



## Kardiovaskuläre Diagnostik

von K. Hergan  
Leiter AG kardiale Bildgebung der ÖRG

### Einleitung

Die nicht invasive kardiale Diagnostik hat in der letzten Dekade eine rasante Entwicklung erfahren. Dies betrifft alle Pfade der kardiologischen, nuklearmedizinischen und radiologischen Ebenen. Alle Methoden stehen in Konkurrenz zueinander oder liefern komplementäre Informationen. Die Abschätzung des Potenzials der einzelnen Untersuchungsmethoden ist allerdings sehr vom Interesse jener ärztlichen Gruppe abhängig, welche die Betreuung der PatientInnen inne hat. Daher ist die Entwicklung der Methoden unter anderem vom Grad der Kooperation diverser Fachgruppen abhängig, von der Bereitschaft nicht invasive Diagnostik der invasiven vorzuziehen und kritisch mit den Ergebnissen wissenschaftlicher Trends umzugehen. Am wichtigsten jedoch sind die technologische Entwicklung und die Verschränkung der Industrie mit den klinischen und diagnostischen Bedürfnissen der Medizin.

Der nachfolgende Artikel beschäftigt sich mit den Entwicklungen der nicht invasiven kardialen Diagnostik mittels Computertomographie (CT) und Magnetresonanztomographie (MRT), soll aber auch die Schwächen der derzeit gängigen Diagnostik beleuchten, da gerade diese es sind, die immer wieder zu Rückschlägen in der weiteren Entwicklung und Verbreitung der kardialen CT und MRT führen.

### Aktuelle Indikationen zum Herz-CT



In nationalen und internationalen Guidelines sind die aktuellen Indikationen zur kardialen CT publiziert (1) und können verlässlich bei der Diagnostik kardialer Erkrankungen herangezogen werden. Das Potenzial der CT liegt dabei in erster Linie in der Darstellung der Koronargefäße, während myokardiale Erkrankungen eine untergeordnete Rolle spielen. Durch die immer besser werdende zeitliche und räumliche Auflösung, gelingt es auch zarte Strukturen des Herzens darzustellen, weshalb sich bei der Diagnostik von Herzklappen, Gefäßverschlüssen, Bypässen und Missbildungen kleine aber wesentliche Indikationsfelder erschließen lassen. Artefakte durch Kalk und Implantate, Patientenbewegung, Atmung, hochfrequenter und unregelmäßiger Herzrhythmus stellen mitunter erhebliche Einschränkungen dar, die die Aussagekraft der Untersuchung massiv beeinträchtigen können.

### **Kalziumscoring**

Die CT ist sehr verlässlich Kalk zu detektieren und zu quantifizieren. Gemessen wird die Kalklast der Koronararterien nach Agatston. Ein fehlender Kalknachweis schließt zwar eine koronare Herzkrankheit nicht zur Gänze aus, die Wahrscheinlichkeit eines wesentlichen kardialen Events ist damit aber sehr niedrig, weshalb der Agatston-Score in die Risikoeinschätzung einbezogen wird (2).

### **Ausschluss einer koronaren Herzkrankheit**

Der Ausschluss einer koronaren Herzkrankheit ist, durch vielfache Publikationen belegt, die Hauptindikation der kardialen CT bei Patienten mit niedriger oder niedrig-intermediärer Vortestwahrscheinlichkeit und atypischer Symptomatik und unklarem Ischämietest. Wenn bei guter Bildqualität eine stenosierende koronare Herzerkrankung ausgeschlossen werden kann, ist ein weiterer Ischämieausschluss durch andere Methoden fast nicht mehr indiziert. Der negative Vorhersagewert der kardialen CT liegt bei 97-100%.

### **Bekannte koronare Herzerkrankung**

Vor Bypassoperationen kann es mitunter von Interesse sein, die Lage und Offenheit der Mammaria-interna-Arterien darzustellen oder nach solchen Operation die Offenheit und Anastomosen der Bypässe zu überprüfen. Dies gelingt mit hoher Verlässlichkeit, während aber keine Aussage über den Fluss innerhalb der Bypässe getroffen werden kann. Besteht ein Verschluss einer Koronararterie und der Wunsch nach interventioneller Rekanalisation kann die kardiale CT dazu beitragen nicht nur die Verschlusslänge, sondern auch die Verschlussmorphologie zu definieren. Bestimmte Stenosen an den



Ostien oder Bifurkationen der Koronararterien stellen weitere Indikationen zum CT dar.

