Verwirrung und Desinformation

Hörimplantate und Magnetresonanztomographie

Prof. Dr. med. Dr. phil. Albert Mudry^a, Dr. med. Laurent Poncioni^b

^a OHNS Stanford University School of Medicine, Lausanne, ^b Institut de radiologie Cecil, Lausanne



Ob ein Hörimplantat Magnetresonanztomographie-tauglich ist oder nicht, kann leicht erkannt werden. In diesem Beitrag möchten wir Ihnen ein einfaches Entscheidungsschema vorstellen, durch welches in den meisten Fällen vermieden werden kann, Patienten mit Hörimplantaten eine Magnetresonanztomographie unnötigerweise zu verweigern.

Einleitung

Immer mehr Patienten werden regelmässig Magnetresonanztomographie(MRT)-Aufnahmen verweigert, weil sie ein Hörimplantat tragen oder schlichtweg am Ohr operiert wurden. Dies ist mitunter ungerechtfertigt und geschieht hauptsächlich aufgrund von Verwirrung und Desinformation über Hörimplantate. Verwirrung entsteht üblicherweise dadurch, dass der Patient das Hörimplantat, welches er trägt, nicht korrekt beschreiben kann und der Radiologe nicht ausreichend informiert ist beziehungsweise sich nicht die Mühe macht, zwischen den jeweiligen Hörimplantaten zu differenzieren, aus Angst, für eventuelle Fehler verantwortlich gemacht zu werden. Alle Hörimplantattypen weisen bestimmte Charakteristika auf, die für Nichtfachleute leicht zu erkennen sind. Das Ziel dieses Beitrags besteht darin, die unterschiedlichen Hörimplantattypen eindeutig zu beschreiben und Ihnen eine einfache Methode zu vermitteln, diese mithilfe eines Entscheidungsalgorithmus voneinander unterscheiden zu können. Somit ist es nicht zwingend erforderlich, den Patienten wieder heimzuschicken, um jegliche Probleme zu vermeiden. Es bedarf nur sehr wenig Zeit, um diese Differenzierung korrekt und ohne Gefahr für den Patienten vorzunehmen. Die oben beschriebene Problematik tritt mit zunehmender MRT-Feldstärke immer häufiger auf. Um die Leistung der MRT-Geräte zu steigern, besteht der aktuelle Trend darin, Geräte mit hoher Feldstärke von 1-1,5 Tesla durch Geräte mit sehr hoher Feldstärke von 3 oder mehr Tesla zu ersetzen. Es gibt eine Internetseite, auf der die meisten Hörimplantate aufgeführt sind: MRIsafety.com.



Albert Mudry

Hörimplantattypen

Vom technischen und theoretischen Standpunkt gesehen gibt es zwei Arten von Hörimplantaten: passive Hörimplantate, die keine Probleme bei MRT-Aufnahmen bis 3 Tesla bereiten, und aktive Hörimplantate, die ein Magnetsystem enthalten, aufgrund dessen MRT-Aufnahmen entsprechend den Restriktionen des Herstellers nur stark eingeschränkt möglich sind. Die Obergrenze beträgt meist 1,5, manchmal jedoch auch nur 0,2-0,3 Tesla [1]. Überdies kann man zwischen den am häufigsten vorkommenden teilimplantierten Hörgeräten, bei denen ein spezifischer externer Hörverstärker erforderlich ist, und den bis dato nur selten eingesetzten, vollimplantierten Hörgeräten unterscheiden. Patienten mit Hörimplantaten sollten zunächst gebeten werden, alle entfernbaren Komponenten zu abzunehmen. Letztere gehören definitionsgemäss nicht zum Implantat, während alle im Körper verbleibenden Komponenten das Implantat bilden.

In der Praxis gibt es zwei weitere Möglichkeiten zur Unterscheidung von Hörimplantaten: die Unterteilung in äusserlich sichtbare und äusserlich unsichtbare Hörimplantate sowie solche mit und ohne spezifische externe Komponente. Einige einfache Fragen sowie ein kurzer Blick auf das Hörimplantat und hinter das Ohr genügen, um diese beiden Hörimplantatarten problemlos voneinander zu differenzieren.

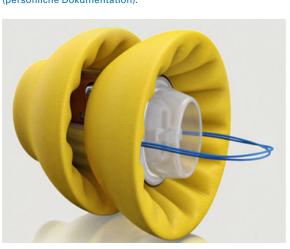
Hörprothese oder Hörimplantat?

