



Häufigkeit und Komplikationen von MRT-Untersuchungen bei Cochlea-Implantat-Patienten

German version

MRT-Untersuchungen von Cochlea-Implantat(CI)-Patienten führen nicht selten zu Komplikationen, am häufigsten im Sinne von Schmerzen. Daher sind präventive Maßnahmen unabdingbar. Ein adäquat angelegter Kopfkomppressionsverband, nach Anleitung des jeweiligen CI-Herstellers, bietet die Möglichkeit, Komplikationen zu verhindern bzw. zu minimieren. In diesem Beitrag werden die Häufigkeit von MRT-Untersuchungen, Komplikationen und im radiologischen Alltag getroffene präventive Maßnahmen evaluiert.

Hintergrund

Das Cochlea-Implantat (CI) ist die Behandlung der Wahl bei schwerer bis hochgradiger Schallempfindungsschwerhörigkeit und ist seit ca. 25 Jahren der Goldstandard zur Behandlung gehörlos geborener Kinder und postlingual erlaubter Erwachsener [2, 3]. Im Laufe der Jahre haben sich die Indikationen für die CI-Versorgung auf einseitig Ertaubte und Patienten mit Restgehör erweitert, welches zu einer Ausweitung der Patientengruppe geführt hat [14]. Des Weiteren stellt das CI eine Therapieoption bei Patienten mit Hörverlust, aber intaktem Cochlearisnerv dar, bedingt durch ein stabiles oder reseziertes Akustikusneu-

rinom, sowie Neurofibromatose Typ 2 (NF2) [9].

Zugleich gibt es eine immer größere Bandbreite an Indikationen für eine MRT. So wären unter anderem zu nennen: Wirbelsäulenerkrankungen, Verletzungen der Extremitäten und zerebrale Prozesse. Insbesondere Erkrankungen und Veränderungen des Innenohres, sowie Diagnosestellung und Verlaufskontrollen des Akustikusneurinoms und der NF2 [4] sind ohne Verwendung eines MRTs nicht mehr zeitgemäß. Bedingt durch die erweiterte Indikationsstellung des CIs, des MRTs als diagnostisches Routinewerkzeug und den demographischen Wandel, der zu vermehrt auftretenden altersbedingten Komorbiditäten führt, steigt die Wahrscheinlichkeit, dass CI-Träger im Laufe ihres Lebens eine MRT-Untersuchung benötigen werden, an [3, 4]. Zu berücksichtigen ist hierbei insbesondere, dass viele Patienten schon im sehr jungen Kindesalter mit einem CI versorgt werden, welches den Patienten von da an ein Leben lang begleiten wird [11].

Bedingt durch die bei MRT-Untersuchungen wirkenden magnetischen Kräfte sowohl auf den implantierten Magneten als auch auf andere ferromagnetische Bestandteile des CI-Implantats waren MRT-Untersuchungen bei CI-Trägern lange Zeit kontraindiziert [3, 4, 10]. Die MRT-Umgebung, bestehend aus einem statischen Magnetfeld, einem Magnetfeldgradienten und Radiofrequenzpulsen, kann auf verschiedene Weise mit dem CI interagieren: Dislokation des internen Magneten aus

seinem Silikonbett durch entstehende Drehkräfte, bedingt durch das statische Magnetfeld, Erhitzung des Implantats durch Radiofrequenzpulse und dadurch Verletzung des umgebenden Gewebes, Implantatschaden bzw. -funktionsverlust durch induzierten elektrischen Stromfluss, Entmagnetisierung des internen Magneten durch das statische Magnetfeld und Artefakte im MRT-Bild, bedingt durch das Implantat [2, 4, 10, 11, 13].

Die Dislokation des internen Magneten aus seinem Silikonbett ist eine Komplikation [3, 17], welche zeitnah einer operativen Revision bedarf [4]. Studien zeigen keine signifikante Temperaturzunahme im Implantat, so blieb bei Teissl et al. und auch bei Majdani et al. der maximal gemessene Temperaturanstieg zu jeder Zeit unter 1,0 °C und somit unterhalb des vorgegebenen Maximalwertes für MRT-Untersuchungen im Kopfbereich laut Food-and-Drug Administration (FDA) [7, 13]. Entgegen der Erfahrungen an ersten Implantatgenerationen werden mit den heutigen Implantaten keine signifikanten technischen Defekte beschrieben [1]. Entmagnetisierung des internen Magneten und somit die Unmöglichkeit, den externen Sprachprozessor am Kopf zu befestigen, ist ein Problem, welches abhängt von der Position des implantierten Magneten in Beziehung zum magnetischen Feld des MRTs. Majdani et al. zeigten, dass ein Winkel größer 80° zwischen der Orientierung des statischen Magnetfelds des MRTs und des CI-Magneten zu Entmagnetisierung bei 3 T führt [7]. Teissl et al. empfahlen eine parallele Kopfposition im Verhält-

Geteilte Erstautorenschaft von G. Grupe und J. Wagner.

