21]

Este estudo teve uma importância fundamental na mudança da opinião sobre o implante coclear, tanto do NIH como de muitos outros especialistas. Assim, o dispositivo aumentou a sua popularidade e aceitação da comunidade médica e científica, sendo que, em 1978, o implante coclear monocanal teve a fundamentação que precisava para obter os fundos necessários ao seu desenvolvimento.

A década de 1980 foi marcada por um grande avanço no desenvolvimento dos mesmos. Para isso, este foi apoiado pelo Programa de Próteses Neurais (PNN) da NIH, comandado pelo Dr. F. Terry Hambrecht e, posteriormente, pelo Dr. William J. Heetderks. Este programa concebeu muitas inovações importantes, tanto nos elétrodos como nos processadores de fala, que permanecem em uso até hoje. [1]

### **A indústria e o desenvolvimento do implante coclear**

O *Bilger Report* veio confirmar a utilidade do implante coclear, o que levou a indústria de todo o mundo a interessar-se no desenvolvimento deste.

O Dr. House e o Eng. Jack Urban desenvolveram, em conjunto com a empresa 3M, o implante monocanal House 3M. Este, em 1984, foi aprovado pela *Food and Drug Administration* (FDA). [1]

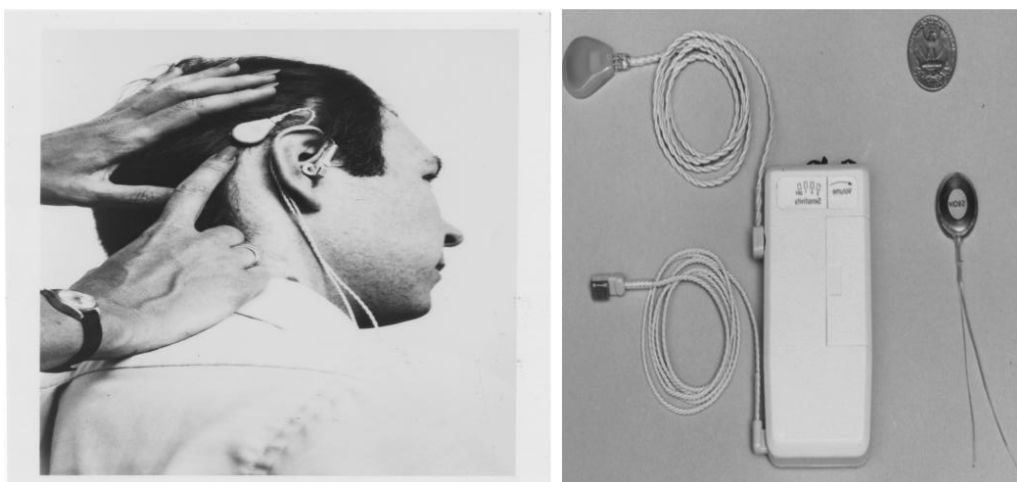


Fig.3 – O implante monocanal House 3M. Parte externa implantada no paciente (à esquerda).  
Parte interna e externa do implante (à direita). [1]

Por outro lado, na Universidade de Melbourne, Graeam Clark desenvolvia a hipótese de criar um implante multicanal que permitisse inserir os elétrodos dentro da cóclea a diferentes distâncias da janela redonda, permitindo uma representação tonotópica. O trabalho de Clark forneceu a base para os primeiros dispositivos Nucleus, fabricados na época pela *Nucleus Ltd.* Assim, foi desenvolvido o implante Nucleus de 22 elétrodos, que foi aprovado pela FDA em 1985, para os adultos surdos pós-linguais. [1] O desenvolvimento do implante coclear beneficiou de conhecimento adquirido na área dos pacemakers, o que esteve na base da criação do maior fabricante mundial, a Cochlear Limited™ na Austrália.

