

MAGNETRESONANZ-TOMOGRAFIE: NEUE MÖGLICHKEITEN IN DER KARDIALEN DIAGNOSTIK

- **Die kardiale Magnetresonanztomografie (MRT) ist die aktuell beste Methode, um myokardiale Strukturen und deren Beziehungen zum restlichen Mediastinum zu beurteilen**
- **Die kardiale MRT ist der Goldstandard zur Beurteilung der links- und rechtsventrikulären Pumpfunktion**
- **Myokardiale Narben können exakt lokalisiert und quantifiziert werden, was für die genaue Diagnose verschiedener Kardiopathien und für das weitere Prozedere sehr wichtig ist**

Die bildgebende Diagnostik hat in der Kardiologie eine enorme Bedeutung. Neben den Standardverfahren Echokardiografie und Koronarangiografie hat die kardiale Magnetresonanztomografie (MRT) in jüngster Zeit die vielversprechendste Entwicklung erfahren. Diese moderne Technik liefert einerseits Bilder in bisher unbekannter Qualität und ermöglicht andererseits, als bisher einziges Verfahren, eine direkte Charakterisierung des Myokards.

Seit der Einführung der kardialen MRT am HerzZentrum in Bern im August 2006 wurden insgesamt 120 Untersuchungen durchgeführt. Der grösste Anteil entfällt auf Patienten mit koronarer Herzkrankheit ($n = 34$), Kardiomyopathien ($n = 23$) und Pathologien der Aorta ($n = 16$). In der nachfolgenden Zusammenstellung werden die wichtigsten Indikationen sowie die Vor- und Nachteile der kardialen MRT besprochen und mit eigenen Beispielen und Abbildungen ergänzt.

MRT bei koronarer Herzkrankheit

Die MRT ermöglicht eine hervorragende Darstellung des gesamten Herzens, der grossen Gefässe sowie der restlichen mediastinalen Strukturen. Aus diesem Grund gilt diese Technik bereits heute als der Goldstandard in der Untersuchung von morphologischen Veränderungen des Herzens.

Im Rahmen der Abklärungen bei koronarer Herzkrankheit (KHK) kann mit Hilfe der sehr raschen Ciné-Sequenzen eine exakte Quantifizierung der linksventrikulären Pumpfunktion vorgenommen werden. Regionale Störungen der Wandmotilität, wie sie beispielsweise nach einem Myokardinfarkt auftreten, lassen sich genau beschreiben. Zudem können sowohl das diastolische als auch das systolische Volumen exakt bemessen und die Auswurffraktion entsprechend berechnet werden (Abb. 1 und 2). Eine direkte anatomische Darstellung der Herzkranzgefässe und allfälliger Stenosen ist bisher (noch) nicht routinemässig möglich. Hingegen kann mit einer Dobutamin-Stress-Untersuchung geprüft werden, ob und in welchem Bereich hämodynamisch relevante Stenosen der Herzkranzgefässe vorliegen.

Das MR-Kontrastmittel Gadolinium reichert sich in fibrotischem Narbengewebe an respektive wird von dort nur verzögert wieder in die Blutbahn ausgewaschen. Aus diesem Grund lassen sich mittels der Technik des «Gadolinium Late Enhancement» in den Spätaufnahmen nach Kontrastmitteldarstellung myokardiale Narben und Fibrosen darstellen (Abb. 3a und 3b). Mit dieser Untersuchung kann nach einem Myokardinfarkt sowohl die flächenmässige Ausdehnung als auch die subendokardiale bzw. transmurale Schädigung durch den Infarkt beurteilt werden. Bei subendokardialen Narben, die weniger als 50% der Myokarddicke betreffen, kann man von vitalem Gewebe im Rest-Myokard ausgehen; es lässt sich eine zumindest teilweise funktionelle Erholung nach einer Gefäss-Revaskularisation (mittels kathetertechnischer Intervention oder Bypass-Chirurgie) erwarten. Sind mehr als 75% der myokardialen Wand vernarbt, ist keine funktionelle Erholung mehr zu erwarten – eine Revaskularisation bringt keinen prognostischen Benefit, und ein solcher Eingriff ist wegen der Gefahr von malignen Arrhythmien gar kontraindiziert.