Die englische Version dieses Beitrags ist unter <http://dx.doi.org/10.1007/s00106-016-0129-7> zu finden.

nis zum magnetischen Feld des MRTs, da in dieser allgemein üblichen Kopfposition keine Entmagnetisierung beobachtet wurde [13]. Neuere Magnetkonfigurationen scheinen dieses grundsätzliche Problem gelöst zu haben. Artefaktsschatten sind eine häufige Komplikation bei MRT-Untersuchungen von CI-Trägern, welche auf der ipsilateralen Seite eine Beurteilung verschiedener ZNS-Strukturen und auch des inneren Gehörgangs und des Labyrinths sehr schwierig bis unmöglich machen [8, 14]. Dies ist gerade im Hinblick auf die CI-Indikation bei Akustikusneurinomen und aber auch deren Nachkontrolle ein großes Problem, da hier in Verlaufskontrollen sowohl der innere Gehörgang als auch das Labyrinth dargestellt werden müssen [16]. Walton et al. zeigten eine Abhängigkeit des Artefaktes von der MRT-Sequenz und Todt et al. konnten eine Beziehung zwischen CI-Position, MRT-Sequenz und Artefaktsschatten herstellen [14, 16].

Als Reaktion auf diese Komplikationen gibt es je nach Hersteller und Land unterschiedliche Vorgaben durch diese CIs als MRT-sicher unter bestimmten Bedingungen (MR conditional) eingestuft werden. Diese Bedingungen beziehen sich auf die Stärke des statischen Magnetfeldes [12]. So gibt es die Möglichkeit, den internen Magneten mit einem Kopfkompansionsverband zu stabilisieren, um Magnetdislokationen zu verhindern (Cochlear Ltd., Sydney, Australien; MED-EL, Innsbruck, Österreich). Des Weiteren bieten verschiedene Hersteller (Advanced Bionics, Valencia, Kalifornien; Cochlear Ltd., Sydney, Australien; MED-EL, Innsbruck, Österreich) Implantate an, bei denen der interne Magnet vor der MRT-Untersuchung in einem kurzen chirurgischen Eingriff entfernt werden kann, was allerdings Infektionsrisiken birgt [2, 3, 6, 14]. Neuerdings werden bei einem Hersteller bipolare Magnete verwandt (MED-EL), welche die Krafteinwirkung auf den Implantatmagneten verringern. Die zusätzliche Möglichkeit, das Implantat mit Schrauben zu fixieren, macht die Verwendung von Kopfverbänden nicht mehr notwendig [6]. Aus der Literatur sind Fälle bekannt, in welchen es trotz Kopfkompansions-

verband zu Magnetdislokationen kam. So zeigten Hassepass et al., dass 47 % aller Magnet-Revisions-Operationen an der Klinik des Autors aufgrund von Magnetdislokationen bei getragenen Kopfkompansionsverband erfolgten [4].

Ziel dieser Studie ist zum einen die Evaluation der Prävalenz von MRT-Untersuchungen von CI-Trägern auch im Hinblick auf eine Differenzierung der verschiedenen untersuchten Körperregionen und zum anderen die Beurteilung der Auswirkungen dieser MRT-Untersuchungen auf den Patienten und sein CI. Des Weiteren wird auch auf nicht objektivierbare Empfindungen des Patienten als eine Form der Komplikation eingegangen. Es wird untersucht, inwieweit Vorsichtsmaßnahmen in der alltäglichen radiologischen Routine vor MRT-Untersuchungen ergriffen werden, auch außerhalb von CI-Schwerpunktzentren, um mögliche Komplikationen zu verhindern.

Methoden

Studienpopulation

Allen Patienten, die in den Jahren 1999–2013 in der Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde des Unfallkrankenhauses Berlin mit einem oder mehreren CIs der drei Firmen Advanced Bionics, Cochlear Ltd. oder MED-EL versorgt wurden (n = 482), wurde ein retrospektiver Fragebogen zugesendet.

Messinstrument

Der retrospektive Fragebogen erfasste folgende Beurteilungskriterien:

- MRT-Untersuchung (wann, wo, untersuchte Körperregion, präventive Maßnahmen, um Komplikationen zu verhindern),
- subjektive Empfindungen des Patienten während der Untersuchung (Schmerzen, unangenehmes Gefühl),
- Komplikationen nach der Untersuchung (Hörverlust, Notwendigkeit der Kontrolle des externen Sprachprozessors, veränderter Halt des Sprachprozessors am Kopf, notwendige Eingriffe, wie z. B. operative Magnetrevision).