## **Erweiterte Indikationen zum kardialen CT**

Chest pain Triage im akuten Setting zum Ausschluss einer Pulmonalembolie, eines Aortenaneurysmas oder stenosierenden koronaren Herzkrankheit ist eine zwar seltene, aber meist sehr aussagekräftige Indikation. Koronaranomalien, kongenitale Missbildungen der Koronarien und großen Arterien vor allem im Erwachsenenalter, intra- und perikardiale Raumforderungen sind dann für das kardiale CT geeignet, wenn Echokardiographie und MR unschlüssig sind. Der Nachweis von Kalk bei der Pericarditis constrictiva ist eine absolute Domäne der CT. Vorhof- und Lungenvendarstellung sowie die Evaluation der kardialen Venen vor Eingriffen im Rahmen der Rhythmologie sind bestens mit CT möglich. Vor minimal invasiven Eingriffen an Herzklappen und Abklärungen nach Herztransplantation sind weitere sehr verlässliche Indikationen zum kardialen CT.

## **Aktuelle Indikationen zum kardialen MRT**

Die kardiale MRT hat bislang nicht den Verbreitungsgrad der CT erreicht. Das liegt an der Verfügbarkeit der MRT, der Dauer der Untersuchung, der noch nicht genug entwickelten fachlichen Expertise auf radiologischer wie kardiologischer Ebene. Die nationalen und internationalen aktuellen Guidelines zum kardialen MRT beschreiben die vielfältigen Indikationen und deren Aussagekraft (3). Jedenfalls ist der Nutzen der MRT als nicht invasive Untersuchungsmethode in vielfältiger Weise publiziert, sodass die Hoffnung auf eine weitere Verbreitung dieser aussagekräftigen Untersuchung besteht. Im Gegensatz zur CT steht die Abklärung myokardialer Erkrankungen bei der kardialen MRT im Vordergrund, während die Abbildung der Koronargefäße ganz in den Hintergrund tritt.

## **Koronare Herzkrankheit**

Die kardiale MRT ist die Methode der Wahl, um die Herzfunktion reproduzierbar darzustellen und zu berechnen. Keine andere Methode bildet beide Ventrikel derart genau ab, weshalb mit der Simpson-Methode die Herzfunktion verlässlich berechenbar ist. Die Vitalitätsdiagnostik mit Nachweis bzw. Ausschluss myokardialer Narben ist eine Domäne der MRT. Besser als alle anderen Methoden ist die räumliche Auflösung und somit die exakte Abschätzung, wie viel vitales Myokard noch für eine



Rekrutierung bei geplanter Rekanalisationstherapie vorliegt. Die pharmakologisch gestützte Stress-Perfusion steht in Konkurrenz mit nuklearmedizinischen Methoden und bietet bekanntlich eine bessere Auflösung mit weniger Artefakten. Allerdings ist gerade die Stress-MR eine besondere Herausforderung in der Organisation und Expertise, sodass sich diese Methode bislang nur in sehr spezialisierten Kliniken durchsetzen konnte.

## **Kardiomyopathie**

Die MRT vermag nicht nur die Funktion exakt zu erfassen, sondern kann auch zur Differenzierung nicht invasiv beitragen. Die Erfassung der myokardialen Masse ist ebenso möglich wie die Darstellung von Narben. Somit bestehen Indikationen bei der dilatativen, hypertrophen und restriktiven Kardiomyopathie. Unter Beachtung bestimmter Kriterien ist auch die Abklärung der arrhythmogenen rechtsventrikulären Kardiomyopathie hilfreich. Ganz gut lässt sich die stressinduzierte Takotsubo Kardiomyopathie untersuchen und auch eine Non-Compaction Kardiomyopathie erfassen. Speichererkrankungen wie die Amyloidose oder die myokardiale Beteiligung bei Sarkoidose sind ebenso gute Indikationen zum kardialen MRT. Am besten gelingt jedoch der Nachweis von Infiltraten im Rahmen einer Myokarditis. Die klinisch wie laborchemisch oft nicht von einem ischämischen Ereignis zu differenzierende Erkrankung hat im MRT ein nahezu pathognomonisches Erscheinungsbild.

