



Tecnologies auditives del futur

Waldo Nogueira, Prof. Dr.-Ing

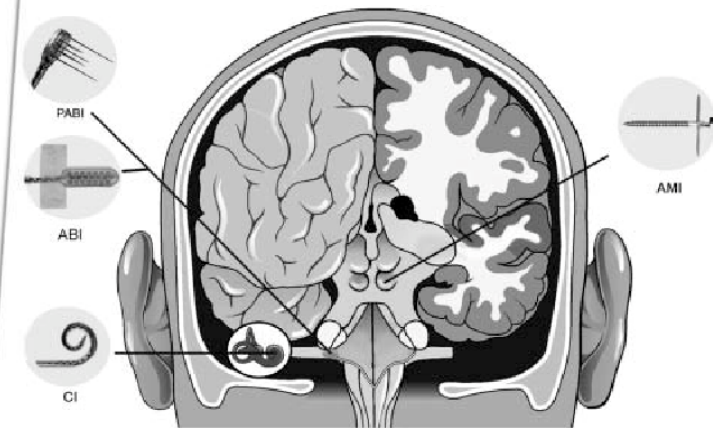
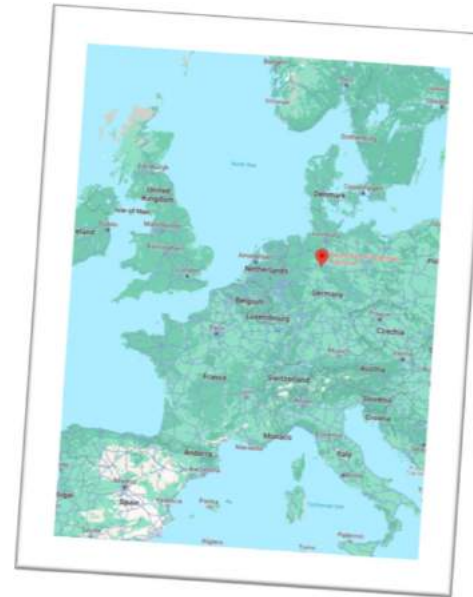
(1) Department of Otolaryngology, Hannover Medical School and
(2) Cluster of Excellence "Hearing4all", Hanover, Germany

27th Jornades ACAPPS

Barcelona

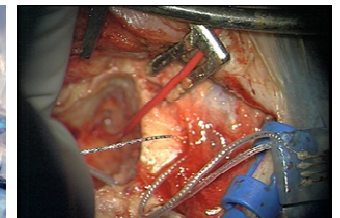
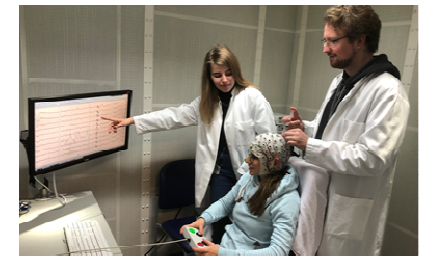
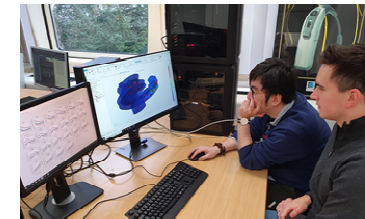
18th November 2023

- Departamento de Otorrinolaringología/
- German Hearing Center
 - 30 años de experiencia con implante coclear
 - Programa de implante coclear más grande a nivel mundial (<11,000 Impl. 2023)
 - ~600 pacientes implantados por año
 - Amplio espectro de sistemas auditivos
 - Implantes cocleares, implantes oído medio, audífonos
 - Implantes centrales, implantes de tronco (ABI) y mesoencéfalo (AMI)



- Metodología:
 - Entender funcionamiento del sistema auditivo
 - Modelaje computacional auditivo
 - Psicofísica
 - Electrofisiología

- Visión: Crear el dispositivo auditivo del futuro
 - Audición aumentada a través de la estimulación eléctrica acústica
 - Dispositivos auditivos basado en IA
 - Neurotecnología: Implantes auditivos centrales

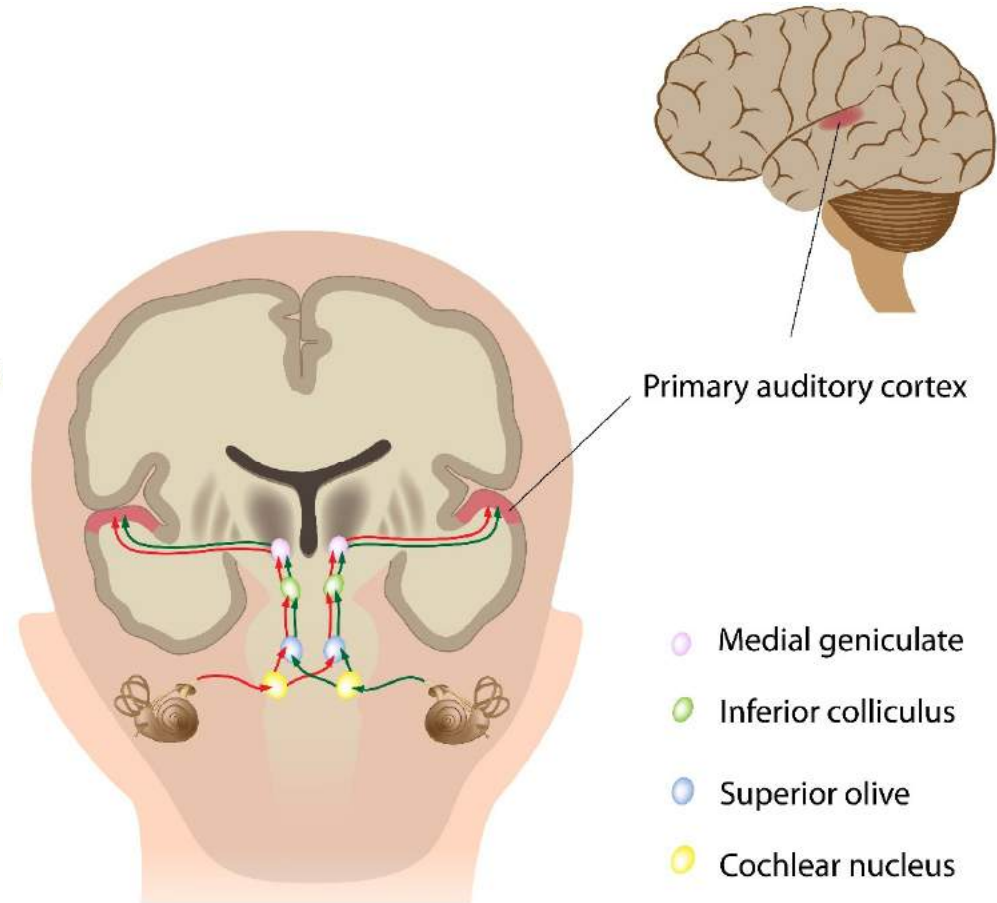
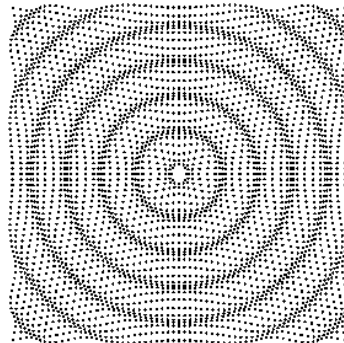
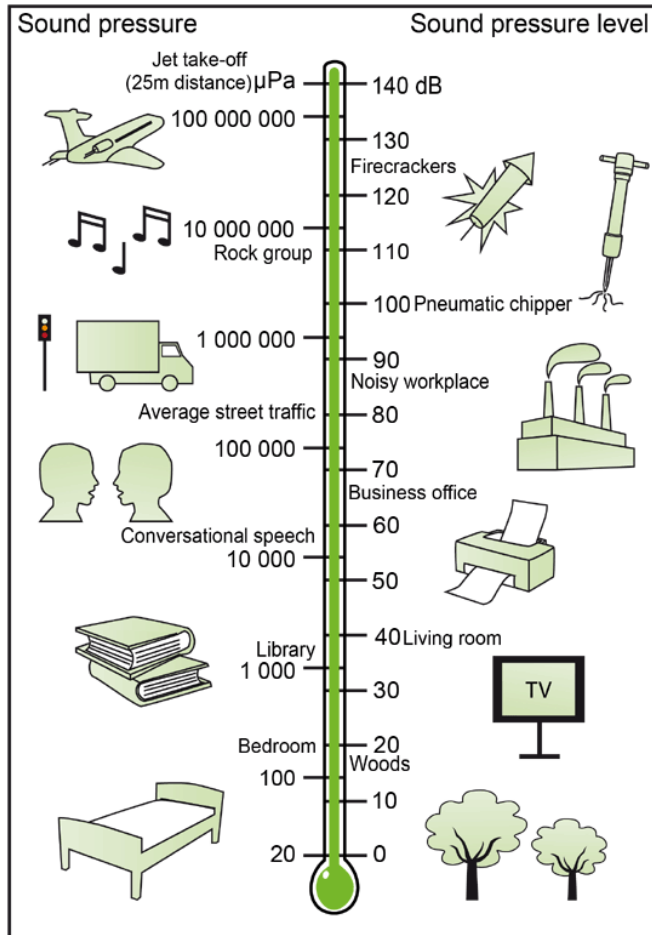