Der Fragebogen bestand aus 9 Fragen und er ist nachfolgend dargestellt:

1. Sind Sie in der Zeit nach der Entlassung mittels eines MRT (Kernspintomographen) untersucht worden? (Bitte ankreuzen.)
2. Wenn ja, wann war dies und wo ist diese Untersuchung durchgeführt worden? (Bei mehreren Untersuchungen geben Sie diese einzeln an.)
3. Weshalb wurde diese Untersuchung durchgeführt? (Ggf. möchte ich nicht angeben.)
4. Wurden besondere Maßnahmen bei der Untersuchung ergriffen (Kopfwickel, spezielle Lagerung, Entfernung des Magneten)?
5. Hatten Sie Schmerzen oder ein unangenehmes Gefühl bei der Untersuchung? (Bitte beschreiben.)
6. Haben Sie nach der Untersuchung mit dem Sprachprozessor so gehört wie vor der Untersuchung? (Bitte beschreiben.)
7. Musste der Sprachprozessor nachkontrolliert oder neu eingestellt werden, sodass Sie wieder gut hören konnten? (Bitte beschreiben.)
8. Hat Ihr Sprachprozessor nach der Untersuchung am Kopf gehalten wie vorher (stärker, schwächer, genauso)?
9. Mussten nach der MRT-Untersuchung besondere Maßnahmen durchgeführt werden (z. B. operativer Magnetwechsel)?

Ergebnisse

Häufigkeit von MRT-Untersuchungen bei CI-Patienten

Von den 482 versendeten Fragebögen erreichten uns 204 Antworten (42,3 %). Aus der Gruppe der beantworteten Fragebögen konnten 20 Patienten eingeschlossen werden, welche mindestens eine MRT-Untersuchung mit ihrem CI durchlaufen hatten. Mit einer Häufigkeit von 9,8 % hat sich somit in unserer Studienpopulation ein CI-Träger im Laufe seines bisherigen Lebens mindestens einer MRT-Untersuchung unterzogen. Diese 20 Patienten sind Träger von insgesamt 23 CIs und haben in der Summe 33 MRT-Untersuchungen absolviert (siehe **Abb. 1**). Das

Häufigkeit und Komplikationen von MRT-Untersuchungen bei Cochlea-Implantat-Patienten. German version

Zusammenfassung

Hintergrund. Das Cochlea-Implantat (CI) ist die Behandlung der Wahl bei schwerer bis hochgradiger Schallempfindungsschwerhörigkeit, sowie bei einseitiger Ertaubung. Bedingt durch das bei Magnetresonanztomographieuntersuchungen (Magnetresonanztomographie – MRT) bestehende Magnetfeld, waren MRT-Untersuchungen bei CI-Trägern über viele Jahre kontraindiziert bzw. nur unter spezifischen Bedingungen durchführbar. MRT-Untersuchungen bei CI-Trägern bergen die Gefahr von Komplikationen und bedürfen daher der Beachtung verschiedener präventiver Maßnahmen. Ziel dieser Studie ist die Evaluation der Häufigkeit von MRT-Untersuchungen bei CI-Patienten und

des Auftretens von Komplikationen durch das MRT-Magnetfeld, sowie die Erhebung der im radiologischen Alltag getroffenen Präventionsmaßnahmen.

Methodik. Versand eines retrospektiven Fragebogens an 482 Patienten, die in den Jahren 1999–2013 mit einem CI versorgt wurden. Evaluieren wurden Daten zur MRT-Untersuchung sowie subjektive und objektive Vorkommnisse während und nach der MRT-Untersuchung.

Ergebnisse. Von 482 versendeten Fragebögen wurden 204 beantwortet (42,3 %). 20 Patienten (9,8 %) mit 23 CIs haben in der Summe 33 MRTs durchlaufen. 16 der Untersuchungen waren Kopf-MRTs (49 %). In 20 Fällen (61 %) wurden präventive Maßnahmen

in Form von Kopfwickeln getroffen. Die häufigste Komplikation waren Schmerzen in 23 Fällen (70 %) und die schwerwiegendste Komplikation war die Dislokation des internen Magneten in 3 Fällen (9 %).

Diskussion. Die Anzahl der CI-Träger, welche mittels MRT untersucht werden, ist hoch. Mögliche Komplikationen und dementsprechende Vorsichtsmaßnahmen finden in der alltäglichen radiologischen Routine zu wenig Beachtung.

Schlüsselwörter

Cochlea-Implantat · MRT-Untersuchung · Magnetdislokation · Komplikationen · Kopfkompansionsverband

Prevalence and complications of MRI scans of cochlear implant patients. German version

Abstract

Background. Cochlear implants (CI) are the preferred method of treatment for patients with severe to profound bilateral sensorineural hearing loss and unilateral deafness. For many years, because of the magnetic field during magnetic resonance imaging (MRI) examinations, MRI examinations were contraindicated for CI patients or feasible only under specific circumstances. MRI examinations of CI recipients entail complications and therefore preventive measures have to be considered. The aim of this study was to evaluate the incidence of MRI scans in CI recipients and the occurrence of complications, and furthermore

to investigate the preventive measures taken in radiological daily routine.