Em 1988, a NIH convocou a primeira conferência sobre o desenvolvimento dos implantes cocleares. Desta surgiu o consenso de que o implante multicanal era mais eficaz do que o implante monocanal. Sendo que, na altura, um em cada vinte implantados conseguia ter uma conversa normal sem qualquer tipo de leitura labial. Nesta altura, já tinham sido implantadas, aproximadamente, 3000 pessoas. [1]

À utilização dos implantes nos adultos seguiu-se a tentativa de realização da implantação nas crianças. Depois de um ensaio de reduzida dimensão, a FDA aprovou a cirurgia na criança e, passados 5 anos, em 1997, em crianças a partir dos 2 anos. [22]

Os anos 90 ampliaram os limites do que um implante coclear poderia fazer pelos seus utilizadores. A base deste desenvolvimento foi a criação de novas técnicas de processamento dos implantes, novamente pelo Programa de Próteses Neurais. Destas destacam-se a CIS - *Continuous interleaved sampling* e a N-OF-M por ainda se utilizarem atualmente. Ambas baseiam-se na estimulação sequencial dos canais e na alteração da amplitude do sinal mas não a sua forma. Houve uma melhoria substancial em várias vertentes desde a perceção da fala até à apreciação da música incluindo ainda um discurso coerente em ambientes barulhentos. [23]

Em 2000, graças à evolução da tecnologia, a FDA aprovou a implantação a partir dos 12 meses de idade.

## **A comunidade Surda e a implantação coclear**

Na Europa, a implantação coclear começou a surgir em grande escala na Alemanha e em França, onde reconhecidos cirurgiões de ouvido começaram a fazer a cirurgia. No entanto, era uma experiência totalmente nova, pois, nessa época, os cirurgiões de ouvido operavam, sobretudo, as otites crónicas e as suas complicações, não tendo grande contacto com os doentes com surdez profunda que, habitualmente, eram assistidos em escolas ou institutos de surdos. Os políticos do país começaram a transmitir uma imagem que, se pudessem operar os pacientes surdos, todos iriam sair beneficiados. Estes seriam cidadãos “válidos”, o que diminuía a necessidade do ensino especial, passando este para ensino integrado, o que reduzia a despesa neste setor.

Durante os anos 90, a comunidade Surda era absolutamente contra a decisão da FDA de aprovar o implante coclear em idade pediátrica. A *European Union of the Deaf* é uma organização não-governamental, fundada em 1985, cujo objetivo é proteger, promover e melhorar os direitos da comunidade Surda.

Neste período, começam a surgir os resultados, em que muitos dos implantados não melhoraram. A comunidade Surda aproveitou essa evidência, e o facto de os médicos não os ouvirem, para apresentar queixa no Parlamento Europeu, onde tinham uma representação permanente. Houve um abrandamento nos números da cirurgia por esta ser ainda considerada uma experiência e os resultados serem muito variáveis.

Os membros desta comunidade defendiam que o uso disseminado do implante coclear a longo prazo acabaria por extinguir a cultura Surda. Levy (2002) estruturou o argumento da comunidade Surda em três componentes: [31]

- 1) Argumento da deficiência/ “disability argument” – segundo a cultura Surda, ser surdo pode ser uma desvantagem em alguns aspetos, mas não é uma deficiência. Logo, não se deve tratá-la medicamente pois não é necessário. Os membros desta cultura vêem-se como normais e completos.
- 2) Argumento da mensagem/ “message argument” – O tratamento médico para a surdez é insultuoso, humilhante e discriminatório, dando a entender que estes são menos dignos.

- 3) Argumento da cultura / “culture argument” – A surdez é o fator que permite o acesso a uma cultura rica e vigorosa, sendo que não é aceitável destruir o valor intrínseco de uma cultura, nem a própria cultura.

Como Bryce (1996) destacou, os Surdos interpretam-se a si mesmos, a sua identidade e o seu mundo como uma norma, como uma forma de viver e não como uma condenação ao silêncio. É um orgulho que têm em pertencer a esta comunidade. Esta oferece-lhes a possibilidade de pertencer a uma cultura com história, língua, e valores próprios. Sendo assim, têm toda a hipótese de desenvolver uma vida normal e constituir uma família. [32]

Muitas questões ético-morais foram feitas colocadas. Um implante coclear custa entre 30.000€ e 40.000€, podendo chegar aos 100.000€ pelo seguimento que o implantado precisa de ter. [33,34] O implante coclear para a indústria é um negócio. Quais serão os limites deste? Quais são as indicações clínicas para a implantação coclear? Dado o elevado custo, será que todos vão ter direito a este? Se a implantação não for bem sucedida, a criança não aprende a linguagem oral nem linguagem gestual arriscando-se a uma perda dupla? Como foi referido anteriormente, para a cultura Surda, a surdez é uma característica intrínseca da pessoa, que vai ter consequências positivas no seu modo de vida e cultura, em oposição a um problema médico, a uma deficiência como é vista pela ciência. Para responder a este tópico serão os pais a tomar a decisão pela criança pelo chamado consentimento por procuração.