## **Perikard, kardiale Raumforderungen, Herzklappen**

Die kardiale MRT ist Methode der Wahl bei der Abklärung der akuten und chronisch konstriktiven Perikarditis. Raumforderungen des Perikards, Myokards und der Herzhöhlen sind mittels MRT sehr gut zu erfassen, wenn es sich nicht um sehr kleine Vegetationen an den Herzklappen handelt. Demnach spielt auch die Endokarditis für die MRT kaum eine Rolle. Während Stenosen von Herzklappen mittels Echokardiographie sehr exakt zu beschreiben und quantifizieren sind, bietet bei Insuffizienzen die Funktionsdiagnostik der MRT weitere Informationen, die für die therapeutische Entscheidung hilfreich sein können.

## **Herzvitien und Aortenpathologien**

Die Erstdiagnostik kongenitaler Vitien wird durch die Echokardiographie und invasive Diagnostik ausreichend dokumentiert, um ein therapeutisches Procedere festzulegen. Nach Therapie kann die MRT sehr hilfreich sein, wenn die Funktionsdiagnostik im Vordergrund steht und vor allem der rechte Ventrikel



und die Pulmonalklappe beurteilt werden sollen. Shuntverbindungen jeder Art können mit den quantitativen Flussmessungen relativ exakt quantifiziert und im Verlauf kontrolliert werden. Aneurysmen und Dissektionen der thorakalen Aorta, die Aortenisthmusstenose und andere kongenitale Missbildungen des Aortenbogens im Erwachsenenalter können nicht invasiv und ohne Strahlenbelastung kontrolliert werden, zumal es sich bei dieser Patientengruppe meist um junge Patienten handelt. Auch postoperativ zu kontrollierende Komplikationen wie Pseudoaneurysmen sind mittels MR-Angiographie und morphologischer wie funktioneller Sequenzen gut zu kontrollieren.

## **Trends und Innovationen des kardialen CT**

Monatlich erscheinen in Top-Journalen Publikationen zum kardialen CT. Viele davon belegen das Potenzial bei der Diagnostik der koronaren Herzkrankheit. Andere befassen sich mit den erweiterten Indikationen.

### **Rekanalisation verschlossener Koronararterien**

Stellvertretend dafür sei eine aktuelle Publikation zitiert, in der es um die Beurteilung von Verschlüssen der Herzkranzgefäße geht (4). Die kardiale CT vermag die Verschlusslänge, die Verschlussqualität (Kalk, Thrombus), den ursprünglichen Gefäßverlauf (geradlinig versus elongiert) und ggf. Kollateralen zu beschreiben. Für die interventionelle Kardiologie entscheidend ist jedoch ein Kriterium zu haben, mit dem die Erfolgsaussichten eines Rekanalisationsversuches eines bestehenden Gefäßverschlusses beschrieben werden können. Lineare Kontrastmittelanreicherungen innerhalb des verschließenden Thrombus scheinen vorteilhaft für den Erfolg einer Rekanalisation zu sein. Jedenfalls fanden sich solche Anreicherungen bei 59% der erfolgreich rekanalisierten Gefäße und nur in 19% der Patienten mit frustanem Rekanalisationsversuch.

### **Kardiales CT im Notfallsetting**

Chest pain Triage oder Triple-Rule-Out gehören zu den erweiterten Indikationen zum kardialen CT. Eine aktuelle Publikation belegt bei einem großen Patientenkollektiv, dass Patienten mit akutem Thoraxschmerz und geringem Risiko auf ein akutes Koronarsyndrom und im kardialen CT diagnostizierten unauffälligen oder gering stenosierten Koronararterien verlässlich und ohne Risiko entlassen werden können (5).



Eine andere Publikation befasst sich mit demselben Thema und belegt, dass bei Patienten mit akutem Thoraxschmerz und intermediärem Risiko auf ein akutes Koronarsyndrom mit dem kardialen CT wesentlich kostengünstiger untersucht werden kann und die Kostenkalkulation sich auch auf das weitere Patientenmanagement günstig auswirkt (6). Durch diese Patiententriage können ohne großes Risiko die Zahl an Hospitalisationen und somit die gesamten Gesundheitsausgaben bei dieser Patientenpopulation reduziert werden.