Materials and methods. A retrospective questionnaire was sent to 482 patients that received CIs from 1999–2013. Details of the MRI examination and subjective and objective incidents during and after the MRI scan were evaluated.

Results. A total of 204 CI recipients answered the retrospective questionnaire (42.3 %). Twenty patients (9.8 %) with 23 implants underwent a total of 33 MRI scans with their cochlear implant in place. In 16 cases the scanned region was the head (49 %). Preventive measures in the form of head

bandages were taken in 20 cases (61 %). The most common complication was pain in 23 cases (70 %) and the most serious complication was the dislocation of the internal magnet in 3 cases (9 %).

Conclusions. The number of CI recipients undergoing MRI scans is quite high. Possible complications and preventive measures attract too little attention in radiological daily routine.

Keywords

Cochlear implant · MRI examination · Magnet dislocation · Complications · Head compression bandage

bedeutet, dass Mehrfachuntersuchungen eines CI-Patienten zu bedenken sind. Somit sind CI-Träger mit einer Häufigkeit von 16,2 % mindestens einmal, ggf. sogar öfter, dem Magnetfeld eines MRTs ausgesetzt worden. In unserer Studie erfolgte bei 2 von 20 Patienten mehr als eine MRT-Untersuchung (10 %). Alle Untersuchungen erfolgten mit einer Magnetfeldstärke von 1,5 Tesla. Kenntnisse über die verwandte MRT-Sequenz bestehen nicht. Siehe **Abb. 2** zur Differenzierung der untersuchten Körperregionen.

Komplikationen und Vorsichtsmaßnahmen bei MRT-Untersuchungen von CI-Patienten

20 Patienten mit insgesamt 23 CIs haben 33 MRT-Untersuchungen durchlaufen. Bei keiner dieser 33 Untersuchungen wurde der interne Magnet vor der Untersuchung chirurgisch entfernt. In 20 Fällen wurden Vorsichtsmaßnahmen ergriffen, um eine Dislokation des internen Magneten zu verhindern. Diese Vorkehrungen wurden immer in Form von Kopfwickeln

durchgeführt. Wobei nicht weiter spezifiziert ist, wie diese Kopfwickel angelegt wurden, bzw. ob es sich um Kopfkompansionsverbände mit Versteifung oder Ähnlichem handelte. Über Schmerzen oder ein unangenehmes Gefühl wurde in 23 Fällen berichtet. Somit sind Schmerzen die häufigste Komplikation bei MRT-Untersuchungen von CI-Trägern (siehe **Abb. 3**). Bei 10 MRTs klagten die Patienten weder über Schmerzen, noch über ein unangenehmes Gefühl. In 100 % dieser Fälle, in denen keine Schmerzen angege-