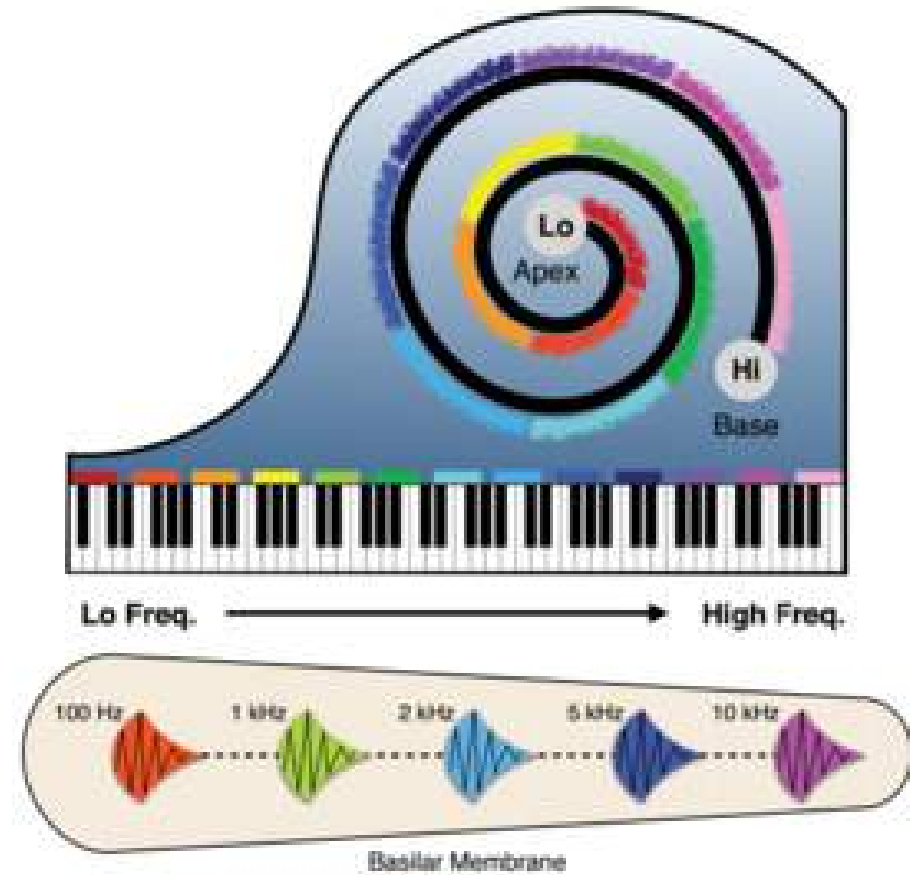
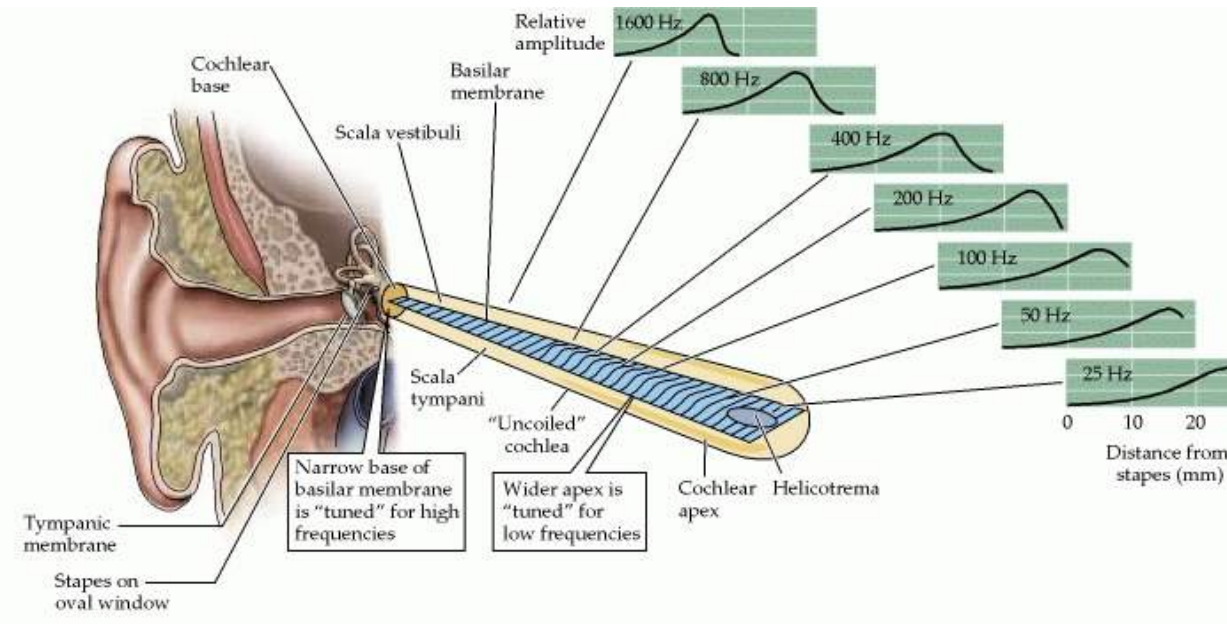
La OMS predice que en 2050 una de cada diez personas sufrirán algún tipo de pérdida auditiva.

El retraso en el diagnóstico de la pérdida auditiva tiene un impacto en el desarrollo del cerebro y el aprendizaje (Kral et al., Lancet, 2016)

