



# Offene MRT - Altes neu verpackt?

Dr. med. H. Peter Higer, Gießen

Das offene MR-Gerät ist eine Bauartvariante von MR-Geräten, keine neue Anwendung im Sinne des Leistungskataloges der GKV. Offene Geräte, welche die hohen Qualitätsanforderungen unseres Gesundheitswesens erfüllen, sind erst seit kurzem auf dem Markt. Die röhrenförmige Bauart ist in der Vergangenheit zum Konzept der MR-Geräte schlechthin geworden. Der supraleitende, röhrenförmige Magnet liefert Magnetfelder bis über 3 Tesla<sup>1</sup>. Er ist mit einem Gewicht um die 5 - 6 Tonnen fast überall aufstellbar. Der Anteil offener Systeme jeglicher Art an allen MR-Installationen in Deutschland wird auf 1 % geschätzt, in den USA haben sie schon einen Anteil von 27 % bei weiterer Wachstumstendenz. Die Bedeutung, die diese Bauart in den USA mittlerweile erlangt hat, lohnt daher einer kritischen Betrachtung.

Schon in den Anfängen der Computertomographie (CT) waren die Radiologen erstmals mit der Platzangst konfrontiert worden. In den relativ großen Kanälen der frühen CT war dieses Problem noch gering, in den langen Tunnels der MRT wurde dies nun trotz trichterförmigem Design, Beleuchtung, Spiegeln usw. gravierender. Weiter ist die Untersuchung einer Körperregion per MRT bei gleichzeitig freiem Zugang, durch eine Röhrenkonstruktion verwehrt und korpulente Menschen passen nicht immer hinein.

## Offene Bauart

Daraus entstand das Bedürfnis nach offenen MR-Systemen, um diese Be-

<sup>1</sup> Die Feldstärke ist ein mittelbarer Indikator für das Verhältnis von Signal-zu-Rauschen (SNR im Bild), somit für Bildqualität bzw. Untersuchungsdauer. SNR nimmt bei Magneten gleicher Bauart entsprechend  $\sqrt{x}$  zu, wobei  $x$  der Faktor ist, um den die Feldstärke erhöht wird).

schränkungen zu überwinden. Es zeigte sich bald, daß dies eine technische Herausforderung besonderer Art ist. Bei offenen Systemen entstehen erhebliche Kräfte zwischen den Magneten, was Baumaßnahmen erfordert, die zu hohen Gerätegewichten führen. Dabei sind statische und dynamische Kräfte aufzufangen. Durch Schaltung von magnetischen Wechselfeldern (Gradienten) entstehenden Kräfte, die zu Vibrationen bzw. Schwingungen führen können, was durch von außen einwirkende Schwingungen des Bodens (Verkehr etc.) noch verstärkt werden kann. Dies ist insofern kritisch, da Vibration Einfluß auf die Ortskodierung der Signale aus dem Untersuchungsobjekt nimmt. Hohe Homogenität eines Magnetfeldes ist außerdem leichter im Inneren eines röhrenförmigen Magneten herzustellen.

Bei der offenen Bauart werden gegenwärtig folgende Ziele verfolgt:

- Reduzierung der Angst des Patienten vor und bei der Untersuchung;
- Untersuchung von übergewichtigen und/oder korpulenten sowie schwangeren Patienten (12);
- Beweglichkeit des Patienten im Magnet, um Funktionsaufnahmen erstellen zu können und
- leichter Zugang zum Patienten im Gerät, um Interventionen zu ermöglichen.

Es wurden zunächst Systeme gebaut, die im Niederfeldbereich arbeiteten und weder die Richtlinien der kassenärztlichen Bundesvereinigung noch die Leitlinien der Bundesärztekammer (18, 42) erfüllen konnten<sup>2</sup> (11). In den letzten Jahren sind offene Hochfeldsysteme entwickelt worden (>0,5 Tesla), die aus zwei gegenüberliegenden, supraleitenden Magneten bestehen und die o.g. Qualitätsanforderungen erfüllen. Sy-

steme mit einer Feldstärke von 0,6 - 0,7 Tesla entsprechen in der Performance Röhrensystemen von 1 Tesla. Die Gewichte dieser Geräte liegen zwischen 11 und 38 Tonnen. Bautechnisch hat sich das C-Bogen- oder das double-post-Design durchgesetzt mit zentrisch oder exzentrisch angeordneten Stützpfählen. Diese Geräte haben eine Untersuchungsfläche, die sich in der Horizontalen in zwei Richtungen verschieben läßt, so daß eine optimale Einstellung des Patienten für die Untersuchung möglich ist.