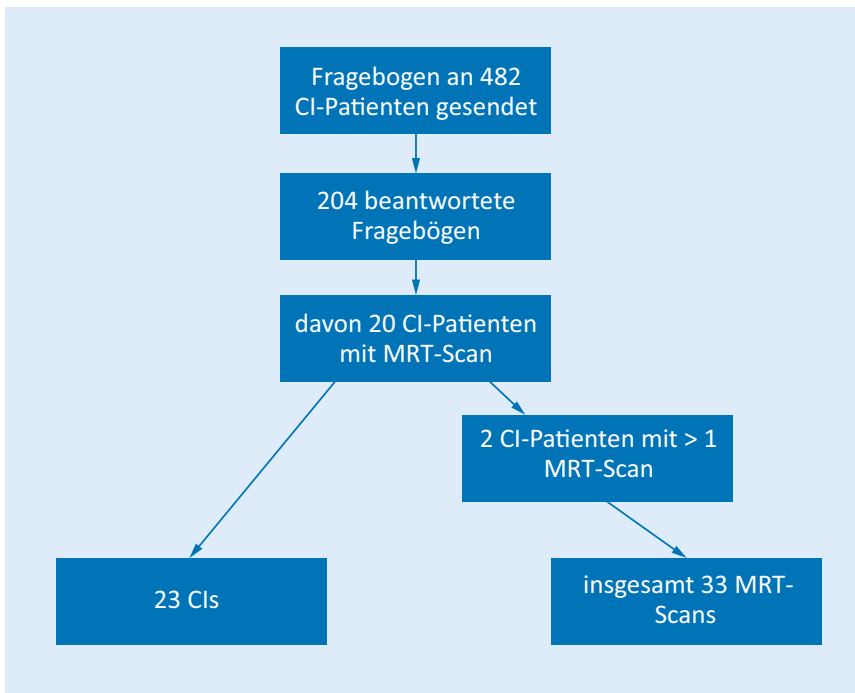


Abb. 1 ▲ Häufigkeit von MRT-Scans bei CI-Patienten

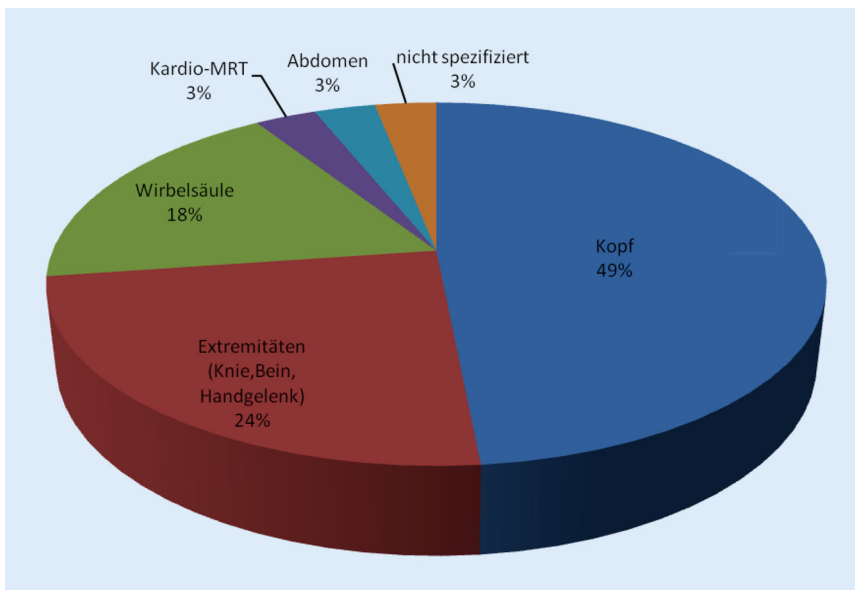


Abb. 2 ▲ Häufigkeit von MRT-Untersuchungen bei CI-Patienten, differenziert nach untersuchter Körperregion

ben wurden, wurde ein Kopfwickel bei der Untersuchung getragen. In den restlichen Fällen, wo Kopfwickel als Vorsichtsmaßnahme angelegt wurden, traten trotz Kopfwickel Schmerzen auf. Einmal kam es zu einer Dislokation des internen Magneten, obschon der Kopfwickel angelegt war. Insgesamt wurde über 3 Magnetdislokationen berichtet. Zwei dieser Ma-

gnetdislokationen ereigneten sich ohne Kopfwickel, also ohne jegliche Vorsichtsmaßnahmen. Ohne präventive Maßnahmen kam es darüber hinaus immer zu Schmerzen. 2 von 3 Magnetdislokationen mussten operativ revidiert werden. Des Weiteren fand in einem Fall eine manuelle Reposition statt. Darüber hinaus kam es bei 4 Patienten zu einem Hörver-

lust, bedingt durch eine Einschränkung der Systemfunktion. Die Hälfte der Hörverluste können durch eine Dislokation des internen Magneten begründet werden. In der anderen Hälfte lag ein defekter externer Sprachprozessor vor. Es ist unklar, ob es in diesen Fällen unterlassen wurde, den Sprachprozessor vor der MRT-Untersuchung zu entfernen. Außerdem berichteten 4 Patienten darüber, dass ihr Sprachprozessor nach der Untersuchung nicht mehr so gut am Kopf gehalten hat wie vor der Untersuchung. In 3 von 4 Fällen lag eine Dislokation des internen Magneten als Ursache vor. 2 MRT-Untersuchungen mussten wegen Beschwerden und Unbehagen abgebrochen werden. Es wurde über keinen Fall von Entmagnetisierung oder Implantatdysfunktion nach der Untersuchung berichtet. Zu dem Verhältnis von untersuchter Körperregion zu den aufgetretenen Komplikationen ist herauszustellen, dass in 80 % der Fälle, in denen keine Schmerzen auftraten, kein MRT des Kopfes durchgeführt wurde. Jedoch wurde der Patient in 2 von 3 Fällen, wo es zu einer Magnetdislokation kam, einem Kopf-MRT unterzogen.

Es konnte keine Korrelation zwischen der Größe des Krankenhauses bzw. der radiologischen Einrichtung, in welcher die Untersuchung durchgeführt wurde, sowie der Tatsache, dass es einem CI-Zentrum angegliedert ist und dem Auftreten von Komplikationen und den ergriffenen Vorsichtsmaßnahmen hergestellt werden. Es wurde auch von Fällen berichtet, wo gerade in CI-Zentren auf Kopfwickel verzichtet wurde. In allen radiologischen Zentren gab es Untersuchungen, die zu Komplikationen führten.