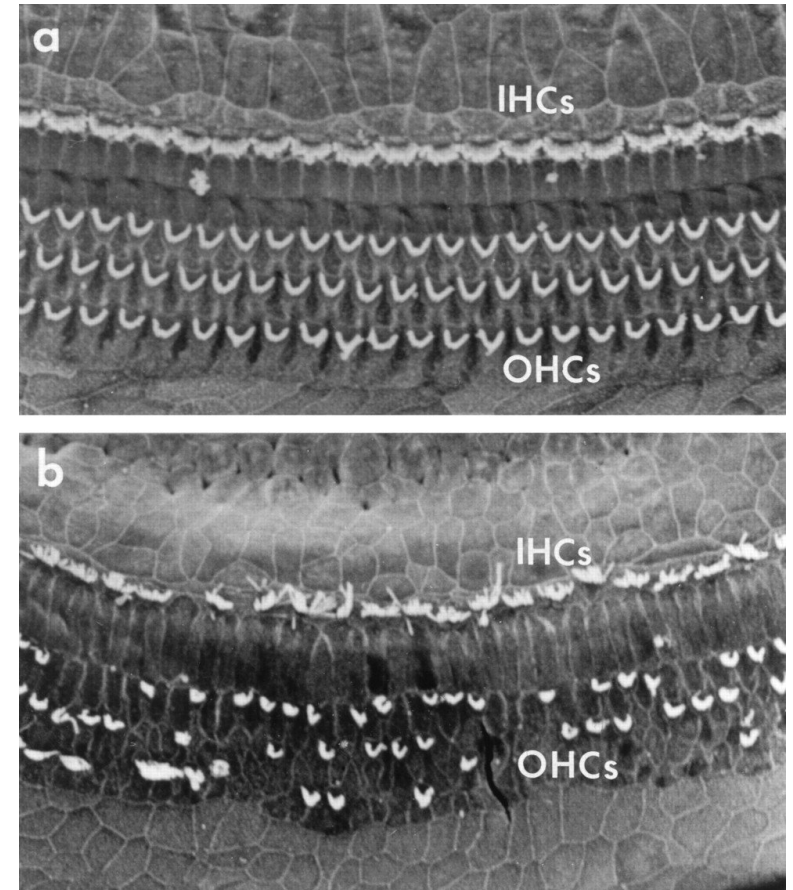
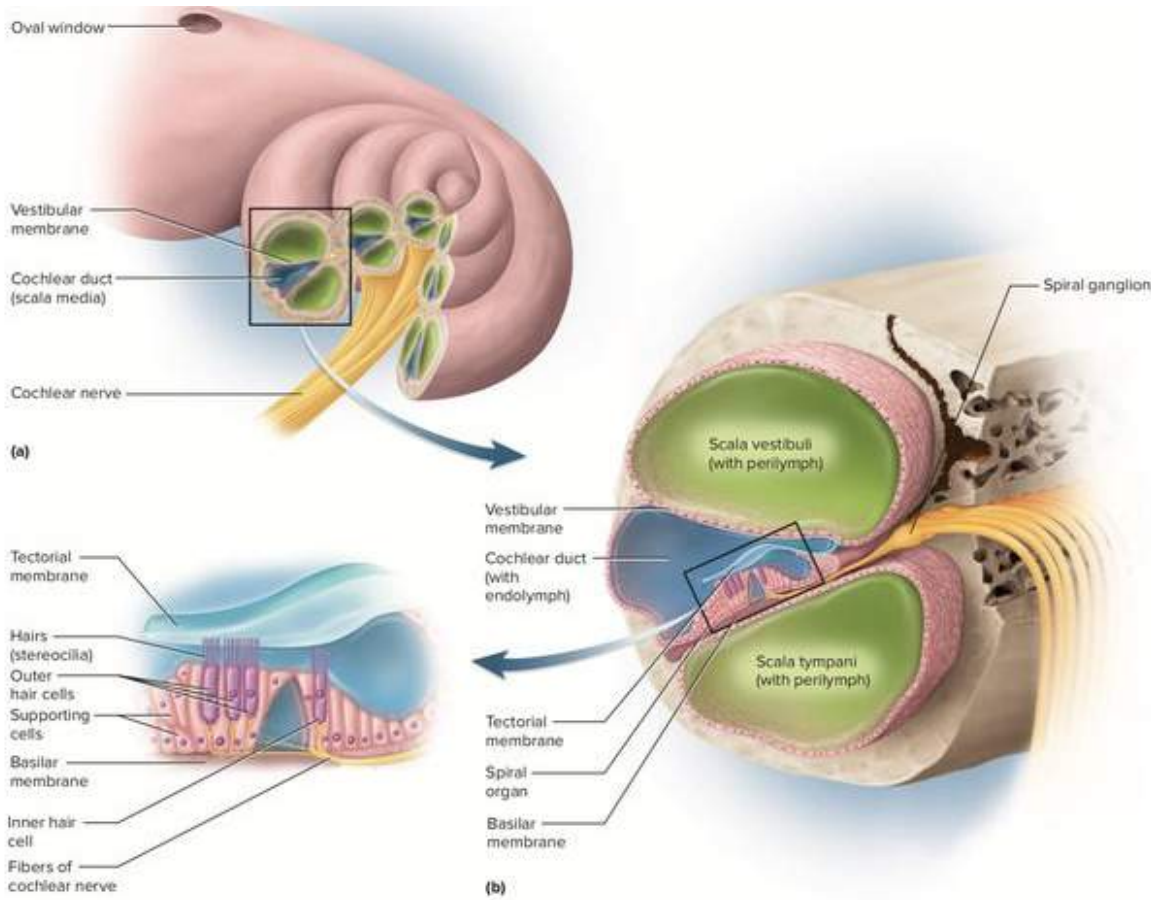
La pérdida auditiva es el mayor factor modificable que afecta la demencia (Nichols et al., Lancet, 2022)



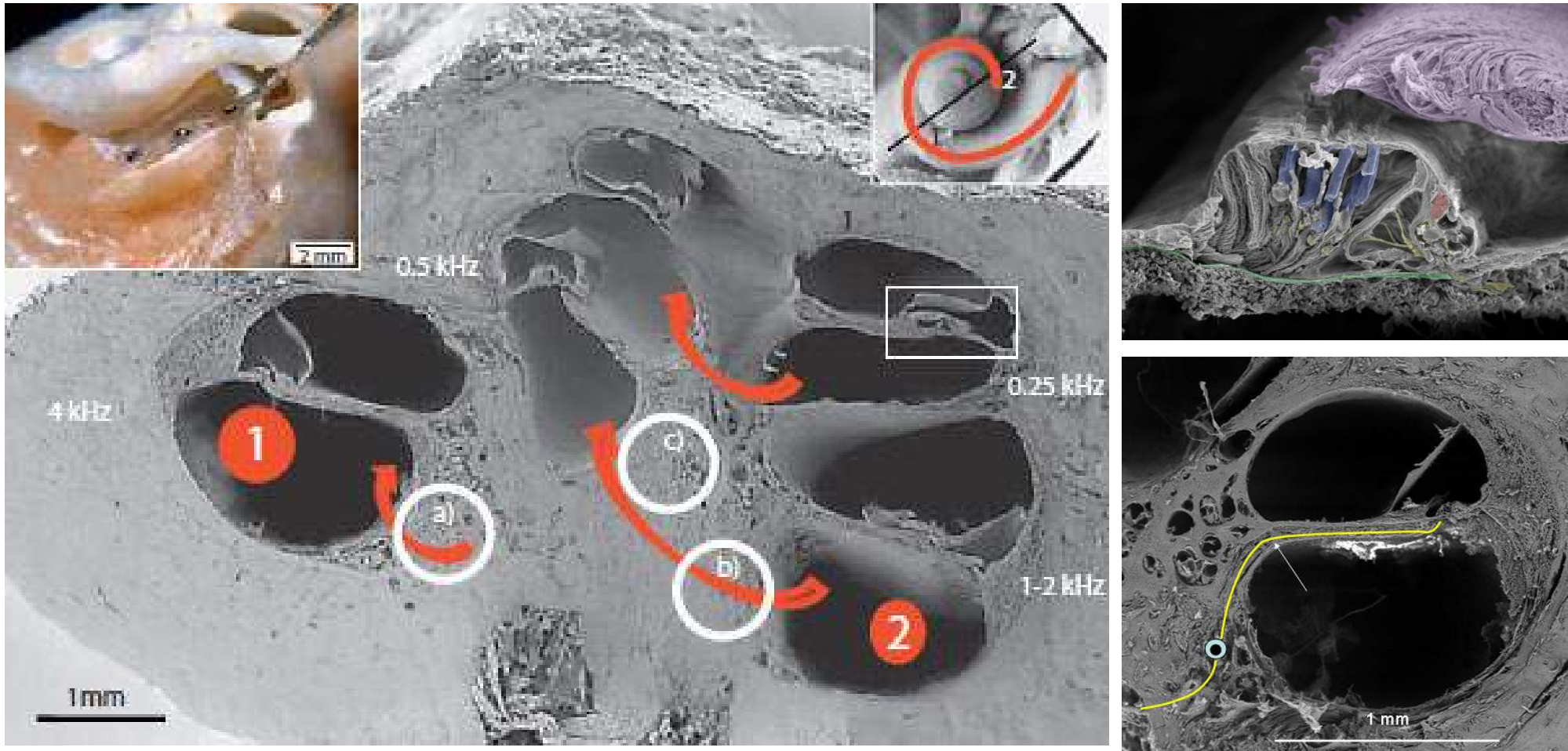
Tonotopía



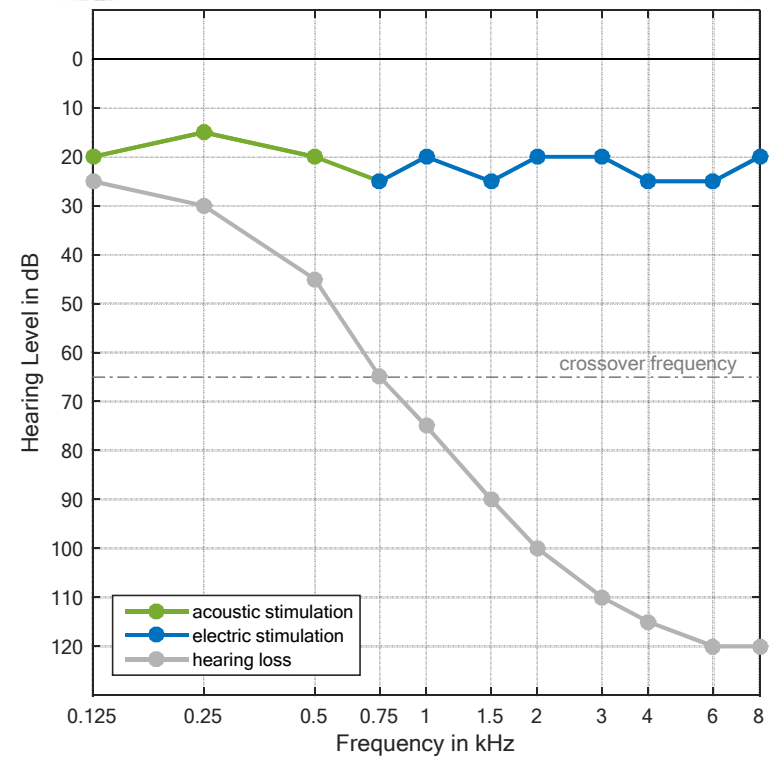
Cóclea



Ryan, 2000 (PNAS)