Zunächst einmal muss der Patient befragt werden, was er unter einem Hörimplantat versteht, da es hier häufig zu Verwirrung kommt. Denn es gibt zwei Kategorien von Hörimplantaten: Prothesen zur Rekonstruktion der Gehörknöchelchenkette, welche nicht sichtbar sind und während einer klassischen Ohroperation eingesetzt werden (Tympanoplastik, Mastoidektomie, Stapedektomie ...) sowie «echte» Hörimplantate. Prothesen zur Rekonstruktion der Gehörknöchelchenkette, die

manchmal auch Otologie-Implantate genannt werden, sind streng genommen keine Implantate, sondern lediglich Prothesen. Sie sind so gross wie ein Gehörknöchelchen («partial ossicular replacement prosthesis» [PORP], «total ossicular replacement prosthesis» [TORP], Pistons), praktisch vollkommen passiv und somit perfekt MRT-tauglich bis zu 3 Tesla [2]. Es gibt jedoch eine bekannte Ausnahme: die 1987 von Smith & Nephew Richards Inc. hergestellte McGee-Piston-Stapesprothese, die aus Titan sowie einer ferromagnetischen Chrom-Nickel-Legierung besteht [3]. Diese wurde bereits vor sehr vielen Jahren vom Markt genommen. Patienten mit einer solchen Prothese wurden üblicherweise von ihrem Chirurgen über die MRT-Problematik aufgeklärt. Im Allgemeinen erfordern die zur Rekonstruktion der Gehörknöchelchen eingesetzten Prothesen kein externes Hörgerät, ausser wenn die durch die Prothese erwartete Hörverbesserung nicht ausreichend ist. In diesem Fall



Abbildung 1: Hinter-dem-Ohr- und Im-Ohr-Hörgeräte (persönliche Dokumentation).



handelt es sich bei dem zusätzlichen externen Hörgerät um ein unspezifisches, klassisches und entfernbares Standardgerät (Hinter-dem-Ohr- oder Im-Ohr-Hörgerät) (Abb. 1). Dieses darf bei MRT-Aufnahmen selbstverständlich nicht getragen werden. Überdies gibt es ein spezielles externes Hörgerät namens Lyric™ von Phonak, das von einem Hörgeräteakustiker dauerhaft in den Gehörgang eingesetzt wird (Abb. 2). Auch dieses muss entfernt werden, was der Patient ohne Probleme selbst erledigen kann. Nach der MRT-Aufnahme darf es nur von einem Hörgeräteakustiker wieder eingesetzt werden.

Ausserdem gibt es «echte» Hörimplantate, die sichtbar sind. In dieser Kategorie sind als einzige die knochenverankerten Hörgeräte, welche durch die Haut hindurch im Schädelknochen verankert sind, mit den Modellen Baha® Connect von Cochlear™ und Ponto von Oticon bekannt. Diese bestehen aus einem perkutanen Titanpfeiler (häufig Schraube genannt) von 5 mm Durchmesser, der 2 bis 3 mm durch die Kopfhaut nach aussen ragt (Abb. 3). In der Schweiz werden jährlich ca. 200 dieser knochenverankerten Hörimplantate neu eingesetzt. Der Titanpfeiler wird üblicherweise in 2 cm Abstand zum oberen Helixrand implantiert und dient als Befestigung für den zugehörigen externen Hörverstärker. Letzterer ist an dem perkutanen Pfeiler befestigt. Dazu verfügt der externe Hörverstärker über eine kleine Schnappkupplung, die entweder innerhalb (Baha® Connect) oder auf der Titanschraube (Ponto) angebracht wird (Abb. 4). Knochenverankerte Hörgeräte sind vollkommen passiv und stellen absolut keine Kontraindikation für MRT-Aufnahmen mit einer Feldstärke von bis zu 3 Tesla dar [4]. Sie werden von verschiedenen Zentren und niedergelassenen HNO-Ärzten implantiert. Der externe Hörverstärker muss selbstverständlich vor der MRT-Aufnahme entfernt werden.