## Angst vor und bei der MRT

Angst vor und bei der MRT ist ein vielschichtiges Problem. Da ist einmal die Klaustrophobie, dann die Angst vor einer unbekanntem Behandlung, die Angst vor Schmerz und schließlich die Angst vor dem Ergebnis der Untersuchung. Eine nicht ausreichende Vorinformation trägt wesentlich zum Aufbau von Angst bei (1, 5, 10, 17) und reduziert die Aussichten auf eine erfolgreiche Untersuchung deutlich. Im Schnitt rechnet man mit präexistenter Angst in bis zu 40 % aller Patienten (3, 5, 7, 8, 9, 10, 14). Dabei spielt die klaustrophobe Komponente, die sich als Angst vor der Maschine äußert (bedingt durch röhrenförmige Bauart, Untersuchungsdauer, Maschinengeräusch und Temperatur in der Röhre) eine wesentliche Rolle (14). Viele dieser Patienten können nach eingehender Aufklärung, Sedierung und mit Begleitperson dennoch untersucht werden. Die Rate der erheblich beeinträchtigten bis abgebrochenen Untersuchungen variiert in der Literatur sehr stark zwischen 0,54 % bis über 14 % (2, 13, 14,

<sup>2</sup> siehe auch [www.kbv.de/publikationen/4548.htm](http://www.kbv.de/publikationen/4548.htm)

15). Erfahrungen mit offenen Installationen haben gezeigt, daß eine nicht unbeträchtliche Dunkelziffer vorzuliegen scheint. Ein Teil der Patienten begibt sich erst gar nicht zur Untersuchung in Röhrengeräte, setzt sich dieser Angst nicht aus, die sich schon Tage vor der Untersuchung aufbaut. Vorerfahrungen mit der MRT spielen dabei eine Rolle. Patienten mit einer oder mehr Voruntersuchungen in der MRT zeigen wachsendes Angstpotential (6, 8, 9, 13). Auch diejenigen, welche die Untersuchung durchstehen, würden eine Untersuchung in Tunnelsystemen lieber vermeiden (12). Patienten mit klaustrophoben Reaktionen in Röhrensyste men können in offenen Systemen überwiegend ohne jede Sedierung untersucht werden (16). Die bessere Beherrschung der Patientenangst mit offenen Systemen wird in vielen Studien konstatiert (2, 3, 16, 17), lediglich eine verneint dies (4).

Angst der Patienten wird von folgenden Faktoren beeinflusst:

- Ältere Männer und jüngere Frauen haben ein höheres Angstpotential als ihre entsprechenden anderen Altersgruppen.
- Patienten mit vorherigen MR-Untersuchungen haben mehr Angst als solche ohne.
- Patienten mit höherem Sozialstatus und besserer Bildung haben mehr Angst.
- Patienten ohne Vorinformation vom überweisenden Arzt haben mehr Angst als informierte.
- Patienten mit Kopfuntersuchungen brechen öfter die Untersuchung ab als solche mit Untersuchungen anderer, insbesondere peripherer Körperteile.

### Neue Anwendungen der offenen MRT

Die ersten Geräte wurden zur radiologischen Intervention gebaut. Hier soll diese Anwendung, die eine eigene Behandlung erfordern würde, nicht weiter ausgeführt werden (siehe dazu beispielsweise (36, 37)). Funktions- bzw. Bewegungsstudien sind ideal in der offenen MRT umsetzbar. Wenn auch in

ihrer Bedeutung noch nicht hinreichend geklärt, wird ihnen ein großes Potential zugeschrieben.