Audiograma

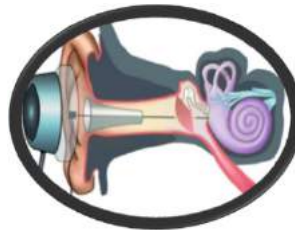


Source: <https://aqm-hearingcenter.com/mengenal-istilah-audiogram-pada-pengengaran/>

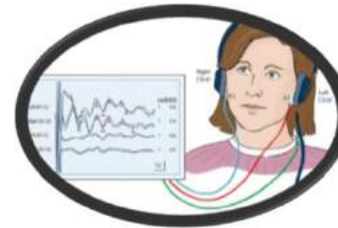
Otoacoustic Emissions



ECochG



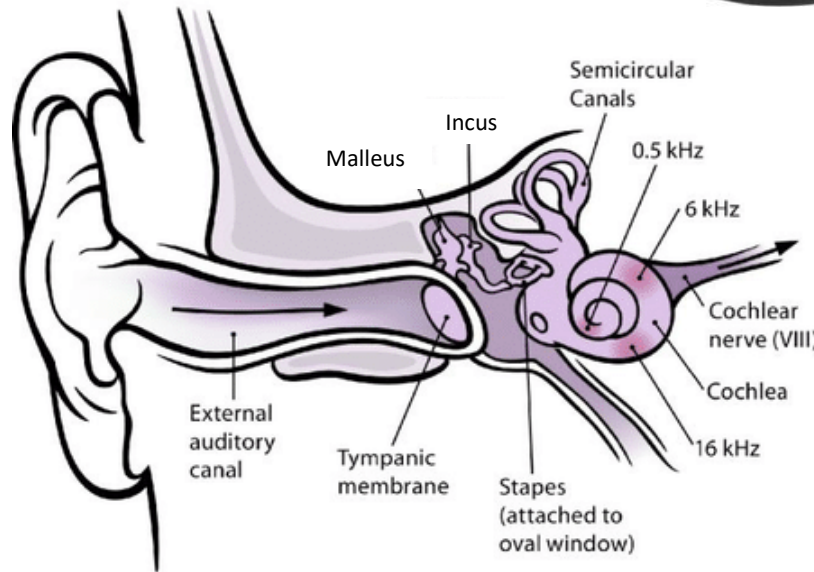
Evoked Potentials



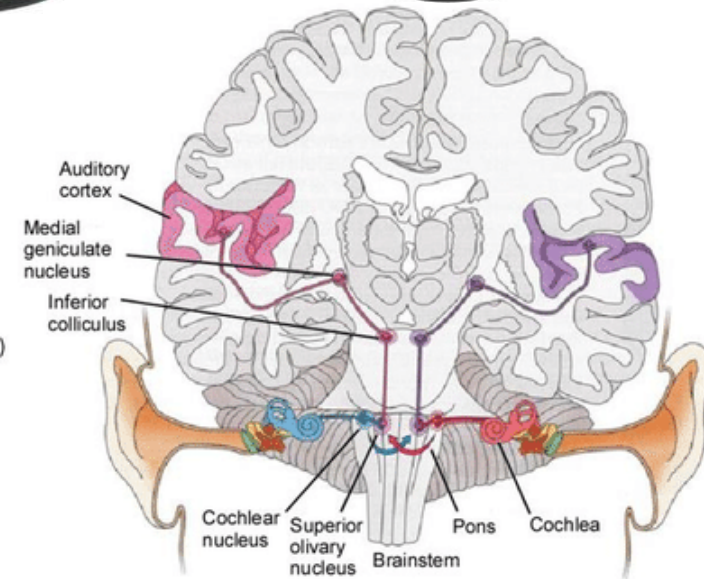
EEG – fNIRS- PET
Neuro Imaging



Tympanometry



CT/MRI





Diagnosticar la audición
residual de baja frecuencia

Es muy difícil diagnosticar audición en las bajas
frecuencias en recién nacidos (Wilson et al. 2016)

Middle Ear Implants

Auditory Brainstem Implants

Bone Conduction



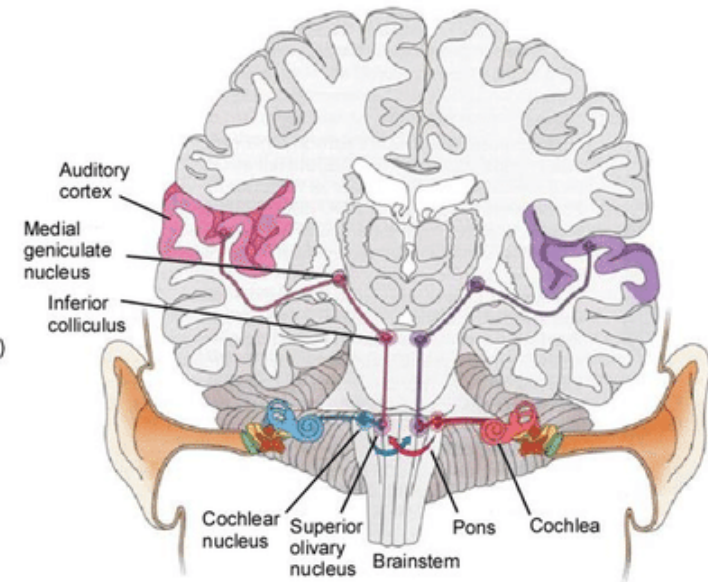
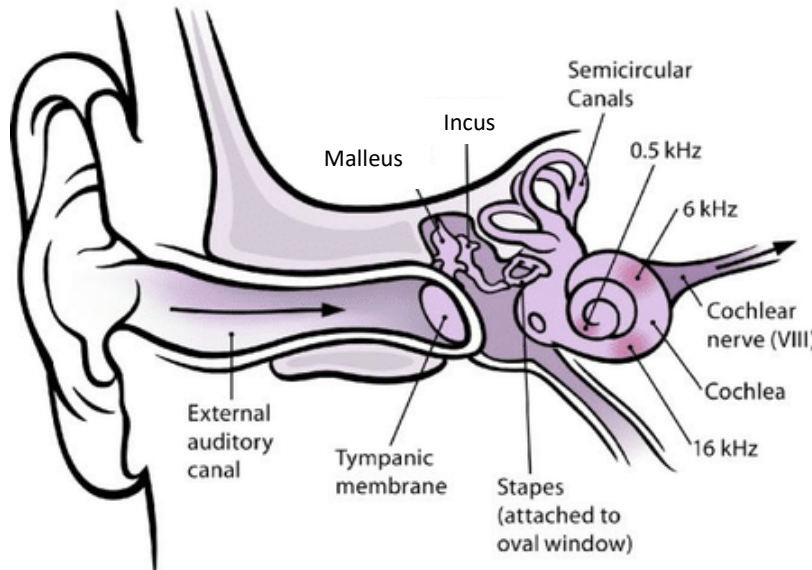
Cochlear Implants