Die übrigen «echten» Hörimplantate sind unsichtbar und praktisch immer mit einem spezifischen externen Audioprozessor verbunden, der mithilfe von zwei Magneten

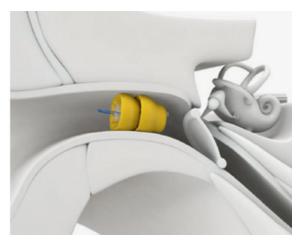


Abbildung 2: Das Gehörgangsgerät Lyric™ von Phonak (Nachdruck mit freundlicher Genehmigung von Phonak Switzerland).





Abbildung 3: A) Perkutaner Pfeiler (Schraube) (persönliche Dokumentation). B) Links: Baha® von Cochlear™ (Nachdruck mit freundlicher Genehmigung von Cochlear Ltd); rechts Ponto von Oticon (Nachdruck mit freundlicher Genehmigung von Oticon).

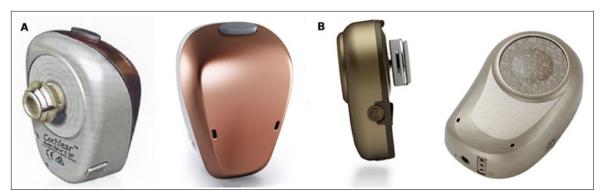


Abbildung 4: A) Externer Hörverstärker des Cochlear™ Baha® Connect Systems (Nachdruck mit freundlicher Genehmigung von Cochlear Ltd) und B) externer Hörverstärker des Ponto Hörsystems von Oticon (Nachdruck mit freundlicher Genehmigung von Oticon).

an seinem Platz bleibt. Dabei wird einer der Magnete hinter der Ohrmuschel unter die Haut implantiert und der andere ist am externen Audioprozessor befestigt. Indem man den Patienten bittet, zu erklären, wie sein externer Audioprozessor befestigt ist, oder diesen zu entfernen, ist einfach und rasch festzustellen, um welchen externen Audioprozessortyp es sich handelt und ob dieser mit einem Magneten befestigt ist. Bei allen magnetversorgten Hörimplantaten sind MRT-Aufnahmen nur stark eingeschränkt möglich. In jedem Fall dürfen letztere ab einer Feldstärke von über 1,5 und in manchen Fällen sogar von unter 1 Tesla nicht durchgeführt werden. Genaue Angaben zu diesen Einschränkungen sind ausschliesslich von den Implantationszentren und den Herstellern zu erfahren, die den Radiologen entsprechend beraten können. Üblicherweise ist der Patient über diese Problematik informiert und sollte einen Implantatpass besitzen, in dem die Einschränkungen bei MRT-Aufnahmen eindeutig beschrieben sind. Es gibt drei Hauptmodelle: das Cochlea-Implantat, das knochenverankerte Hörimplantat und das Mittelohrimplantat.

Das häufigste ist das Cochlea-Implantat (ca. 200 Neuimplantationen pro Jahr in der Schweiz). Es wird meist Patienten im Kleinkindalter mit an Taubheit grenzender Schwerhörigkeit implantiert. Der sichtbare externe Teil ist ein kleines hinter dem Ohr befindliches Gehäuse, das mit einem versetzten runden Teil verbunden ist, welches magnetisch an der Kopfhaut haftet (Abb. 5). In der Schweiz werden die meisten Cochlea-Implantate von den folgenden drei Firmen hergestellt: Cochlear™ (Nucleus®), Advanced Bionics und Med-El. Wenn die Patienten ihr Hörgerät nicht tragen, ist ein normales Gespräch quasi unmöglich. Cochlea-Implantate werden in der Schweiz ausschliesslich in fünf Referenzzentren und nirgendwo anders eingesetzt: Basel, Bern, Genf (CHURIC - Centre Hospitalo-Universitaire Romand d'Implant Cochléaire, Westschweizer Universitätsspitalzentrum für Cochlea-Implantate), Luzern und Zürich. Einige neue Cochlea-Implantat-Modelle bestehen aus einem Magneten, der mithilfe eines kleinen chirurgischen Eingriffs leicht entfernt werden kann, wodurch natürlich in Absprache mit dem entsprechenden Chir-



Abbildung 5: Cochlea-Implantate, externe magnetversorgte Komponente: A) von Advanced Bionics (persönliche Dokumentation), B) von Med-El (Nachdruck mit freundlicher Genehmigung von Med-El) und C) von Cochlear™ (Nachdruck mit freundlicher Genehmigung von Cochlear Ltd).