Erfahrungen mit Untersuchungen des Schultergelenkes in Funktionsstellung sind noch begrenzt. Entsprechend befaßt sich ein Teil der Literatur auch noch mit der Klärung von biomechanischen Fragen (19, 21, 28, 30). Als klinische Indikation für die Funktionsstudie wird die Instabilität angesehen (22, 32). Hier erwartet man weitere

hende Information über den Labrum-Kapsel-Sehnen-Apparat des Schultergelenkes.

Auch in der Untersuchung der Wirbelsäule nehmen biomechanische Fragen noch großen Raum ein (23, 24, 26, 29). In Patientenstudien fand man diskoligamentöse Instabilität („mobile Bandscheibe“) darstellbar (20). Der Einsatz bei Spondylolisthesis wird diskutiert, um Hypermobilität in ihren Konsequenzen zu erfassen (25). Stu-

### Geräteübersicht

Firma	Geräte name	Feldstärke (Tesla)	Quadrat (m <sup>2</sup> ) / Slow rate Tisch	Bauart/ Gewicht (Tonnen)	Nicht-linien KV/ BAK	Anwendung	Geanty h/b (cm)	Gewicht in der BRD
ESAOTE	E-Ron XD	0,20	20/25	PM, C-Bogen, Swing Table 2,0	∅	PG	k.A.	28
GENERAL ELECTRIC	Signa Profile	0,20	15/25	PM, 2 Säulen, schwenkender Tisch 10,0	∅	GK	44/170	k.A.
GENERAL ELECTRIC	Signa Ovation	0,35	15/25	PM, Doppel-C, Swing Table 19,5	∅	GK	k.A.	k.A.
GENERAL ELECTRIC	Signa Open Speed	0,70	25/40	SM, opponierende Magneten, Doppel-C, Swing Table 11,0	+	GK	45/85	3
FONAR	Standing Ovation	0,60	k.A.	EM, horizontales Feld, Untersuchung im Sitzen/Stehen 132,5	?	GK	>148	0
HITACHI	AIRIS male	0,20	k.A.	PM, Doppel-C, schwenkender Tisch k.A.	∅	GK	k.A.	k.A.
HITACHI	AIRIS II 1	0,30	k.A.	PM, Doppel-C, konventioneller Tisch k.A.	∅	GK	k.A.	k.A.
PHILIPS (Marconi)	(Proview) Panorama 0.23T	0,23	21/50	PM, C-Bogen, schwenkender Tisch 13,0	∅	GK	46	16
PHILIPS (Marconi)	Panorama 0.6T	0,60	20/75	SM, opponierende Magneten, C-Bogen, schwenkender Tisch 38,0	+	GK	47	1
PHILIPS	Panorama 1.0T	1,00	nach k.A.	SM, opponierende Magneten, 2 Säulen, vertikale Abschirmung 9,0	+	GK	k.A.	nach nicht im Vertrieb
SIEMENS	Magnetom Concerto (open)	0,20	20/25	PM, C-Bogen, schwenkender Tisch 11,0	∅	GK	k.A.	k.A.
SIEMENS	Magnetom Rhapsody	1,00	20/40	SM, opponierende Magneten, Doppel-C, Swing Table 24,0	?	GK	k.A.	im Rückbau 1
TOSHIBA	Opart	0,35	k.A.	SM, opponierende Magneten, 4 Säulen, Zugang von 4 Seiten k.A.	∅	GK	55/105	k.A.

Am liebsten Markt direkt angebotene, aktuelle oder mögliche Geräte. Die technischen Daten wurden aus der Internetpräsentation der Geräte genommen. Wo die Angaben nicht ausreichend waren, wurde der Hersteller direkt um Auskunft gebeten. Legende: PM – Permanentmagnet, EM – Elektromagnet, SM – Supraleitender Magnet, GK – Ganzkörper, PG – periphere Gelenke, k.A. – fehlende oder auch explizit verweigerte Angaben bis Redaktionsschluß am 27.4.2003.



## Fortbildung

dien an Patienten mit haltungsabhängigem, ischialgiformem Schmerzsyndrom, haben gezeigt, daß dieses auch auf die Veränderung der neuroforaminalen Weite bei Extension und Flexion zurückzuführen ist (31, 33). An der HWS können Instabilitäten posttraumatischer oder rheumatischer Genese im kraniozervikalen Übergang bei Funktionsstellung erfaßt werden (36).