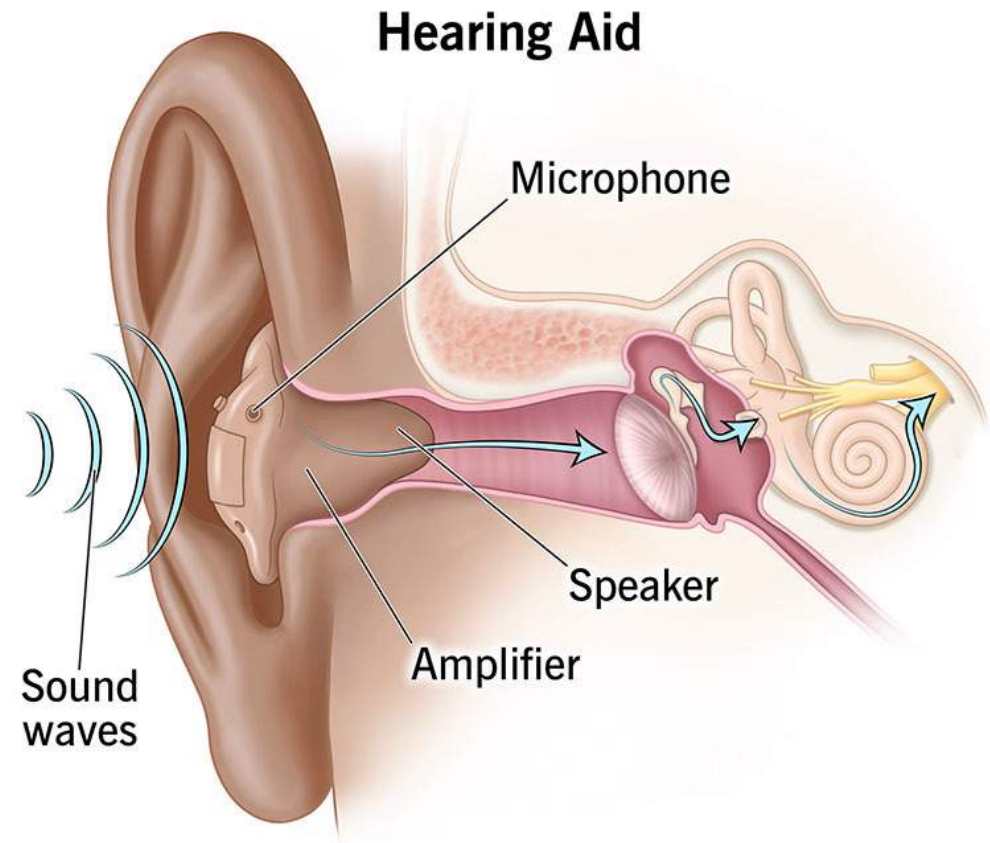
Hearing Aids



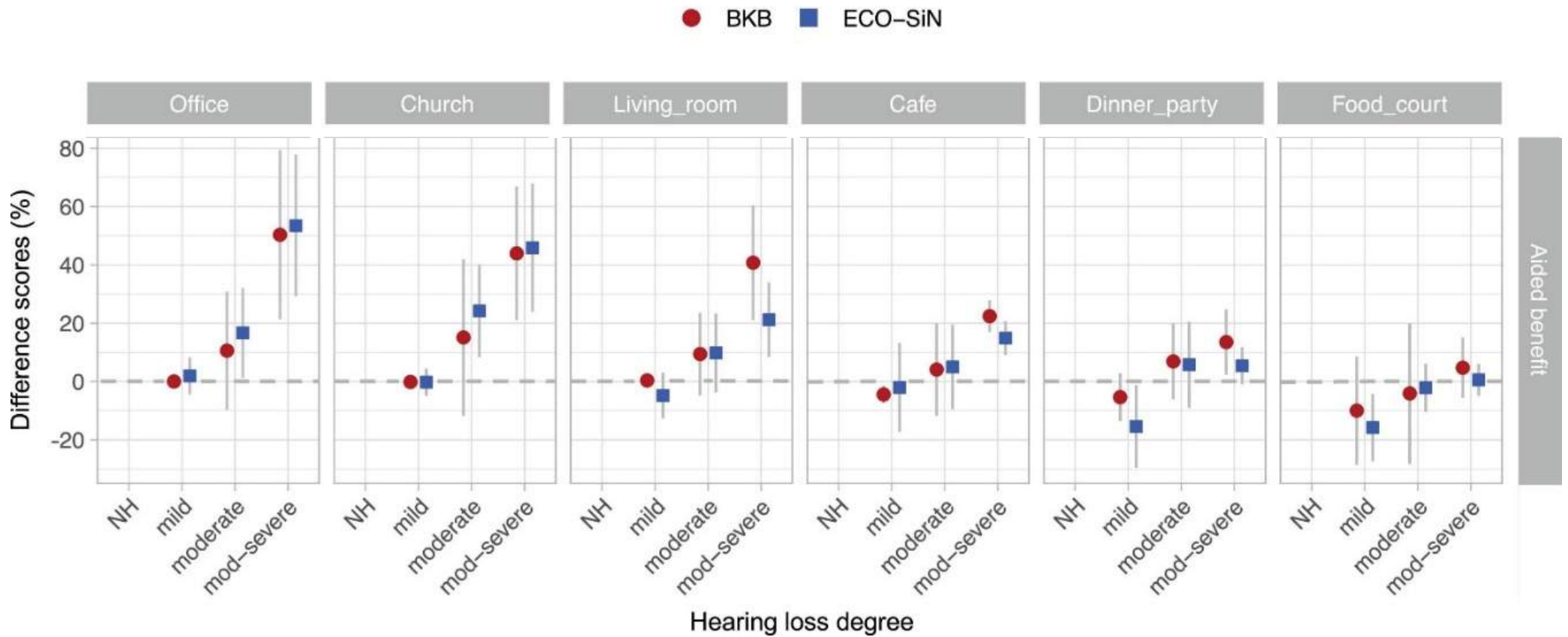
Hearables y OTCs



- Hace que el sonido sea audible para una persona con pérdida auditiva.
- Amplifica el sonido basado en Audiograma
- La tasa de adopción es ~30%
- El 52% de personas con pérdida auditiva no utiliza audífonos por miedo al rechazo social (estigma)



Hearing Aid Benefit



Miles et al. Front Neurosci. 2022 Mar 17;16:789565.

Middle Ear Implants

Auditory Brainstem Implants

Bone Conduction



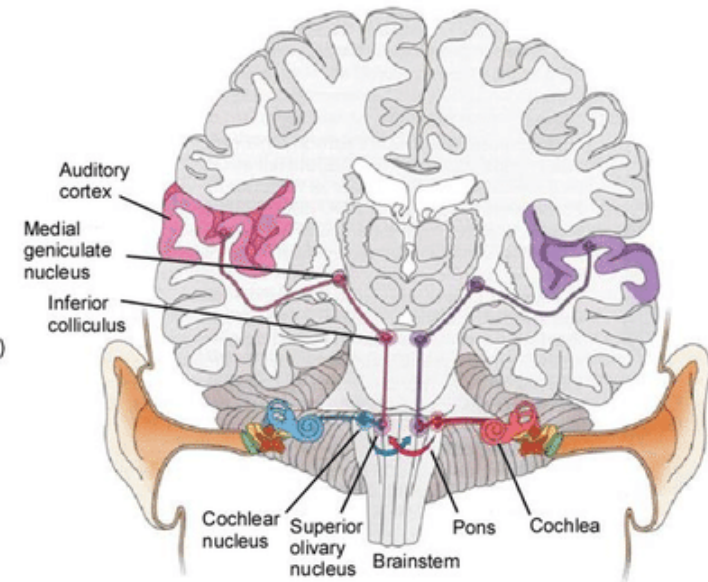
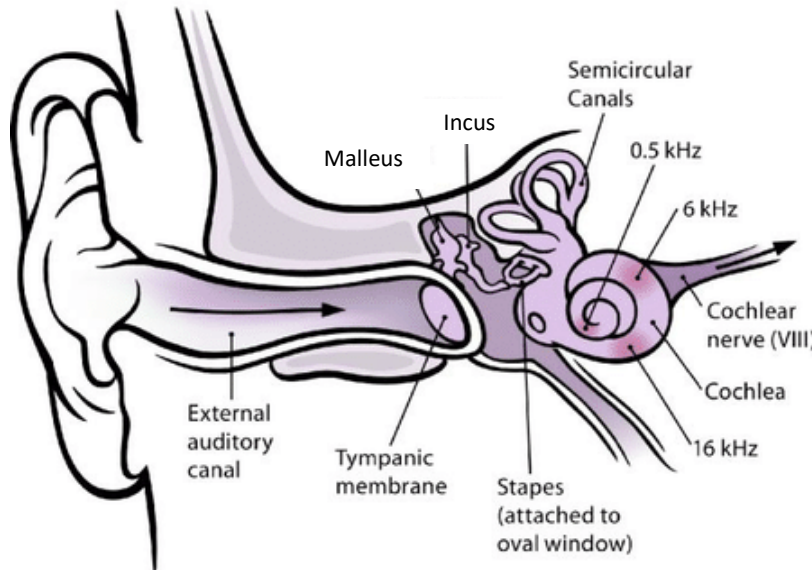
Cochlear Implants