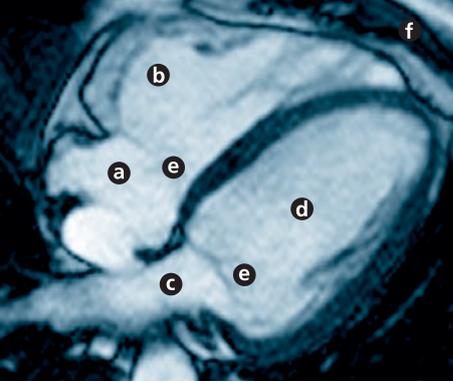


Abb. 1a
Vier-Kammer-Darstellung in der Füllungsphase der beiden Ventrikel (Diastole).

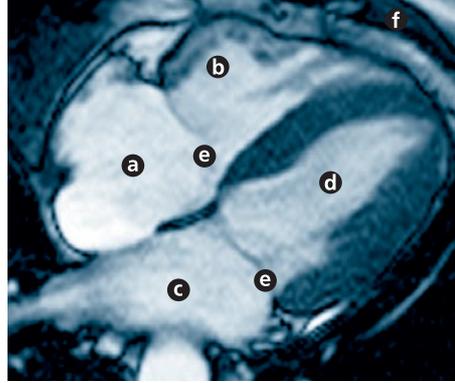


Abb. 1b
Vier-Kammer-Darstellung in der Austreibungsphase (Systole).

- a: Rechte Vorkammer
- b: Rechte Herzkammer
- c: Linke Vorkammer
- d: Linke Herzkammer
- e: Herzklappen
- f: Brustwand

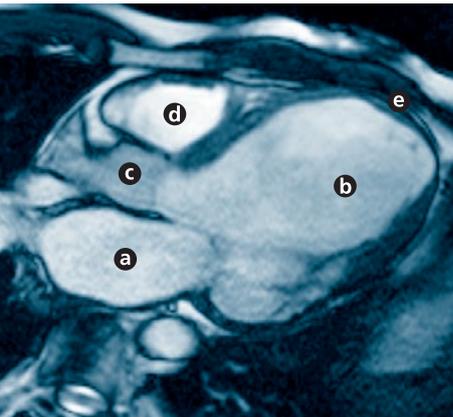


Abb. 2
Drei-Kammer-Darstellung in der Systole. Status nach Myokardinfarkt mit ausgedünntem Myokard anteroseptal.

- a: Linke Vorkammer
- b: Linke Herzkammer
- c: Aorta
- d: Rechter Ventrikel
- e: Infarktgebiet

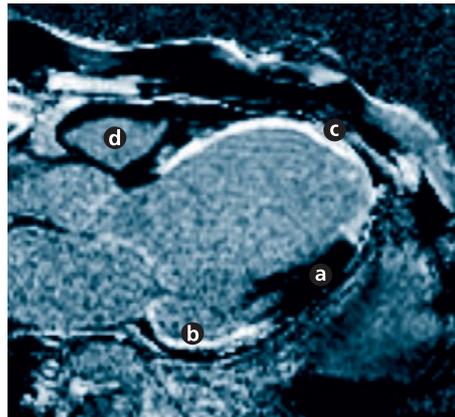


Abb. 3a
Narbendarstellung durch «Gadolinium Late Enhancement». Mehrere teils transmurale Narben (weiss), teils lediglich subendokardiale Narben mit Nachweis von teilweise noch vitalem Myokard (schwarz).

- a: Gesunder Herzmuskel
- b: Subendokardiale Narbe
- c: Transmurale Narbe
- d: Rechter Ventrikel

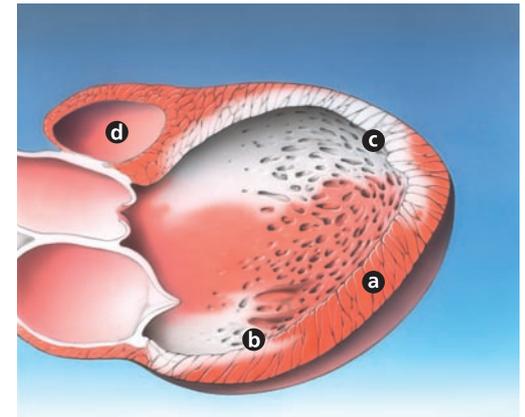


Abb. 3b
Räumlich dreidimensionale Darstellung der Abb. 3a.