Diskussion

Zusammenfassung der Hauptergebnisse

In der vorliegenden Studie konnte gezeigt werden, dass die am häufigsten durch ein MRT gescannte Körperregion bei CI-Trägern der Kopf ist, wobei das Kopf-MRT gleichzeitig auch die komplikationsreichste Untersuchung bei CI-Patienten darstellt. Des Weiteren wurde aufge-

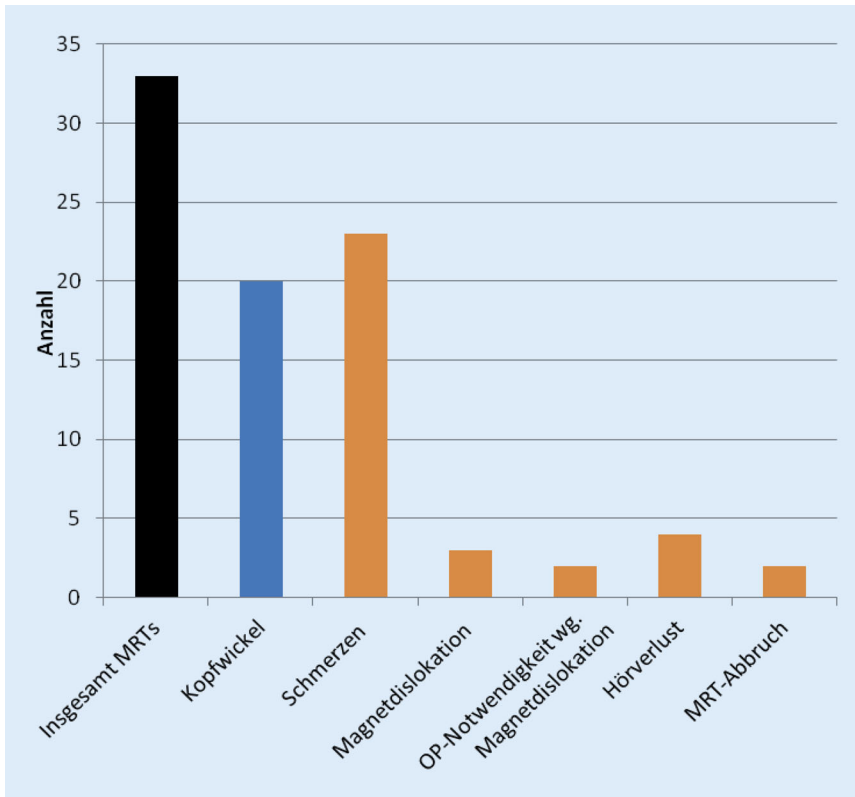


Abb. 3 ▲ Komplikationen und Vorsichtsmaßnahmen bei MRT-Untersuchungen von CI-Patienten

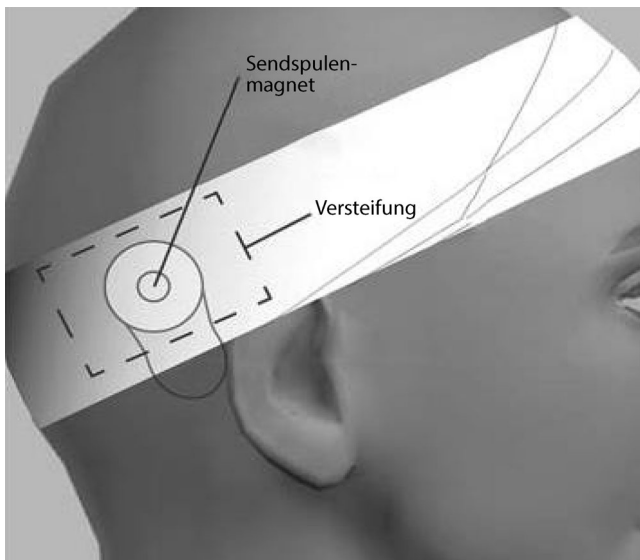


Abb. 4 ◀ Bandage-technik des Kopfes von CI-Trägern vor MRT-Untersuchungen. Der Sendespulenmagnet stellt den internen implantierten Magneten dar. Diese Empfehlung trifft für Magnetfeldstärken bis 1,5 Tesla zu. Bei Magnetfeldstärken größer 1,5 Tesla ist der interne Magnet zu entfernen [3, 5]. (© Cochlear Ltd., mit freundl. Genehmigung)

zeigt, dass es sich bei Schmerzen um eine zwar nicht objektivierbare, aber doch mit Abstand am häufigsten auftretende Komplikation bei MRT-Untersuchungen von CI-Trägern handelt. Die wohl schwerwiegendste Komplikation, auch in dieser Studie, ist die Dislokation des internen Magneten, welche Infektionsrisiken birgt und meist einer operativen Magnetre-

sion bedarf. Darüber hinaus wurde herausgestellt, dass mit einem anscheinend zu geringen Anteil Vorsichtsmaßnahmen an CI-Trägern vor MRT-Untersuchungen vorgenommen wurden. Trotz getragener Kopfwickel traten Komplikationen sowohl an CI-Zentren als auch außerhalb von CI-Zentren, auf.