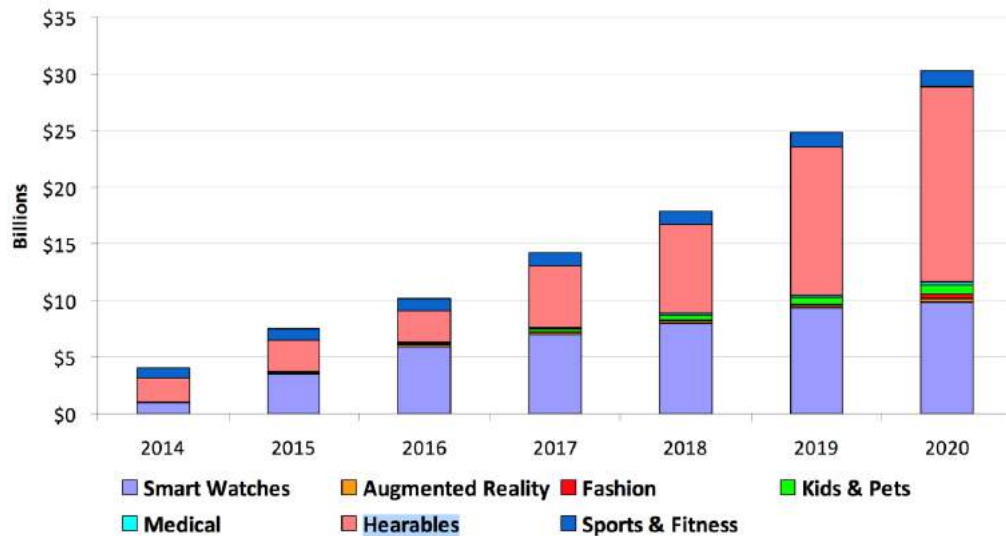
Hearing Aids



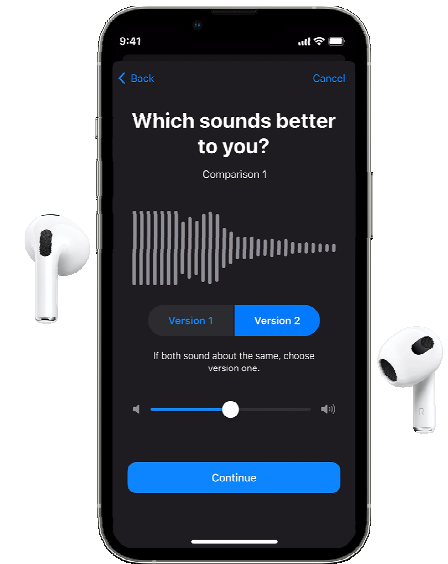
Hearables



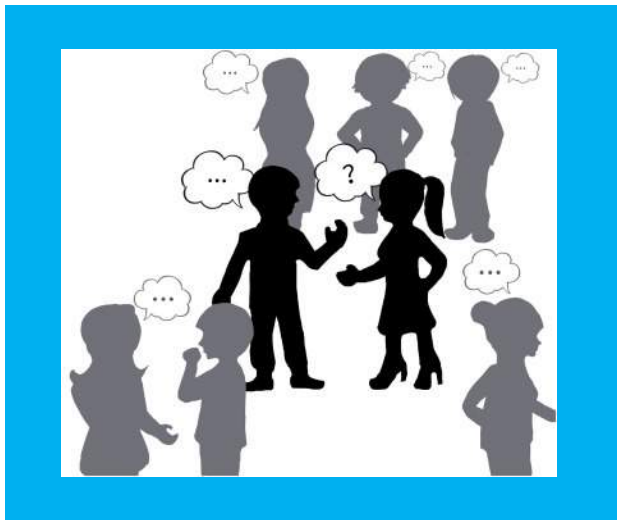
- “Hearables” o “auriculares inteligentes” o “earbuds” son dispositivos electrónicos que se llevan dentro del oído.
- Se utilizan para mejorar la “salud auditiva” u “otras aplicaciones”



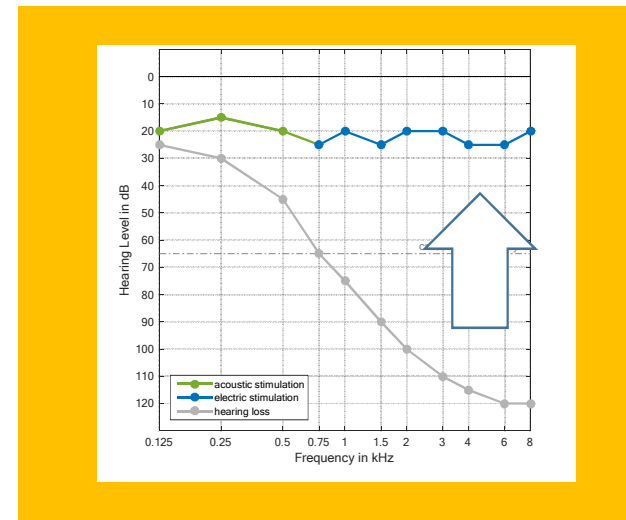
ick Hunn - The Market for Smart Wearable Technology - WiFore Consulting



Hearing Aid Accessibility Feature (Android, iOS)



Escucha en ambientes ruidos



Amplificación en las altas frecuencias

Middle Ear Implants

Cochlear Implants

Auditory Brainstem Implants

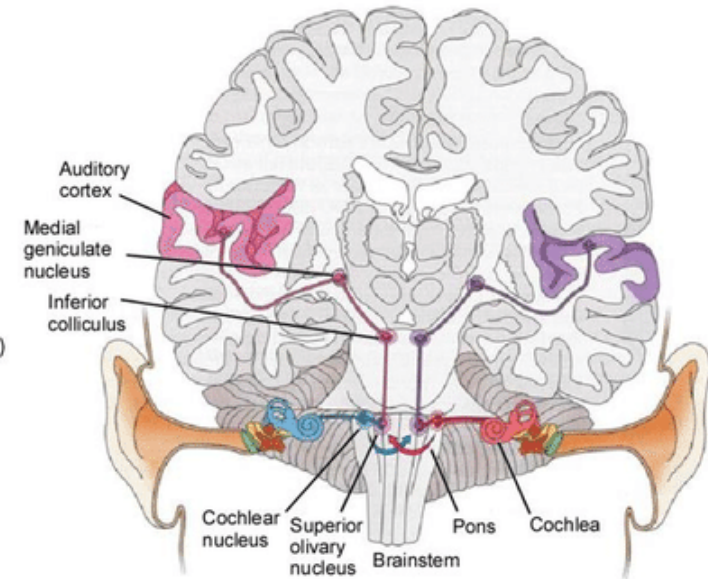
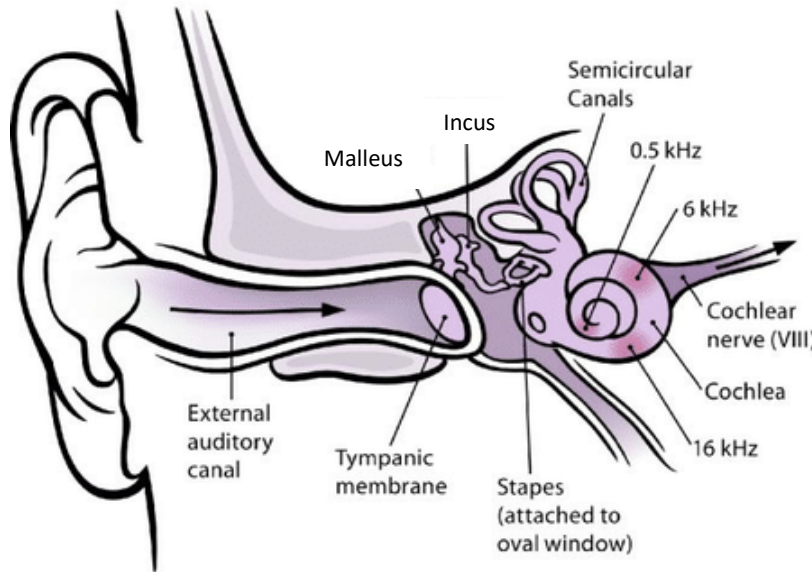
Bone Conduction