Kardiale MRT bei Myokarditis

Eine Myokarditis ist oft schwierig zu diagnostizieren. Während die seltenen, fulminant verlaufenden Fälle meist keine diagnostischen Probleme bereiten, sind subklinische und milde Verlaufsformen wahrscheinlich bedeutend häufiger als bisher angenommen. Oft erlauben weder Klinik noch EKG noch Labor eine schlüssige Diagnose. Mit der MRT kann durch genaue Gewebecharakterisierung und Beobachtung des Kontrastmittelverhaltens im Myokard eine Entzündung häufig direkt nachgewiesen werden. Zudem findet man auch bei Myokarditiden oft Narben, wobei diese primär intramyokardial oder subepikardial gelegen sind (Abb. 4) – dies im Gegensatz zur koronaren Herzkrankheit, wo die Narben subendokardial liegen.

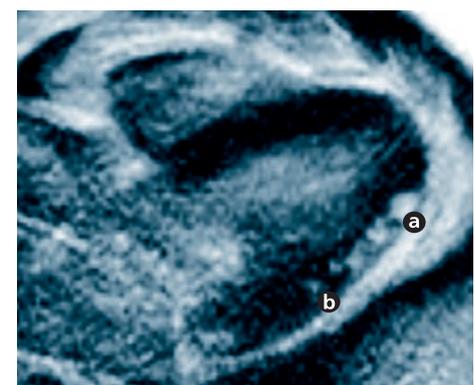


Abb. 4
Vier-Kammer-Darstellung mittels «Gadolinium Late Enhancement»; Nachweis von intramyokardialen bzw. subepikardialen Narben.

- a: Subepikardiale Narbe
- b: Intramyokardiale Narbe

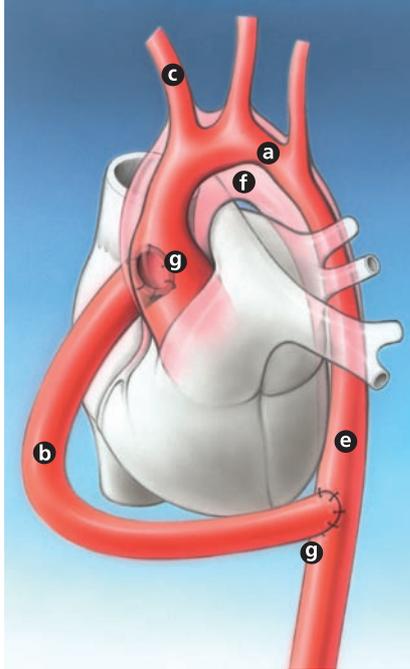
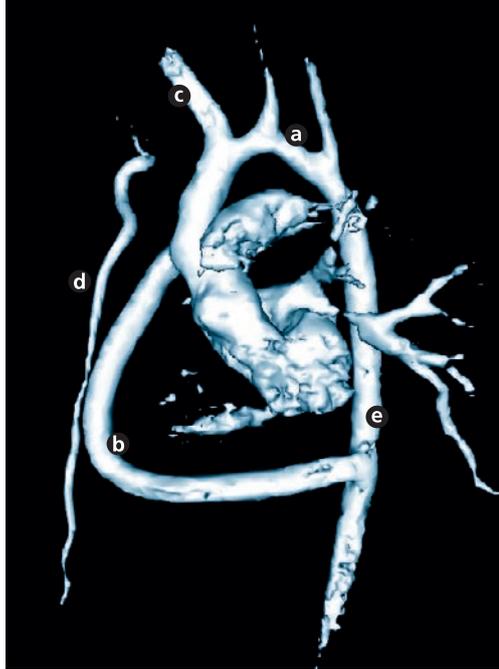


Abb. 5
MR-Angiografie der Aorta: Hypoplastischer Aortenbogen mit extraanatomischem aorto-aortalem Ascendens-Descendens-Bypass mit regelrechter Funktion.