Vergleich mit anderen Studien

Die große Häufigkeit an Kopf-MRTs stellt Radiologen, Operateure und CI-Patienten vor Herausforderungen. Verschiedene Aspekte sind hierbei zu berücksichtigen. Bei MRT-Aufnahmen des Kopfes ist bei CI-Trägern meistens die zu begutachtende Struktur auf der ipsilateralen Seite durch Artefaktschatten potenziell verdeckt [8, 14]. Dies muss schon der Operateur beim Einsetzen des CIs bedenken, da die CI-Position, sowie bestimmte MRT-Sequenzen, die durch den Radiologen eingestellt werden, eine große Rolle in der Möglichkeit den Artefaktschatten zu minimieren, spielen [14]. In der Arbeit von Todt et al. konnten die Autoren einen Zusammenhang zwischen der gewählten MRT-Sequenz bei 3 Tesla, der CI-Position, sowie dem Artefaktschatten herstellen [14]. Die CI-Receiver-Position wurde beschrieben durch einen Winkel zwischen Nasion, äußerem Gehörgang und internem Magneten, sowie der Distanz zwischen internem Magneten und äußerem Gehörgang [14]. Bei einer mehr horizontalen und posterioren CI-Receiver-Position, hier ist vor allen Dingen eine Position von 160° und 9 cm zu nennen, sowie einer TSE 2D T2w MRT-Sequenz war eine Beurteilbarkeit von innerem Gehörgang und Labyrinth möglich [14]. Darüber hinaus scheint das Kopf-MRT im Vergleich zu anderen gescannten Körperregionen zu mehr Komplikationen bei CI-Trägern zu führen. Eine mögliche Erklärung ist, dass sich die gescannte Körperregion näher am Implantat befindet. Dieser Zusammenhang wurde von Todt et al. in Verbindung mit Mittelohrimplantaten bereits festgestellt [15].

Wie Crane et al. zeigten, wird auch in unserer Studie deutlich, dass Schmerz und Unbehagen die größten Risiken einer MRT-Untersuchung bei CI-Trägern sind und sogar zu Abbrüchen der Untersuchung führen [1]. Um das Auftreten von Schmerzen und um noch schwerwiegendere Komplikationen wie Magnetdislokationen zu minimieren, sollte auf die richtige Bandagetechnik des Kopfes Wert gelegt werden. Des Weiteren ist darauf zu achten, dass nach jeder MRT-Untersuchung, bei der Schmerzen auftreten bzw. der Sprachprozessor nicht mehr

am Kopf hält, ein Kontrollröntgen des Schädels durchgeführt wird, um mögliche Dislokationen zu erkennen. Diese wichtigen Punkte beschrieben schon Hassepass et al. und schlugen die Röntgenaufnahme nach Stenvers vor, welche eine Darstellung des Felsenbeines und des Implantates ermöglicht [3].

In **Abb. 4** ist die Bandagetechnik des Kopfes, empfohlen von der Firma Cochlear, dargestellt. Es ist unbedingt zu bedenken, dass die Bandage mit starkem Druck angelegt wird und dass unterhalb der Bandage direkt über dem Magneten eine Versteifung aufgelegt wird, z. B. eine Kunststoffkarte, ein gefalteter Holzspatel oder eine Klebmasse [3, 5]. In der HNO-Klinik des Unfallkrankenhauses Berlin wird ein Anlegen des Verbandes durch einen Arzt präferiert.

Limitationen

Als Limitation dieser Arbeit ist die fehlende Kenntnis der verwandten MRT-Sequenzen und deren Subspezifika in den radiologischen Zentren, wo die Untersuchungen stattfanden, zu erwähnen.

Ausblick

Als größtes Problem stellte sich heraus, dass in der alltäglichen radiologischen Routine dem CI-Träger in der Umgebung eines MRT-Magnetfeldes zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt wird. Da zu selten Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden, ist das Auftreten von Komplikationen unnötigerweise erhöht. Es besteht Schulungsbedarf in der richtigen Anwendung der Vorsichtsmaßnahmen, da unsere Ergebnisse die Vermutung nahe legen, dass richtig angewendete präventive Maßnahmen sowohl Schmerzen als auch weitere Komplikationen wie Magnetdislokationen minimieren können. Hier ist auf die richtige Bandagetechnik des Kopfkompressionsverbandes hinzuweisen.

Es besteht weiterer Forschungsbedarf, z. B. als anonyme Befragung im Hinblick darauf, inwieweit Radiologen sowohl inner- als auch außerhalb von CI-Zentren Kenntnisse über notwendige präventive Maßnahmen bei der MRT-Untersuchung von CI-Trägern besitzen und

ob diese Vorsichtsmaßnahmen im Alltag Beachtung finden.