Em 1995, a Comissão Europeia fez um pedido à *European Union of the Deaf* para criar um *Working Group on Ethics of Cochlear Implantation in Children* para investigar o *status* do implante coclear nas crianças surdas e para fazer recomendações. Assim, este grupo de trabalho era composto por profissionais de saúde, pais e membros da comunidade Surda de vários países europeus. Esta comissão reuniu em Bruxelas mensalmente, durante um ano, e procurou promover o diálogo entre os vários intervenientes. De destacar que a Otorrinolaringologia europeia foi representada, nesta Comissão, pelo Prof. Óscar Dias, pelo trabalho desenvolvido em Portugal na área da Surdez Infantil e que lhe granjeou o respeito pela comunidade Surda. Foi realizado um questionário que foi endereçado a todos os centros europeus que possuíam implantação coclear, a 16 associações nacionais de Surdos e a 41 associações de pais de crianças surdas.

A 1 e 2 de Dezembro de 1995, em Bruxelas, foi realizado um encontro que reunia, pela primeira vez, a nível europeu, profissionais de saúde e membros da comunidade Surda. O resultado demonstrou que o implante coclear é eficaz no tratamento da surdez profunda em crianças que perderam a audição após adquirirem a fala, assim como em crianças que nasceram surdas ou que perderam a audição antes de falarem. Conclui-se, também, que os resultados variam bastante entre as crianças implantadas e apenas em 50% dos casos se justificam por o tempo que a criança usou o aparelho e a idade em que foi implantada. Nessa reunião, um dos membros da Comissão pediu publicamente desculpa à comunidade Surda dos diferentes países pela atitude médica interventiva sem ouvir os argumentos e as preocupações dos elementos desta comunidade.

A atual posição da comunidade Surda sofreu uma inversão reconhecendo a justeza de todos os avanços tecnológicos cujo objetivo é de promover e melhorar a qualidade de vida de todos os surdos. Assim, os pais têm o direito a fazer uma escolha informada para os seus filhos, isto é, com o conhecimento de toda a cirurgia e as consequências que esta pode ter, com informação sobre a comunidade Surda e salvaguardando a comunicação com outras famílias que já passaram pelo processo de implantação. A principal meta é salvaguardar o desenvolvimento da criança como um todo, atingindo plenamente as suas capacidades linguísticas, cognitivas e sociais.

A comunidade Surda recomenda o bilinguismo bimodal, onde a criança é exposta em simultâneo à linguagem oral e linguagem gestual. [36] O sucesso na aquisição da língua oral pela criança é multifatorial. Existem fatores, como a idade de implantação, a capacidade auditiva residual, a interação parental ou o estatuto socio económico, que vão influenciar criar uma dispersão dos resultados e um *outcome* imprevisível. Assim, muitos autores defendem que é demasiado arriscado a aquisição única da língua oral. Estes argumentam que ninguém se lamenta por conhecer mais do que uma língua, mas pode lamentar-se por não conhecer nenhuma, sobretudo quando o normal desenvolvimento depende disso. Posto isto, a criança surda tem o direito de crescer bilingue e um dos deveres da sociedade é fazer tudo para que tal seja possível.

Outras recomendações foram que a cirurgia dos implantes cocleares não ficasse dependente da medicina privada, que fosse efetuada apenas em grandes centros académicos, como garantia da continuidade do tempo e da qualidade. Por outro lado, foi também recomendado que as equipas multidisciplinares incluíssem elementos da

comunidade surda e que os pais pudessem contactar com elementos da cultura Surda antes de decidirem pelo implante coclear.

## O presente

Nas pessoas com audição normal, o som entra pelo canal auditivo externo, atravessa-o e alcança a membrana timpânica. Esta transmite as vibrações a um conjunto de ossículos do ouvido médio. O estribo, o ossículo mais profundo, encontra-se em relação com a janela oval e transmite as vibrações a um meio líquido que preenche o ouvido interno, a perilinfa. O movimento deste líquido provoca alterações na membrana basilar, que constitui a base da cóclea. Estas alterações são detetadas pelas células sensoriais ciliadas que se encontram no órgão de Corti. Estas células são responsáveis por converter as vibrações mecânicas em sinais elétricos que se transmitem ao nervo coclear e, posteriormente, ao nervo auditivo. [24]

O implante coclear está indicado para pessoas com surdez neurosensorial severa a profunda, ou seja, onde existe patologia das células sensoriais ciliadas. Posto isto, a principal função destes é a de conversão de energia sonora em sinais elétricos.