- a: Hypoplastischer Aortenbogen (stenosiert)
- b: Aorto-aortaler Bypass
- c: Truncus brachiocephalicus
- d: Dilatierte Arteria mammaria dextra
- e: Aorta descendens
- f: Normales Volumen des Gefäßabschnitts
- g: Anastomose



Kardiale MRT bei Kardiomyopathien

Bei Linksherzhypertrophie kann die MRT helfen, zwischen hypertropher Kardiomyopathie, hypertensiver Herzkrankheit und einer physiologischen Hypertrophie beim Sportler zu unterscheiden. Die Hypertrophie kann genau lokalisiert, ausgemessen, quantifiziert und in ihrem Verlauf beobachtet werden. Auch bei Verdacht auf eine arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathie (ARVC) ist die kardiale MRT relevanter Bestandteil der Diagnostik, da Grösse und Funktion des rechten Ventrikels mit MRT wesentlich besser als mit der Echokardiografie beurteilt werden können. Bei Systemerkrankungen wie Sarkoidosen, Amyloidosen, Hämochromatosen und anderen seltenen Speicherkrankheiten kann eine allfällige kardiale Mitbeteiligung nachgewiesen werden.

Weitere Möglichkeiten der kardialen MRT

Durch die hohe räumliche Auflösung ermöglicht die MRT, kardiale Tumoren zu lokalisieren und ihre Beziehung zu angrenzenden Strukturen genau zu analysieren. Durch eine Gewebecharakterisierung kann die Differentialdiagnose oft weiter eingegrenzt werden. Mit einer Perfusionsstudie lässt sich einerseits die Vaskularisierung der Raumforderung, andererseits auch eine mögliche Flussbehinderung durch den Tumor beurteilen. Neben einer verbesserten Diagnostik erlauben die hervorragenden Bilder eine bessere Planung einer allfälligen chirurgischen Intervention.

Ebenfalls gut etabliert ist die MR-Angiografie. Mit dieser Untersuchung lassen sich

Pathologien der Aorta und der grossen Gefässe detailliert darstellen und bei Bedarf jederzeit nachkontrollieren (Abb. 5).

Vor- und Nachteile sowie Kontraindikationen

Schrittmacher und interne Defibrillatoren (ICD) gelten nach wie vor als absolute Kontraindikationen für eine MRT-Untersuchung, allerdings wird an der Entwicklung von MRT-tauglichen Geräten gearbeitet. Weitere Kontraindikationen für eine kardiale MRT sind Clips von Zerebralarterien und Metallsplitter im Körper. Hingegen können heute Patienten mit künstlichen Herzklappen und permanent implantierten Gelenkprothesen problemlos untersucht werden. Auch Koronar-Stents sind völlig unbedenklich. Patienten mit Klaustrophobie können durch eine leichte Sedation meistens so vorbereitet werden, dass eine MRT-Untersuchung durchgeführt werden kann.

Das in der MRT verwendete Kontrastmittel Gadolinium ist sehr gut verträglich. Im Vergleich zu den üblicherweise in der Radiologie verwendeten jodbasierten Kontrastmitteln kommt es deutlich seltener zu Nebenwirkungen und allergischen Reaktionen. Lediglich eine schwere Niereninsuffizienz gilt auch für die Verabreichung von Gadolinium als Kontraindikation.

Die relativ lange Untersuchungszeit der kardialen MRT von durchschnittlich 30–60 Minuten ist ein Nachteil. Demgegenüber steht der Vorteil, dass durch die Magnetresonanz keine schädliche Strahlenbelastung entsteht, wie das bei konventionellen Röntgenuntersuchungen oder der Computertomografie der Fall ist. Somit kann die MRT-Untersuchung im Fall von Verlaufskontrollen bedenkenlos wiederholt werden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die kardiale MRT bei verschiedenen kardiologischen Fragestellungen wichtige Zusatzinformationen in früher nicht gekannter Qualität liefern kann, und dies ohne Strahlenbelastung.

Dr. med. Peter Burger
FMH für Kardiologie
HerzZentrum Bern

peter.burger@hin.ch