

Eine der grössten Innovationen in der Otologie

Implantierbare Hörsysteme: eine Übersicht

Die Entwicklung implantierbarer Hörsysteme gehört zu den grössten Innovationen im Bereich der Otologie der letzten 50 Jahre. Die Kombination von ohrchirurgischer manueller Fertigkeit und der Ankoppelung eines hochkomplexen Implantatsystems hat die Versorgung schwerhöriger Patienten erheblich verbessert. Dabei profitieren die Implantat-Firmen von den technischen Errungenschaften bei den konventionellen Hörgeräten, z.B. der Mikrophontechnologie, der Programmierung oder der Energieversorgung der Prozessoren. So wie praktisch jede Hörstörung mit konventionellen Hörgeräten versorgt werden kann, ist es heute auch möglich, jede Hörstörung mit einem implantierbaren Hörsystem zu optimieren. Ziel dieses Artikels ist es, eine kurze Übersicht der aktuellen Implantate und deren Nutzen im klinischen Alltag zu geben.

Schallleitungsschwerhörigkeiten bei Missbildungen und Ohrerkrankungen: die Domäne der knochenleitenden Hörsysteme

Bei einer ein- oder beidseitigen Atresia auris congenita mit Mikrotie (Abb. 1) ist das Innenohr in der Regel normal angelegt, die Schallleitung jedoch durch den fehlenden Gehörgang und die fixierte und deformierte Gehörknöchelchenkette vollständig blockiert (60dB). Hier ist das Tragen eines konventionellen Hörgeräts nicht möglich. Während bei chronischen Ohrentzündungen (z.B. bei Otitis media cholesteatomatosa) die Rekonstruktion von Trommelfell und Gehörknöchelchenkette angestrebt wird, ist hier eine ausreichende operative Verbesserung der Schallübertragung nicht immer möglich, und das Tragen eines Hörgerätes wegen der Operationshöhle nicht immer angebracht.

Diese Fälle von primärer Schallleitungsschwerhörigkeit bieten ideale Voraussetzungen für aktive teilimplantierbare Hörsysteme (bone anchored hearing devices), welche über eine Ankoppelung an den Schädelknochen den Schall vom aussen getragenen Prozessor (mit Mikrophon und Batterieversorgung) direkt über die Knochenleitung simultan auf beide Cochleae übertragen. Der grosse Vorteil ist, dass der Patient ein solches System vor der definitiven Entscheidung Probetragen kann. Aufgrund der audiologischen Abklärungen und des präoperativen Computertomogrammes (CT) kann der Otologe abschätzen, ob eher ein perkutanes (Schnappkuppelung, wobei die Implantat-Schraube die Haut perforiert, was eine optimale Übertragung erlaubt,



Prof. Dr. med. Thomas Linder
Luzern

aber auch eine lebenslängliche Pflege der Implantat-Stelle erfordert, vgl. Abb. 2) oder transkutanes (Übertragung durch Magnetankoppelungen, Abb. 3) System in Frage kommt. Die Implantation des „inneren Teils“ erfolgt meist ambulant in Lokalanästhesie oder Vollnarkose. Ein weiterer grosser Vorteil ist, dass diese Implantat-Systeme im Vergleich zu rekonstruktiven Mittelohreingriffen eigentlich immer „funktionieren“ und die Risiken der Operation sehr klein sind.

Mittelgradige und kombinierte Schwerhörigkeiten: die Domäne der aktiven Mittelohrimplantate mit unterschiedlichen Koppelungsmöglichkeiten

Bei mittelgradiger Einschränkung der Innenohrleistung oder auch bei kombinierten Schwerhörigkeiten (teils äusserer Gehörgang, Mittelohr und auch Cochlea) konkurrieren die implantierbaren Hörsysteme mit den konventionellen Hörgeräten. Es gibt jedoch auch hier klare medizinische Indikationen für den Einsatz der aktiven Mittelohrimplantate: z.B. die Otitis externa stenisans mit chronischer Entzündung entlang der Gehörgangshaut, oder nach mehrfachen Voroperationen und fehlender Gehörknöchelchenkette (z.B. bei der subtotalen Petrosektomie) oder im Rahmen von Revisionsoperationen können aktive Mittelohrimplantate an ein verbleibendes Gehörknöchelchen (z.B. Stapes) oder auch direkt an die Cochlea (Ankoppelung am runden Fenster) angebracht werden (Abb. 4).