Todos os implantes cocleares são constituídos por uma parte externa e uma interna. Externamente existe: 1) um microfone, que capta o som; 2) um processador do som, que codifica os sinais elétricos; 3) um sistema de transmissão transcutâneo para transmissão da informação através da pele. Por sua vez, a parte interna é constituída por: 4) um recetor/estimulador; 5) uma matriz de eléctodos inserida na *scala tympani* da cóclea. [25]

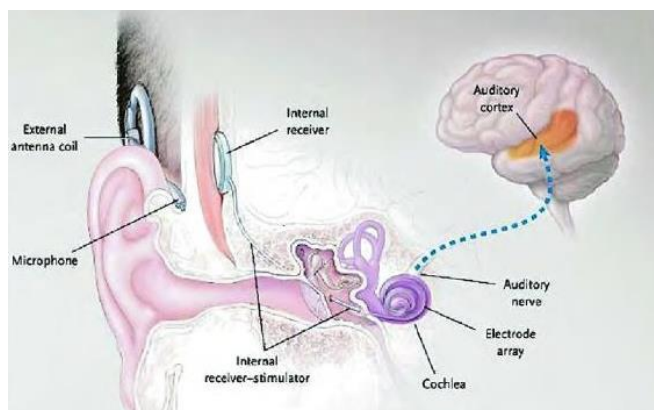


Fig.4 – Posicionamento do implante coclear e representação esquemática da sua relação com a cóclea, nervo auditivo e córtex auditivo [28]

A classificação dos implantes cocleares varia consoante o número de eléctrodos, a localização destes, e segundo a estratégia de processamento. [26]

Atualmente existem 5 empresas que produzem a prótese. Sendo estas: Advanced Bionics® (EUA), Cochlear Limited™ (Austrália), MED-EL (Austria), Neurelec SA (França) e Nurotron® (China). Sendo que, a FDA apenas aprovou os implantes das 3 primeiras: o Nucleus® 5 (Cochlear™), o Harmony™ HiRes 90K® (Advanced Bionics®), e o MAESTRO™ Cochlear Implant System 12 (MED-E1) [26]

## Em Portugal

Em Portugal, os primeiros passos na implantação coclear foram dados em 1985, pelo Dr. Manuel Filipe Rodrigues e pelo seu irmão, Dr. Fernando Rodrigues, que tinham trabalhado na Alemanha. A cirurgia foi realizada no Centro Hospitalar de Coimbra, com um Implante Extra-coclear Banfai e, em 1987, com um implante coclear Cochlear Nucleus 22 (intra-coclear), ambos em adultos com surdez pós-lingual.



Fig.4: Implante extracoclear Banfai (à esquerda) e implante coclear Nucleus 22 (à direita). Fotos cortesia do CHC

Os resultados animadores, a experiência que vinha sendo acumulada e os resultados descritos na literatura da época levaram a que se equacionasse a realização de Implantes Cocleares em crianças, com surdez pré-lingual, também em Portugal.

A 3 de Julho de 1992, após ultrapassados os receios e entraves iniciais, no Centro hospitalar de Coimbra – Hospital dos Covões, o Dr. Manuel Filipe Rodrigues e o Dr. Fernando Rodrigues levam avante o primeiro implante coclear pediátrico em

Portugal, numa criança com surdez profunda congénita, com 4 anos de idade. F. M. foi a primeira criança implantada em Portugal.

O processo de habilitação da fala iniciou-se de seguida, e faziam parte da equipa multidisciplinar uma Professora de Ensino Especial, um Engenheiro Físico e um Médico. Diariamente, durante 6 meses, e em colaboração com os pais, foi este conjunto de profissionais definindo estratégias de diagnóstico auditivo, de condicionamento, um programa de estimulação dos elétrodos, proporcionando progressivamente capacidades de audição e fala à criança implantada. Após esse período, a terapia continuou no domicílio, sempre sob a orientação do Centro Hospitalar de Coimbra, e com revisões periódicas. Este primeiro caso foi, de facto, considerado um sucesso e um exemplo para o futuro.