Fazit für die Praxis

- **MRT-Untersuchungen sind häufig notwendig bei CI-Patienten und nicht kontraindiziert.**
- **Es sollten vor der MRT-Untersuchung Informationen zur MRT-Kompatibilität vom jeweiligen CI-Hersteller eingeholt werden.**
- **Häufigste Komplikation unter MRT sind Schmerzen.**
- **Korrekt angewendete präventive Maßnahmen vor MRT-Untersuchungen von CI-Patienten sind geeignet Komplikationen zu verhindern bzw. zu minimieren.**

Korrespondenzadresse



G. Grupe

Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde, Unfallkrankenhauses Berlin Warener Str. 7, 12683 Berlin, Deutschland
gloria.grupe@charite.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. G. Grupe, J. Wagner, S. Hofmann, A. Stratmann, P. Mittmann, A. Ernst und I. Todt geben an, dass diese Studie von Cochlear Ltd., Sydney, Australien unterstützt wurde.

Ein Ethikvotum liegt vor (IRB-HNO-ukb-2015/02). Gesetzliche Datenschutzrichtlinien wurden eingehalten.

Literatur

1. Crane BT, Gottschalk B, Kraut M et al (2010) Magnetic resonance imaging at 1.5 T after cochlear implantation. *Otol Neurotol* 31:1215–1220
2. Gubbels SP, Mcmenomey SO (2006) Safety study of the Cochlear Nucleus 24 device with internal magnet in the 1.5 Tesla magnetic resonance imaging scanner. *Laryngoscope* 116:865–871
3. Hassepass F, Stabenau V, Arndt S et al (2014) Magnet dislocation: an increasing and serious complication following MRI in patients with cochlear implants. *Rofo* 186:680–685
4. Hassepass F, Stabenau V, Maier W et al (2014) Revision surgery due to magnet dislocation in cochlear implant patients: an emerging complication. *Otol Neurotol* 35:29–34
5. Cochlear Ltd (2014) Nucleus® Cochlea-Implantate. Wichtige Informationen für Cochlea-Implantatträger. http://www.cochlear.com/wps/wcm/connect/d4c7f616-4345-4bd2-b91b-0d3526e5165f/de_global_warnings_german_234569_iss6_mar13_translation_of_249170_iss6_545kb.pdf?mod=ajperes&convert-to=url&cacheid=d4c7f616-4345-4bd2-b91b-0d3526e5165f. Zugegriffen: 21. Juni 2015
6. MED-EL: Implantatlösungen/Produktinformation. <http://www.Medel.com/de/Cochlear-Implants>. Zugegriffen: 29. Juni 2015
7. Majdani O, Leinung M, Rau T et al (2008) Demagnetization of cochlear implants and temperature changes in 3.0T MRI environment. *Otolaryngol Neck Surg* 139:833–839
8. Majdani O, Rau TS, Gotz F et al (2009) Artifacts caused by cochlear implants with non-removable magnets in 3T MRI: phantom and cadaveric studies. *Eur Arch Otorhinolaryngology* 266:1885–1890
9. Mukherjee P, Ramsden JD, Donnelly N et al (2013) Cochlear implants to treat deafness caused by vestibular schwannomas. *Otol Neurotol* 34:1291–1298
10. Portnoy WM, Mattucci K (1991) Cochlear implants as a contraindication to magnetic resonance imaging. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 100:195–197
11. Risi F, Saldanha A, Leigh R et al (2004) Magnetic resonance imaging safety of NucleusR 24 cochlear implants at 3.0T. *International Congress Series* 1273. Elsevier, Oxford, S394–398
12. Shellock FG, Woods TO, 3rd Cruess JV (2009) MR labeling information for implants and devices: explanation of terminology. *Radiology* 253:26–30
13. Teissl C, Kremser C, Hochmair ES et al (1999) Magnetic resonance imaging and cochlear implants: compatibility and safety aspects. *J Magn Reson Imaging* 9:26–38
14. Todt I, Rademacher G, Mittmann P et al (2015) MRI artifacts and cochlear implant positioning at 3 T in vivo. *Otol Neurotol* 36:972–976
15. Todt I, Wagner J, Goetze R et al (2011) MRI scanning in patients implanted with a Vibrant Soundbridge. *Laryngoscope* 121:1532–1535
16. Walton J, Donnelly NP, Tam YC et al (2014) MRI without magnet removal in neurofibromatosis type 2 patients with cochlear and auditory brainstem implants. *Otol Neurotol* 35:821–825
17. Wild C, Allum J, Probst R et al (2010) Magnet displacement: a rare complication following cochlear implantation. *Eur Arch Otorhinolaryngology* 267:57–59