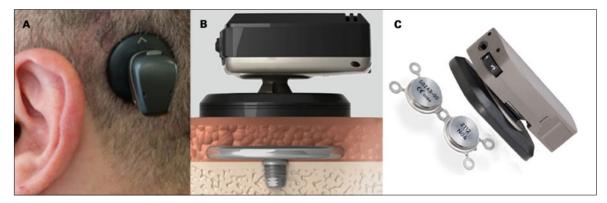


Abbildung 6: Magnetversorgte Knochenleitungshörsysteme, A+B) Baha® Attract von Cochlear™ (Nachdruck mit freundlicher Genehmigung von Cochlear Ltd) und C) Sophono™ von Medtronic (Nachdruck mit freundlicher Genehmigung von Medtronic, Inc.).

urgen – MRT-Aufnahmen mit einer Feldstärke von bis zu 3,0 Tesla möglich sind. Andere Modelle können für MRT-Aufnahmen mit bis zu 1,5 Tesla vom verantwortlichen Chirurgen mithilfe eines speziellen Kompressionsverbands «fixiert» werden. Im Zweifelsfall können nur die oben genannten Implantationszentren korrekte Auskünfte zu spezifischen Fragen erteilen.

Das zweite Modell ist das knochenverankerte transkutane Hörimplantat, bei dem die Haut zwischen Hörimplantat und externem Hörverstärker intakt bleibt (20-30 Neuimplantationen pro Jahr in der Schweiz). Es ist unter den Namen Baha® Attract von Cochlear™ und Sophono™ von Medtronic bekannt. Bei diesem Modell sind das unter der Haut befindliche Hörimplantat und der über der Haut befindliche Hörverstärker magnetisch gekoppelt, wobei der Magnet nicht versetzt, sondern wie bei einem Pilz direkt am externen Hörverstärker befestigt ist (Abb. 6). Es gibt noch ein drittes Modell des knochenverankerten transkutanen Hörimplantats namens Bonebridge von Med-El mit anderer Optik, bei dem der Magnet direkt in den externen Audioprozessor integriert ist (Abb. 7). Laut Herstellerdokumentationen sind bei diesen Modellen lediglich MRT-Aufnahmen mit einer Feldstärke von höchstens 1,5 Tesla zulässig. Im

Zweifelsfall ist der Chirurg zu kontaktieren. Knochenverankerte magnetversorgte Hörimplantate werden in verschiedenen Zentren und von einigen selbstständigen HNO-Ärzten implantiert.

Bei dem dritten Implantatmodell handelt es sich um das Mittelohrimplantat, welches in der Schweiz nur sehr selten implantiert wird (unter 15 Personen pro Jahr). Die externe Komponente besteht aus einem mehr oder weniger runden Teil, das den Audioprozessor und den Magneten enthält. Das am häufigsten verwendete System ist die Vibrant Soundbridge von Med-El. Der externe Audioprozessor und das Befestigungssystem sind denjenigen der Bonebridge sehr ähnlich. Überdies bestehen die meisten Mittelohrimplantate aus einem weiteren kleineren Magneten in der Nähe der Gehörknöchelchenkette. Mittelohrimplantate werden nur in sehr wenigen Zentren implantiert. Die Patienten sind üblicherweise sehr gut über ihr Mittelohrimplantat informiert. Für MRT-Aufnahmen bei Patienten mit Mittelohrimplantaten gelten dieselben Regeln wie bei Cochlea-Implantaten.

Anhand des schematisch dargestellten Entscheidungsalgorithmus (Abb. 8) kann der Radiologe eventuelle Zweifel ausräumen, wenn er sich vor der Anfertigung eines MRT die Mühe macht, sich über die Art des Hörim-

Korrespondenz:
Prof. Dr. med. Dr. phil.
Albert Mudry
Spécialiste en ORL,
Spécialiste chirurgie oreille
OHNS Stanford University
School of Medicine
Av. de la Gare 6
CH-1003 Lausanne
Albert[at]oreillemudry.ch



Abbildung 7: Externer Audioprozessor der Bonebridge von Med-El (Nachdruck mit freundlicher Genehmigung von Med-El), altes (A, B) und neues (C) Modell des externen Audioprozessors.