### **O desenvolvimento do Programa de Implantes Cocleares em Coimbra:**

Desde o início que foi percebido que este método só teria êxito se as crianças fossem implantadas numa idade precoce. Isto devido à plasticidade neuronal necessária para a formação das interconexões interneurais aquando da estimulação auditiva. Conjuntamente, esta plasticidade teria de ser trabalhada de uma forma muito intensa, com sessões diárias, numa fase inicial num centro especializado com acompanhamento em casa pelos familiares e, mais tardiamente, no domicílio e escola com o auxílio de outros profissionais habilitados. [36]

A primeira fase tem como objetivos a habilitação inicial da compreensão do som e da fala, e a realização do primeiro mapa de programação completo e estável. Na segunda, trata-se de trabalhar de modo contínuo, procurando uma evolução na compreensão dos sons e da fala constante, além da consolidação dos mapas de programação e de produção de fala. O conjunto deste método foi designado como “O método de Coimbra”.

Assim, só com o apoio de uma equipa multidisciplinar é possível ao implantado cumprir os objetivos da implantação. Ou seja, proferem e compreendem frases complexas de utilização quotidiana e entendem a conversação de terceiros, sem leitura labial; utilizam frases bem estruturadas; têm uma produção da fala facilmente inteligível

por qualquer ouvinte; estão aptos à inserção no ensino regular e conseguem falar ao telefone.

## **A evolução**

Ao longo dos anos, foram vários os elementos adicionados à equipa multidisciplinar, tendo sido introduzidos profissionais como a Audiologista e a Terapeuta da Fala, entre outros, que adquiriram particulares competências em implantação coclear. Foi conseguido, em conjunto, agilizar e melhorar o diagnóstico, a cirurgia e o acompanhamento pós implantação.

A evolução técnica foi acompanhada por novas próteses e novos elétrodos. O número de implantados aumentava progressivamente, assim como a maior capacidade percetiva do som. As crianças com outras deficiências ou alterações estruturais do ouvido foram também implantados.

Em Maio de 2006, após alguns trabalhos, foi feito o primeiro implante coclear bilateral sequencial (numa criança com défice visual associado) e em Novembro de 2007 realizou-se o primeiro implante coclear bilateral simultâneo numa criança sem outros défices sensoriais. Esta nova cirurgia é, de facto, vantajosa, pois os doentes com implantes bilaterais demonstraram uma melhoria na perceção do discurso, em ouvir no ruído e na localização do som.

A 29 de Agosto de 2017 foi realizado o milésimo implante coclear no centro hospitalar de Coimbra, sendo que a maioria destes foi em crianças.

## **O elevado custo**

Portugal foi considerado um dos países pioneiros na implantação coclear. No entanto, o avanço da implantação em Portugal não foi contínuo e imediato. Um exemplo disto foi que, em 1999, em Espanha, existiam cerca de 900 pessoas com implantes cocleares. Em Portugal, apenas 120 pessoas tinham sido submetidas a este tratamento. Esta perda de posição relativa de Portugal foi fácil de explicar pelo Dr. Manuel Filipe Rodrigues, diretor de serviço na altura. Este salientou o atraso quantitativo do país na aplicação de um método terapêutico, atribuindo claramente responsabilidades aos persistentes constrangimentos estruturais, orçamentais e burocráticos.

Isto porque cada implante Coclear custava ao Estado cinco mil contos, o que equivale a 25 mil euros.

### **Associação Portuguesa de Apoio dos Implantes Cocleares (APAIC)**

Neste contexto, a 10 de Julho de 1997, foi criada a Associação Portuguesa de Apoio dos Implantes Cocleares (APAIC). Esta surgiu com o objetivo de ser representante e defensora dos legítimos interesses das pessoas com deficiência auditiva e com implante coclear ou candidatas a tal implante.

É a partir de Matosinhos, onde no momento se encontra a sede da APAIC, que prestam apoio a todos os associados. Para isto, com muito esforço e trabalho, conseguiram obter protocolos com diversas entidades. Assim, as consultas de psicologia, terapia da fala e ensino especial são disponibilizadas a preços mais acessíveis e, por vezes, estes tratamentos são gratuitos se o implantado não tiver possibilidades económicas.