Das weltweit erste Implantat wurde 1996 von Prof. Ugo Fisch in Zürich implantiert. In der Zwischenzeit wurden unterschiedliche Koppelungsmöglichkeiten erarbeitet und damit das Indikationsspektrum erheblich erweitert. Dadurch können z.B. auch Ohratresie-Patienten statt mit einem knochenleitenden System mit einem aktiven Mittelohrimplantat-System am mobilen Stapes rehabilitiert werden. Innovative Magnet-Designs ermöglichen nun auch die MRT-Tauglichkeit. Die Indikation zu diesen Systemen kann aufgrund der Komplexität nur an otologischen Implantat-Zentren erfolgen.



Abb. 1: Atresia auris congenita



Abb. 2: Perkutanes knochenverankertes Hörsystem



Abb. 3: Transkutanes knochenverankertes Hörsystem



Abb. 4: Aktives Mittelohrimplantat ("Vibrant Soundbridge") mit Ankoppelung an die runde Fenstermembran

Mittel- bis hochgradige Schwerhörigkeit

Patienten mit einer hochgradig kombinierten Schwerhörigkeit (z.B. bei cochleärer Otosklerose) sind mit konventionellen Hörgeräten trotz maximaler Verstärkung schwierig zu versorgen und die knochenleitenden Hörsysteme sind für diese Indikationen mit wenig cochleärer Reserve zu „schwach“. Das Restgehör innerhalb der Cochlea kann jedoch für eine akustische Versorgung noch ausreichend sein. In diesem Grenzbereich kann die direkte akustische cochleäre Stimulation (DACS) mit einem Aktuator verbunden an einer Stapesprothese die nötige maximale Verstärkung mit Verbesserung der Sprachverständlichkeit ermöglichen. Die Operation ist eine Kombination aus einer Stapeschirurgie und der Einlage des Implantates über eine Mastoidektomie und posteriore Tympanotomie. Das Patientengut ist stark selektioniert, so dass nur wenige Implantationen dafür vorgesehen sind. Der Aktuator wurde mit „Schweizer Präzision“ in Bern mit Prof. Rudolf Häusler entwickelt.

Hochgradige Schwerhörigkeit, Gehörlosigkeit und Ertaubung: Die Domäne der Cochleaimplantate

Ist eine akustische Verstärkung nicht mehr möglich, so wird das akustische Signal in elektrische Impulse umgewandelt und mittels Einlage von Elektroden in die Cochlea die jeweiligen Ganglienzellen im Modiolus direkt elektrisch stimuliert. Das akustische Signal wird am aussen getragenen Sprachprozessor über mehrere Mikrofone aufgenommen, transkutan auf das Implantat übertragen und in elektrische Signaleinheiten umgewandelt. Über eine Mastoidektomie und posteriore Tympanotomie werden die Elektroden durch die Rundfenstermembran oder über eine Cochleostomie in die Scala tympani der Cochlea sorgfältigst eingeführt. Ist noch ein Restgehör vorhanden, kann das Implantat auch mit einem Hörgerät elektroakustisch kombiniert werden. In der Schweiz sind fünf Cochleaimplantat-Zentren vom BSV und HSM dazu berechtigt (Zürich, Bern, Luzern, Basel und Genf).

Dank des Neugeborenen-Hörscreenings sollten Neugeborene mit einer angeborenen Gehörlosigkeit (ca. 1–2/1000 Geburten) frühzeitig erfasst und weiter abgeklärt werden. Dies ermöglicht es, dass gehörlos geborene Kinder bereits im ersten Lebensjahr bilateral mit Cochleaimplantaten (CI) (Abb. 5) versorgt werden und mit Hilfe einer intensiven Nachsorge und einem langjährigen Hör- und Sprachtraining auch eine weitgehend normale Sprachenwicklung durchlaufen. Dies erlaubt normalerweise den Besuch der Regelschule. Durch die zunehmende Verlängerung unserer Lebenszeit werden auch immer häufiger ältere Patienten ihr Gehör einbüßen und stellen eine wichtige Gruppe zur Versorgung mit einem Cochleaimplantat dar. Dabei ist es erfreulich, dass unser Gehirn in der Lage ist, bimodal stimuliert zu werden, d.h. auf einem Ohr mit einem Hochleistungshörgerät bei Resthörigkeit und auf dem anderen (meist akustisch schlechteren Ohr) mit einem Cochleaimplantat (welches dann oft das besser hörende Ohr wird). Neuere Indikationen betreffen Patienten mit einer einseitigen Ertaubung (z.B. nach einem Hörsturz), welchen drei ganz verschiedene Versorgungsangebote angeboten werden können: CROS Hörgerät (Contralateral Routing of Signal) mit Überleitung des akustischen Signals vom tauben Ohr auf das Gegenohr oder ein knochenleitendes Hörsystem mit gleicher CROS – Wirkung aber über die Knochenleitung, oder eben ein ipsilaterales Cochleaimplantat. Anhand dieses Beispiels kann gezeigt werden, welche spannenden Herausforderungen der betreuende Otologe meistern darf, um den Patienten (und auch den Kos-