Eine weitere Publikation beschäftigt sich mit der Treffsicherheit der kardialen CT bei symptomatischen Patienten mit hoher Wahrscheinlichkeit auf eine koronare Herzkrankheit (7). 23% der Patienten waren unauffällig und 61% mussten nicht akut revaskularisiert werden. Alle Patienten, die revaskularisiert werden mussten, wurden mit dem CT richtig identifiziert. Die bei diesem Patientenkollektiv gleichzeitig durchgeführte Koronarangiographie bescheinigte in 96% der Patienten dieselbe therapeutische Strategie wie sie mit dem CT festgelegt wurde. Falls diese Erkenntnisse durch weitere Publikationen bestätigt werden, hätte es zur Folge, dass alle Patienten vor einer Koronarangiographie ein kardiales CT erhalten sollten, da die meisten therapeutischen Entscheidungen im Vorfeld bereits damit getroffen werden könnten.

## **CT und Strahlenbelastung**

Eine ganz aktuelle Publikation befasst sich mit der Reduktion der Strahlenbelastung beim kardialen CT unter Verwendung einer sehr schnellen Rotationszeit, einer großen Volumenabdeckung, der iterativen Rekonstruktion, einer automatisierten Expositionskontrolle und einem leistungsstarken Röntgeneratore (8). Die durchschnittliche Strahlenbelastung eines gemischten Patientenkollektivs lag bei 0.93 mSv. Bei 21.5 % lag die Strahlenbelastung sogar unter 0.5 mSv und bei 96.3 % unter 4 mSv. Damit liegt die Strahlenbelastung deutlich unter der einer diagnostischen Koronarangiographie und das bei optimaler Bildqualität. Da diese Gerätegeneration in absehbarer Zeit von allen Geräteherstellern angeboten werden und sehr rasch für Patienten verfügbar sein wird, ist mit großer Sicherheit alsbald eine Anpassung des Abklärungsalgorithmus von Patienten mit vermuteter koronarer Herzkrankheit im elektiven wie akuten Setting anzunehmen.



## Trends und Innovationen des kardialen MRT

### Koronararterien

Die immer wiederkehrenden Publikationen zur MR-Angiographie der Koronararterien sind vielversprechend, aber oft sehr schwer reproduzierbar. Dies mag am Patientenkollektiv im klinischen Setting liegen, da Artefakte sehr häufig und sehr vielfältig sind und diese sich selten vermeiden lassen. Unter optimalen Verhältnissen lassen sich die Koronararterien sicher bestens abbilden, allerdings mit einem sehr viel größeren Zeitaufwand als mit dem CT.

### Myokardmapping

Zunehmend erscheinen Publikation zum T1 und T2 Mapping des Myokards. Mittels T1 Mapping gelingt es Kardiomyopathien besser zu differenzieren und diffuse Fibrosen festzustellen. Dadurch lässt sich die Funktionseinschränkung besser erklären (9, 10).

T2\* Mapping hat ein sehr großes Potenzial bei der Evaluation von Patienten mit Hämochromatose. Es ist durchaus zu erwarten, dass man den Eisengehalt des Myokards quantifizieren wird können. Der Eisengehalt steht auch in enger Relation mit der Ventrikelfunktion (11).

### Myokard und Fibertracking

Fibertracking hat auch am Myokard Einzug gefunden. Die ersten Publikationen und Vorträge befassen sich mit der Differenzierung der hypertrophen und dilatativen Kardiomyopathie, mit dem Remodelling nach Herzinfarkt und mit der Struktur des Myokards bei kongenitalen Herzerkrankungen (ISMRM 2012).

## Sind Fehldiagnosen vermeidbar

Kardiales CT und MRT müssen sich im klinischen Alltag behaupten. Beide Methoden haben ein sehr großes Potenzial. Aber beide Methoden werden vor allem von den Kardiologen sehr kritisch betrachtet und bewertet. Dies ist auch berechtigt, da sehr robuste Untersuchungsmethoden durch Kardiologen selbst angewendet werden, während es nicht die Regel ist, dass CT und MRT von Kardiologen selbstständig

verwendet werden.

Um die schwierige Situation nicht zu beschönigen, werden nachfolgend 3 Patienten beschrieben, bei denen entweder eine falsch positive oder ungünstiger Weise eine falsch negative Diagnose mittel kardialem CT gestellt wurde.