Am Kniegelenk sind Studien nach vorderer Kreuzbandruptur und beim sogenannten Plica-Syndrom durchgeführt worden (27, 34, 35).

In der Geburtshilfe ist die MR-Pelvimetrie eine Methode, die es erlaubt ohne Strahlenexposition, die zephalopelvine Relation zu bestimmen (38 - 42). Dazu eignet sich die offene MRT besser als die röhrenförmige wegen des Bauchumfanges der Schwangeren. Ab einem Bauchumfang von 120 cm wird dies als angenehmer im offenen Gerät empfunden (12). Dieses Ergebnis ist auf korpulente Personen schlechthin übertragbar, die ebenfalls weniger Pro-

bleme bei der Untersuchung im offenen Gerät haben.

### Aufwand und Honorarstruktur

Der technische Aufwand und die darin steckenden Kosten offener Hochfeldsysteme haben ihren Preis, der weit über dem von vergleichbaren Röhrensystemen liegt. Da die Honorare nicht an den technischen Aufwand gebunden sind sondern sich lediglich nach Untersuchungsregion und im privaten Bereich nach patientenseitigem Schwierigkeitsgrad richten, will der Kauf eines solchen Systems gut überlegt sein. Die Frage in der Überschrift ist daher folgendermaßen zu beantworten:

- Die Möglichkeit, Funktionsstudien durchzuführen, ist noch in den Anfängen jedoch vielversprechend und wird bislang kaum genutzt.
- Der Einsatz in der Geburtshilfe bietet Vorteile gegenüber dem röhrenförmigen MRT und bei korpulenten Patienten ist sie oft die einzige Möglichkeit.

- Den Patienten interessiert vor allem die offene Bauart, die seine Ängste vor und bei der Untersuchung reduziert und eine bequemere Lagerung ermöglicht.

Bleibt die Frage: Wie viel ist dies Arzt und Patient wert?

Literaturliste beim Verfasser

Anschrift des Verfassers:  
Dr. med. H. Peter Higer  
Arzt für Radiologie  
An der Johanneskirche 5  
35390 Gießen  
www.offene-mrt-giessen.de

### Schlüsselwörter

Offene MRT – Kernspintomographie –  
Klaustrophobie – Funktionsstudien

### Ärzte im nuklearen Katastrophenschutz

5. Mai 2004  
12.00 – 18.00 Uhr

Akademie für ärztliche Fort- und Weiterbildung  
Bad Nauheim

Themen: • Der Unfall im Kernkraftwerk: - Naturwissenschaftliche Grundlagen - Was erwarten die Katastrophenschutzbehörden von Ärzten? • Medizinische Betreuung nach einem kerntechnischen Unfall • Erste Erfahrungen aus Katastrophenschutzübungen in Hessen • Strahlenwirkungen, Abschätzung des Strahlenrisikos  
Auskunft: Frau Lepka, Akademie. Tel. 06032 / 782-216

### Ganzheitliches Risikomanagement im Krankenhaus

13. Mai 2004  
9.00 – 17.15 Uhr

Akademie für ärztliche Fort- und Weiterbildung  
Bad Nauheim

Leitung und Moderation: Prof. Dr. med. E.-G. Loch, Prof. Dr. med. M. Schrappe, Dr. jur. K. Bockslaff, Dr. med. M. Popovic  
Auskunft: Frau Lepka, Akademie. Tel. 06032 / 782-216

### Das Versorgungswerk zieht um!

Sehr geehrte Mitglieder,

bitte beachten Sie, daß das Versorgungswerk der Landesärztekammer Hessen ab dem **19. April 2004** unter der nachfolgenden Anschrift zu erreichen ist:

**VERSORGUNGSWERK**  
der Landesärztekammer Hessen  
Mittlerer Hasenpfad 25  
60598 Frankfurt am Main

Die übrigen Kommunikationseinrichtungen Telefon, Fax sowie Email bleiben unverändert. Diese lauten:

Tel.: 069 / 979 64-0  
Fax: 069 / 979 64-171  
Email: [info@arztrente.de](mailto:info@arztrente.de)