A APAIC criou um manual para portadores de implante coclear. Este foi criado com o objetivo de ajudar quem convive com as crianças implantadas a lidar com estas, quer sejam pais, professores ou outros profissionais relacionados com estas. Esta ideia surgiu porque, na teoria, os implantados deveriam ir para escolas de referência. No entanto, isto não acontece e acabam por ir para os estabelecimentos de ensino perto da residência, isto é, as escolas de ouvintes onde os professores e auxiliares não tem formação específica para lidar com estes.

## **O desenvolvimento do Programa de Implantes Cocleares em Lisboa:**

### **A Consulta de Grupo de Surdez Infantil**

No início da década de 80, a Direção Geral do Ensino Básico do Ministério da Educação pediu ao Serviço de ORL do Hospital de Santa Maria/ Faculdade de Medicina de Lisboa que organizasse Cursos de ORL para os professores do Ensino Especial de todo o país. É na sequência desses Cursos que, em 1985, nasce a Consulta de Grupo de

Surdez Infantil, ficando celebrado em Diário da República a colaboração formal entre o Ministério da Educação e o Ministério da Saúde, D.R. nº 147/1985 de 27/06/1985.

De 1983 a 1990, o Serviço de Otorrinolaringologia do/Hospital Santa Maria, realizou anualmente cursos de otorrinolaringologia para clínicos gerais de forma que estes soubessem lidar com diversas patologias nomeadamente a Surdez Infantil. De igual modo, também foram organizadas várias conferências em centros de Saúde e congressos de Pediatria, fazendo assim uma formação para os pediatras. Estas sessões tiveram como objetivo e informar, sensibilizar e formar para o diagnóstico e prevenção da surdez.

A clínica universitária de Otorrinolaringologia contribuiu também para a formação de professores do ensino de crianças deficientes auditivas. Neste contexto, foram organizados pelo serviço, a pedido do ministério da educação, cursos intensivos para a preparação de professores das equipas de apoio à criança deficiente auditiva, tendo sido o primeiro em 1982.

Foi desenvolvido um trabalho na área da surdez com os Núcleos do Ensino Especial do Ministério da Educação. Inclusive, a direção geral do ensino básico e secundário disponibilizou uma linha telefónica direta para a consulta de grupo de surdez infantil de forma a que qualquer escola tivesse acesso aos serviços sem a necessidade de passar pelo circuito habitual dos Centros de Saúde.

Em 1985, procurando melhorar a assistência à criança surda, o Professor Mário Andrea criou a Consulta de Grupo de Surdez Infantil, tendo em vista promover a abordagem multidisciplinar da criança surda de forma a proporcionar apoio audio-fonológico e educativo, para além da assistência médica. Inicialmente, o pessoal envolvido estava em regime de voluntariado. Esta consulta, cujo desenvolvimento foi entregue ao Prof. Óscar Dias, cresceu muito rapidamente para fazer face às inúmeras carências da altura. A maior parte das crianças eram surdas mudas devido ao diagnóstico tardio.

Ao longo dos anos, assistiu-se a uma transformação no serviço de otorrinolaringologia, que, inicialmente, era de apoio à criança com surdez diagnosticada, para passar a ser um centro de diagnóstico e orientação de novos casos a nível nacional. Perante esta sensibilização dos professores, educadores, pediatras e clínicos gerais verificou-se uma diminuição da idade em que é efetuado o diagnóstico da surdez neurossensorial. No início dos anos 90 eram assistidas na consulta de Surdez

cerca de 2200 crianças com surdez grave (severa a profunda), sendo que apenas um terço destas pertenciam ao distrito de Lisboa. Em 1990, o Prof. Óscar Dias apresenta a sua tese de Doutoramento sobre a Surdez Infantil na Faculdade de Medicina de Lisboa. Neste trabalho, são identificadas as principais causas e analisados os fatores críticos para melhorar o diagnóstico e a intervenção médica e de reabilitação.