Hearing Aids



Hearables/OTCs



Middle Ear Implants

Cochlear Implants

Auditory Brainstem Implants

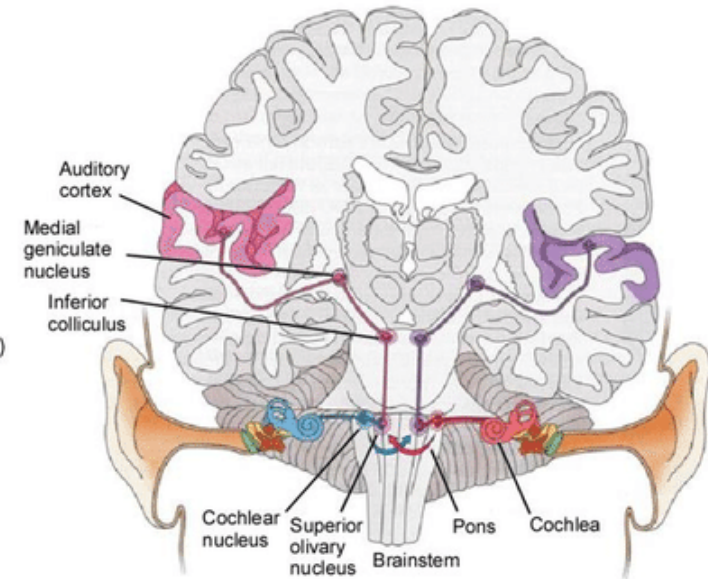
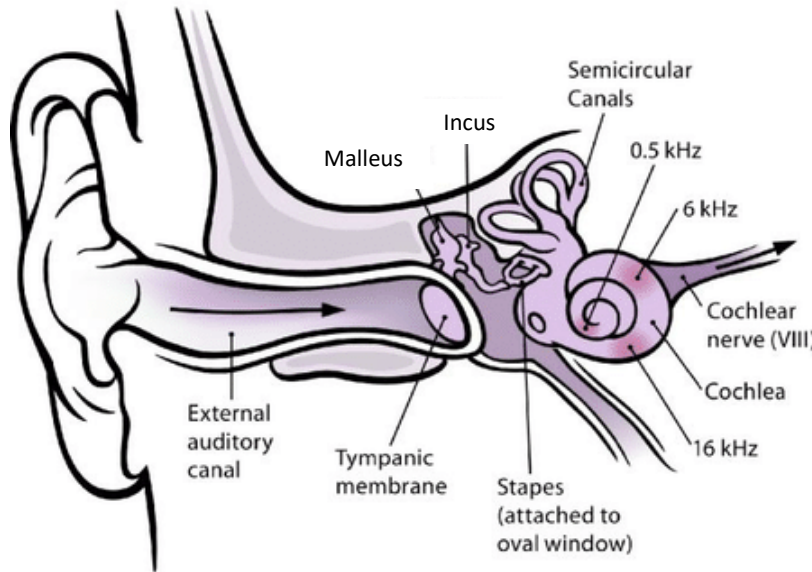
Bone Conduction



Hearing Aids



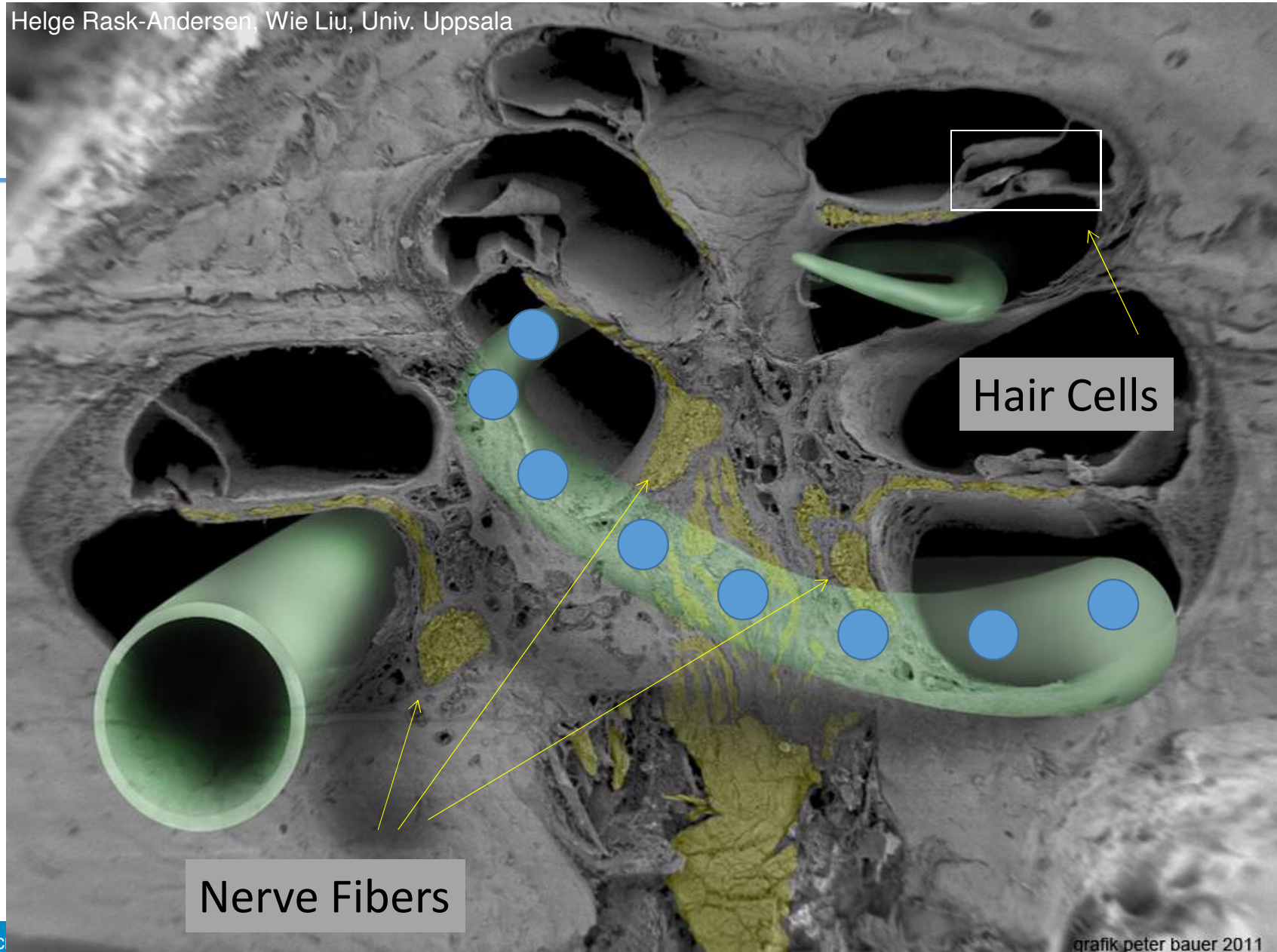
Hearables



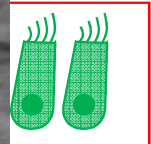
Quiet



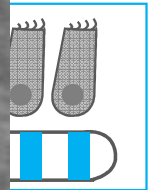
loud



Low
frequencies



Apex



Alessandro Volta (1745 – 1824)

- Primero en estimular el sistema auditivo de forma eléctrica.
- Conectó una batería con 30 o 40 ‘discos’ (aproximadamente 50V) a dos barras de metal.
- Insertó los terminals en sus oídos. Al completar el circuito, recibió la sensación de una “explosion en su cabeza”, seguido de un sonido similar a una “olla hirviendo una sopa”.