tenträger...) optimal zu beraten. Die Versorgung mit Cochleaimplantaten gehört dabei zu der grössten Erfolgsgeschichte der Ohrchirurgie aus den letzten 40 Jahren.

Hirnstammimplantate und voll implantierbare Systeme

Wenn die akustische oder elektrische Ankoppelung am Mittel- oder Innenohr nicht möglich ist, kann in seltenen Fällen auch ein Hirnstamm-Implantat eingesetzt werden. Hier handelt es sich um Patienten mit einem Neurofibromatose Typ II (bilateralen Akustikusneuromen), wobei der periphere Hörnerv im Rahmen der Tumorentfernung reseziert werden muss. Am proximalen Ende, der Eintrittsstelle des N. vestibulocochlearis in den Hirnstamm, kann ein Netz von Elektroden oberflächlich platziert werden. Die Erfolge sind jedoch sehr unterschiedlich und meist deutlich schlechter als bei Patienten mit erhaltener Cochlea und einem Cochleaimplantat.

Der Wunsch vieler Patienten nach einer „unsichtbaren“ Hörhilfe wird von Hörgeräteherstellern und Implantatfirmen unterschiedlich erfüllt. Phonak hat mit dem Lyric-Hörgerät eine Hörhilfe entwickelt, welche tief im äusseren Gehörgang platziert und damit von aussen unsichtbar wird. Das Gerät muss aber alle 3 Monate ersetzt werden, da u.a. die Batterieleistung abnimmt. Daneben gibt es bereits zwei vollimplantierbare Hörsysteme auf dem Markt. Das Mikrofon ist unter der Haut platziert und der Akku muss regelmässig von aussen geladen werden. Auf für die Cochleaimplantate wird am Vollimplantat intensiv geforscht (u.a. auch an der ORL-Klinik des Universitätsspitals Zürich, Prof. Alex Huber). Da es für diese Systeme keine eindeutige medizinisch begründete Indikation gibt, müssen die hohen Kosten meist vom Patienten selber getragen werden.



Abb. 5: Cochleaimplantat

Quelle: Cochlear

Prof. Dr. med. Thomas Linder

Chefarzt HNO-Klinik
Luzerner Kantonsspital, Spitalstrasse, 6000 Luzern 16
thomas.linder@luks.ch

⊕ Literatur beim Verfasser

⊕ **Interessenkonflikt:** Der Autor hat keine Interessenkonflikte im Zusammenhang mit diesem Beitrag deklariert. Die Luzerner HNO-Klinik bestätigt die Unterstützung Ihrer Operationskurse zu implantierbaren Hörsystemen durch die Firmen Cochlear AG (Schweiz) und MedEl (Österreich).

Take-Home Message

- ◆ Dank unterschiedlicher Zugangswege des Schalls zum Innenohr können luftleitende Hörgeräte oder mechanisch angekoppelte aktive Mittelohrimplantate die Schallwellen weiterleiten
- ◆ Alternativ bietet die natürliche Knochenleitung Koppelungsmöglichkeiten für knochenverankerte Systeme, sei es perkutan oder transkutan
- ◆ Ist die akustische Übertragung nicht mehr ausreichend, bieten Cochlea- oder Hirnstammimplantate faszinierende Möglichkeiten der Rehabilitation vom gehörlos geborenen Neugeborenen bis zum postlingual ertaubten Patienten im hohen Alter
- ◆ Die Kombination von Chirurgie und Hörsystem-Technologie wird uns in den nächsten Jahren noch viel Freude bereiten