### **O início do Programa de Implantes Cocleares**

É com base nesta vivência na área da Surdez que o Prof. Mário Andrea e o Prof. Óscar Dias iniciam o Programa de Implantes Cocleares em 1991. Assim, depois de várias formações e colaborações, nomeadamente na Clínica de Navarra em Pamplona, em Dezembro de 1992, foi colocado no serviço o primeiro implante coclear. Tratou-se de uma doente adulta, M. J. A., engenheira química com uma surdez progressiva. Pela grande experiência que o serviço tinha na área da surdez, o desenvolvimento do programa de implantação superou as expectativas no que diz respeito ao diagnóstico, decisão, cirurgia, pós-operatório, reabilitação e seguimento. Em 2013 tinham sido implantados 112 implantes cocleares no hospital Santa Maria. Desde essa altura, por motivos de mudança na direção do Serviço, o programa ficou parado com inúmeros prejuízos para os doentes.

### ***The European Working Group on Cochlear Implants e os aspetos éticos***

Pela experiência que possuía relativamente à implantação coclear e pela boa reputação do serviço perante a comunidade Surda, o Professor Óscar Dias recebeu um convite da *European Union of the Deaf* para ser o representante da Otorrinolaringologia Europeia no *Working Group on Ethics of Cochlear Implantation in Children* a pedido da Comissão Europeia, já referido anteriormente.

Em conclusão, podemos dizer que Portugal esteve desde os momentos iniciais envolvido na Cirurgia dos Implantes Cocleares. O papel pioneiro de Coimbra deve ser destacado bem como a intervenção portuguesa no desenvolvimento dos Programas de Implantação Coclear da Europa, tendo como base o trabalho da Consulta de Grupo de Surdez Infantil.

## **Agradecimentos:**

Ao Dr. Marco Simão por aceitar ser o meu orientador e pela disponibilidade prestada durante a elaboração deste trabalho.

Ao Dr. Jorge Quadros por toda a informação e disponibilidade prestada durante a elaboração deste trabalho.

Ao Prof. Óscar Dias pela disponibilidade e pela oportunidade de realizar este trabalho na Clínica Universitária de Otorrinolaringologia do Hospital de Santa Maria.

A toda a minha família e amigos, pelo apoio que me deram ao longo do curso de Medicina.

## **Bibliografia**

- 1: Shraghi, A., Nazarian, R., Telischi, F., Rajguru, S., Truy, E. and Gupta, C. (2012). The Cochlear Implant: Historical Aspects and Future Prospects. *The Anatomical Record: Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology*, 295(11), pp.1967-1980.
- 2: Wilson, B. and Dorman, M. (2008). Cochlear implants: A remarkable past and a brilliant future. *Hearing Research*, 242(1-2), pp.3-21.
- 3: Brenner W. Untersuchungen und Beobachtungen über die Wirkung elektrischer Ströme auf das Gehörorgan im gesunden und kranken Zustande. Leipzig, Germany: Giesecke & Devrient; 1868.
- 4: Fletcher H. *Speech and Hearing in Communication*. Second. New York: D Van Nostrand Company, Inc.; 1953.
- 5: Geers AE, Strube MJ, Tobey EA, Pisoni DB, Moog JS. Epilogue: factors contributing to long-term outcomes of cochlear implantation in early childhood. *Ear Hear* 2011 ; 32 Suppl: 84S-92S.
- 6: Wever EG, Bray CW. The nature of the acoustic response: the relation between sound frequency of impulses in the auditory nerve. *J Exp Psychol*. 1930;13:373–387.
- 7: Gisselson L. Evidence favouring a possible humoral transmission in the inner ear. *Acta Otolaryngol*. 1950;38:(suppl 82) 9-23.
- 8: Djourno A, Eyries C. Auditory prosthesis by means of a distant electrical stimulation of the sensory nerve with the use of an indwelling coiling. *Presse Med*. 31. 1957; 65(63): 1417.
- 9: Clark JH, Wang NY, Riley AW et al. CDaCI investigative Team. Timing of cochlear implantation and parents' global ratings of children's health and development. *Otol Neurotol* 2012; 33:545-552.
- 10: Hinderink JB, Krabbe PFM, Van Den Broek P. Development and application of a health-related quality-of-life instrument for adults with cochlear implants: the Nijmegen cochlear implant questionnaire. *Otolaryngol Head Neck surg* 2000; 123:756-765.
- 11: Gatehouse S, Noble W. The speech, spatial and qualities of hearing scale (SSQ). *Int J Audiol* 2004; 43: 85-99.
- 12: Umansky AM, Jeffe DB, Lieu JE. The HEAR-QL: quality of life questionnaire for children with hearing loss. *J Am Acad Audiol* 2011; 22: 644-653.