Alessandro Volta

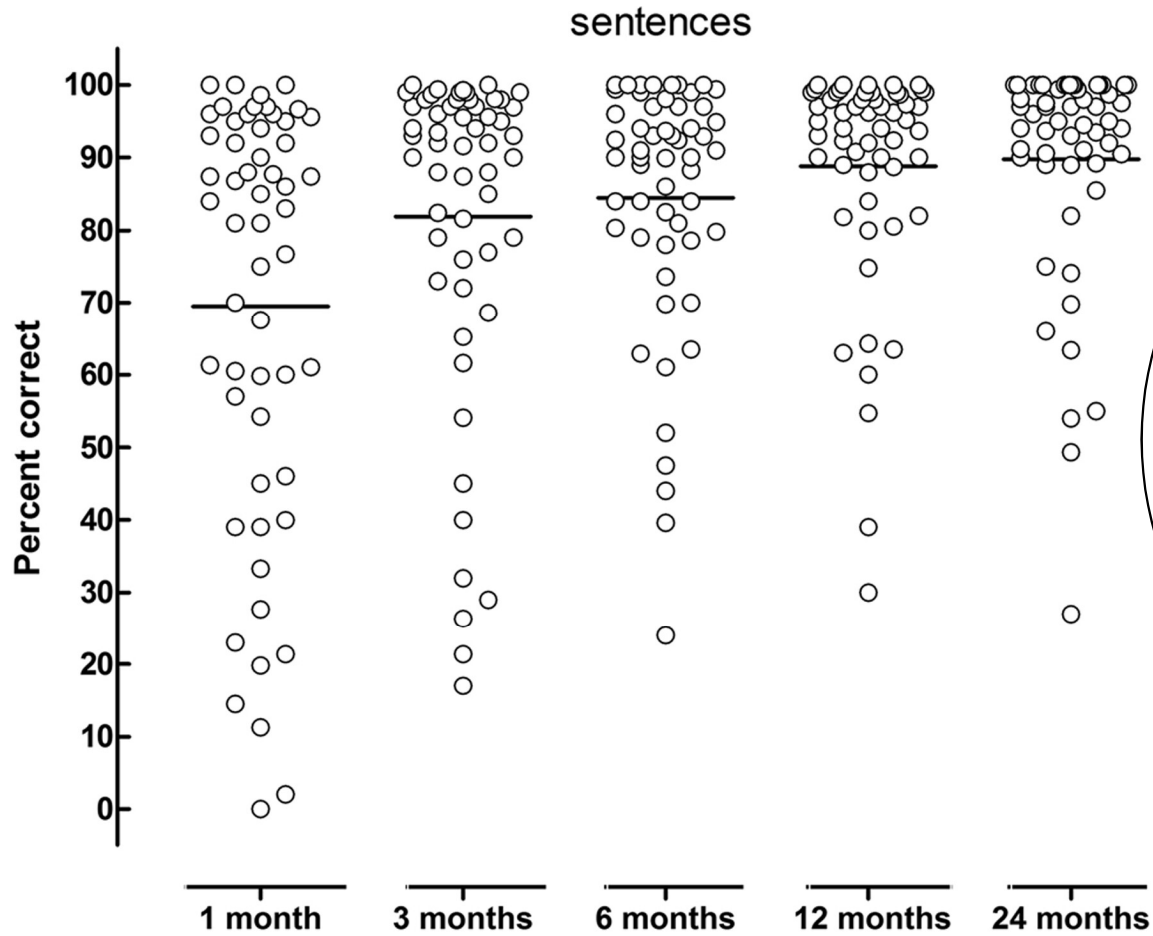
- Inventor de la pila eléctrica



Pila voltaica (~1800)



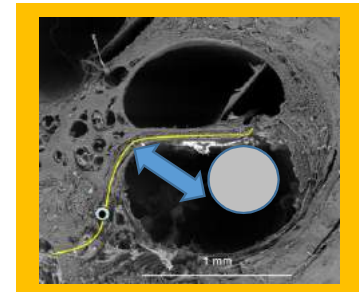
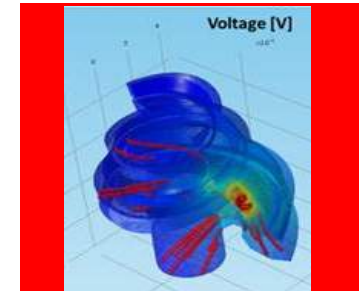
<https://www.bbc.co.uk/news/health-47475036>



Es necesario
desarrollar
nuevos
métodos
diagnósticos

Wilson et al 2019

- La estimulación no es específica – Ensanchamiento del Voltage
- Interfaz entre el nervio y los electrodos es subóptima
 - Estado del nervio auditivo
 - Distancia ente los electrodos y las fibras nerviosas
- Variabilidad en el rendimiento
- Rendimiento limitado en ambientes ruidosos



Implantes de oído medio

Conducción Osea



Implante coclear



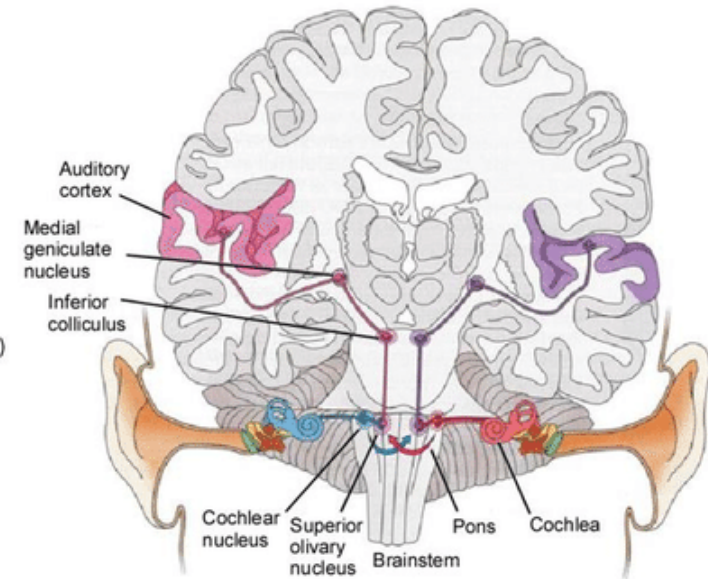
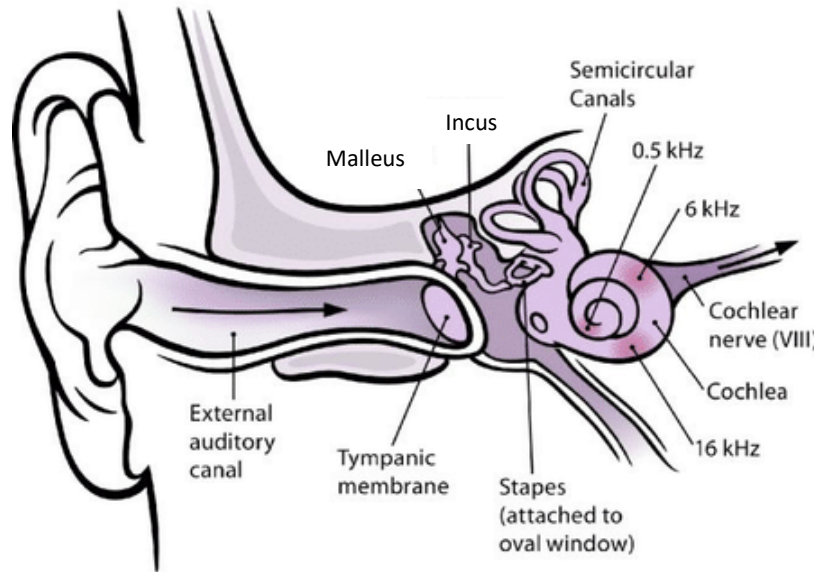
Implante de tronco auditivo

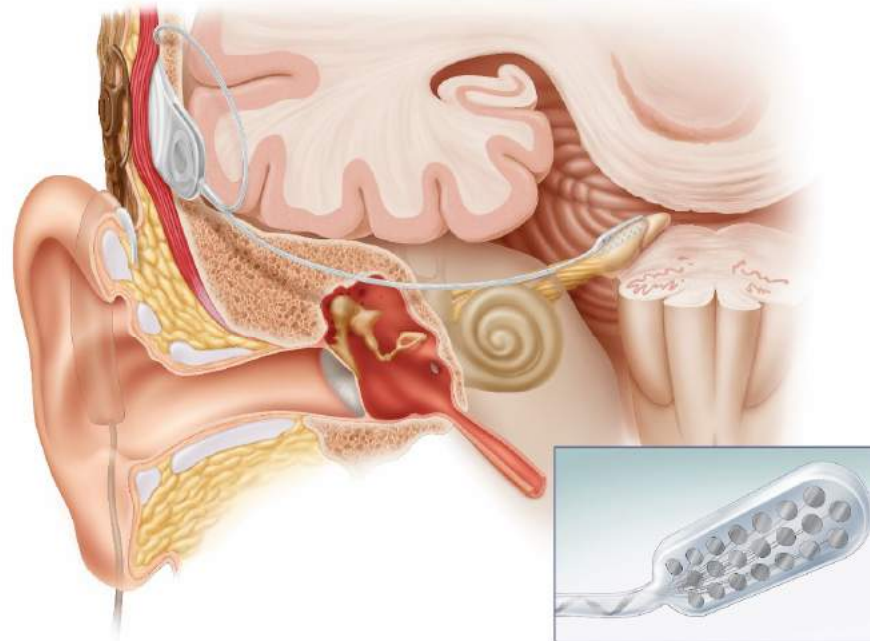


Audífonos

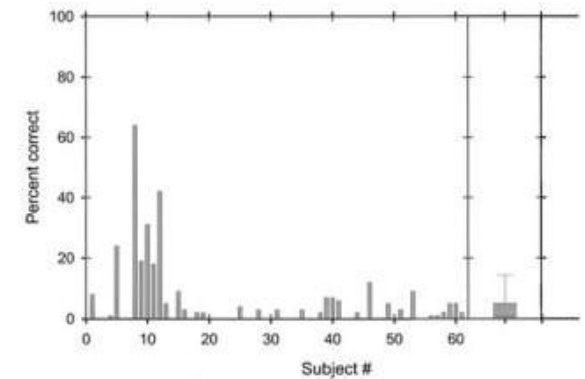


Hearables





S. R. Otto, et al.



- Nervio auditivo danado tras una cirugía para extraer tumor
- Osificación/malformación de la cóclea
- Electrodo de superficie – Estimulación no específica
- Rendimiento inteligibilidad del habla muy limitado. Complementa lectura labial.