plantats zu informieren, indem er dem Patienten einige Minuten widmet. Er darf auf keinen Fall vergessen, den Patienten zu bitten, den entfernbaren Teil seines Hörimplantats zu entfernen. Das Hauptproblem stellen magnetversorgte Hörimplantate dar, da es bei diesen einige Ausnahmen gibt, in deren Fall MRT-Aufnahmen bis 1,5 Tesla möglich sind. Gespräche mit dem Patienten und dem Chirurgen sind unerlässlich. Auf diese Weise lassen sich Unannehmlichkeiten vermeiden, welche die Patienten häufig schwer verstehen, insbesondere dann, wenn ihnen eine MRT-Untersuchung ohne vorheriges Gespräch verweigert wird und sie gezwungen sind, einen

sichtbar (Schraube) WRT externe Komponente Komponente nicht MAGNETversorgt MAGNETversorgt MAGNETversorgt MRTEinschränkungen

Abbildung 8: Entscheidungsalgorithmus zur Differenzierung der unterschiedlichen Hörimplantatarten. Prothesen zur Rekonstruktion der Gehörknöchelchenkette sind in diesem Schema nicht enthalten.

Das Wichtigste für die Praxis

- Hörimplantate und Prothesen zur Rekonstruktion der Gehörknöchelchenkette dürfen nicht verwechselt werden.
- Alle H\u00f6rimplantatarten weisen bestimmte Charakteristika auf, die f\u00fcr Nichtfachleute leicht zu erkennen sind.
- Es gibt zwei Arten von Hörimplantaten: passive Hörimplantate, die keine Probleme bei MRT-Aufnahmen bis 3 Tesla bereiten, und aktive Hörimplantate, die ein Magnetsystem enthalten, aufgrund dessen MRT-Aufnahmen nur stark eingeschränkt möglich sind.
- Es gibt Hörimplantate, die äusserlich sichtbar und andere, die äusserlich unsichtbar sind (natürlich ohne die entfernbare Komponente).
- Die einzigen sichtbaren Hörimplantate sind die knochenverankerten transkutanen Hörimplantate mit einer externen Schraube, welche vollständig durch die Haut führt. Das bekannteste Modell ist Baha® Connect. Sichtbare Hörimplantate sind MRT-tauglich.
- Unsichtbare Hörimplantate sind praktisch immer mit einer spezifischen externen Komponente verbunden, die mithilfe von zwei Magneten an der Kopfhaut haftet, von denen einer hinter der Ohrmuschel unter der Haut implantiert und der andere an der externen Komponente befestigt ist. Letztere muss stets entfernt werden. Das häufigste unsichtbare Modell ist das Cochlea-Implantat. Bei unsichtbaren Hörimplantaten sind MRT-Aufnahmen nur stark eingeschränkt unter bestimmten strengen Bedingungen möglich.
- Im Zweifelsfall kann die Situation nur vom Chirurgen abschliessend geklärt werden.

erneuten Termin auszumachen, damit diese dennoch stattfinden kann. Heute wird diese Problematik bei der Entwicklung neuer magnetversorgter Hörimplantate berücksichtigt, indem letztere etwas MRT-tauglicher gestaltet werden. Solange das Hörimplantat und die spezifische externe Komponente jedoch magnetisch verbunden sind, bestehen die oben genannten Probleme auch weiterhin, wenn der Magnet des Hörimplantats vor MRT-Aufnahmen nicht einfach chirurgisch zu entfernen ist.

Disclosure statement

 $\label{thm:continuous} Die Autoren haben keine finanziellen oder persönlichen Verbindungen im Zusammenhang mit diesem Beitrag deklariert.$

Literatur

- 1 Azadarmaki R, Tubbs R, Chen DA, Shellock FG. MRI information for commonly used otologic implants: review and update. Otolaryngol Head Neck Surg. 2014;150:512–9.
- 2 Martin AD, Driscoll CLW, Wood CP, Felmlee JP. Safety evaluation of titanium middle ear prostheses at 3.0 Tesla. Otolaryngol Head Neck Surg. 2005;132:537–42.
- 3 Fritsch MH. MRI scanners and the stapes prosthesis. Otol Neurotol. 2007;28:733–8.
- 4 Fritsch MH, Naumann IC, Mosier KM. BAHA devices and magnetic resonance imaging scanners. Otol Neurotol. 2008;29:1095–9.