- 13: Mudry, A., & Mills, M. (2013). The Early History of the Cochlear Implant. *JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, 139(5), 446.
- 14: Vlahovic S, Sindija B. The influence of potentially limiting factors on paediatric outcomes following cochlear implantation. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2004; 68: 1167 – 1174.
- 15: Vanneste S, Langguth B, De Ridder D. Do tDCS and TMS influence tinnitus transiently via a direct cortical and indirect somatosensory modulating effect? A combined TMS-tDCS and TENS study. *Brain Stimulat* (2011); 4: 242-252.
- 16: Landgraf JM, Abetz LN. Measuring health outcomes in pediatric populations: issues in psychometrics and applications. In: Spilker B, ed. *Quality of life Pharmacoeconomics in Clinical Trials*. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1996.
- 17: Warner-Czyz AD, Loy B, Roland OS, Tong L, Tobey EA. Parent versus child assessment of quality of life in children using cochlear implants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2009; 73: 1423-1429.
- 18: Tomblin JB, Spencer LJ, Gantz BJ. Language and Reading acquisition in children with and without cochlear implants. *Adv. Otorhinolaryngol* 2000; 57: 300-304.
- 19: Blamey PJ, Barry JG, Bow C et al. The development of speech production following cochlear implantation. *Clin Linguist Phon* 2001; 5: 363-382.
- 20: Bilger RC, Black FO, Hopkinson NT, Myers EN, Payne JL, Stenson NR, Vega A, Wolf RV. Evaluation of subjects presently fitted with implanted auditory prostheses. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 1977;86(Suppl. 38, No. 3, Part 2):1–176..
- 21: Sarant JZ, Blamey PJ, Dowell RC, Clark GM, Gibson WP. Variation in speech perception scores among children with cochlear implants. *Ear Hear* 2011; 22: 18-28.
- 22: National Institutes of Health. Cochlear implants. NIH Consensus Statement. 1988;7(2):1–9.
- 20: Wilson BS. Speech processing strategies. In: Cooper HR, Craddock LC, editors. *Cochlear Implants: A Practical Guide*. 2nd Ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons; 2006. pp. 21–69.
- 24: Manrique Rodríguez, M. and Huarte Irujo, A. (2002). *Implantes cocleares*. Barcelona [etc]: Masson, pp.43-45.
- 25: Lenarz, T. (2017). Cochlear Implant – State of the Art. *Laryngo-Rhino-Otologie*, 96(S 01), pp.S123-S151.
- 26: N. L. Cohen, S. B. Waltzman, and S. G. Fisher, “A Prospective, Randomized Study of Cochlear Implants,” *N. Engl. J. Med.*, vol. 328, no. 4, pp. 233–237, Jan. 1993.

- 27: G. Raman, J. Lee, and M. Chung, “Effectiveness of Cochlear Implants in 24 Adults with Sensorineural Hearing Loss,” Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US), 2011.
- 28: Gates GA, Miyamoto RT. Cochlear implants. *New Engl J Med*. 2003;349:421–423.
- 30: Manrique Rodríguez, M. and Huarte Irujo, A. (2002). *Implantes cocleares*. Barcelona [etc]: Masson, pp.8.
- 31: Levy N. Reconsidering Cochlear Implants : the Lessons of Martha’s Vineyard. 2002;16(2).
- 32: Bryce G. Cochlear implant and the deaf culture. *Am J Otol* 1996;17(3):496.
- 33: Smulders YE, van Zon A, Stegeman I, et al. Cost–Utility of Bilateral Versus Unilateral Cochlear Implantation in Adults. *Otol Neurotol* 2016;37(1):38–45.
- 34: Duarte I, Santos CC, Freitas A, Rego G, Nunes R. Ethics, equity, and human dignity in access to health services: the case of cochlear implants in children and adolescents. *Eur Arch ORL* 2015;272(4):1011–9.
- 35: Mitchiner JC. Deaf parents of cochlear-implanted children: beliefs on bimodal bilingualism. *J Deaf Stud Deaf Educ* 2015;20(1):51–66.
- 36: Sharma A, Dorman MF, Spahr AJ. A sensitive period for the development of the central auditory system in children with cochlear implants: implications for age of implantation. *Ear Hear* 2002;23(6):532–9.