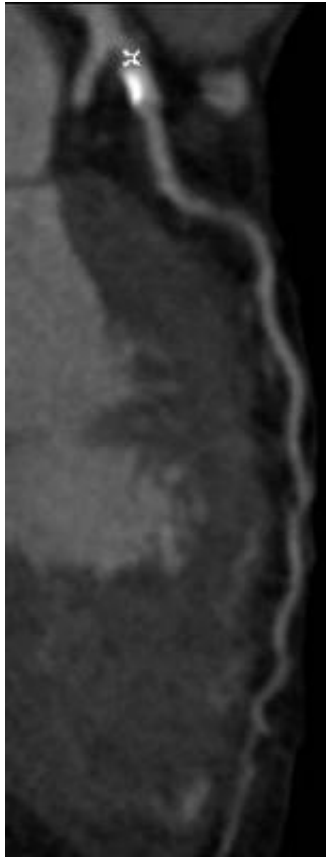
In Fall 1 (Abb. 1 a-c) wurde ein 50-jähriger Patient mit der Fragestellung des Verschlusses der RCA bei pathologischer Ergometrie, normaler Echokardiographie, normalem Labor und einem intermediären Risiko einer koronaren Herzkrankheit zugewiesen. Bei guter Bildqualität findet sich in der proximalen LAD ein größerer exzentrisch gelegener, sehr dichter sklerotischer Plaque, der durch eine hypodense Linie begrenzt wird, also in einem Gefäß mit großem Querschnitt. Die als fibröse Kappe vermutete hypodense Linie und der sklerotische Plaque haben trotz sehr weiter Fensterung in mehreren Projektionen eine über 50 %ige Stenose vermuten lassen. Die Koronarangiographie zeigte zwar den sklerotischen Plaque, aber eine maximal 20-30%ige Stenose. Erklären lässt sich das durch den Blooming-Artefakt einerseits und der Fehldeutung der hypodensen Linie als fibröse Kappe andererseits. Vielmehr dürfte es sich dabei um einen Aufhärtungsartefakt zwischen Sklerose und kontrastiertem Gefäßlumen gehandelt haben. Somit wurde eine falsch positive Diagnose gestellt.







**Österreichische Röntgengesellschaft**  
Gesellschaft für Medizinische Radiologie  
und Nuklearmedizin





**Abb. 1 a-c: Fall 1 - Falsch positive befundene LAD Stenose**

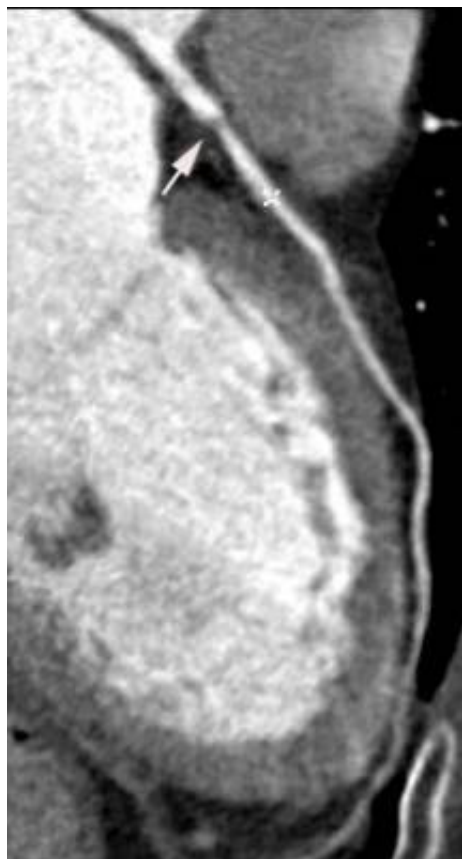
Die 64-jährige Patientin des Falles 2 (Abb. 2 a-c) wurde mit thorakalen Beschwerden unter Belastung, einer unklaren Ergometrie, einem gering-intermediären Risiko auf eine koronare Herzkrankheit zum kardialen CT zugewiesen. Dies entspricht der Indikation zum Ausschluss einer stenosierenden koronaren Herzkrankheit bei unklarer Befundkonstellation. Bei sehr guter Bildqualität findet sich im kardialen CT eine hochgradige Stenose am Abgang der LAD in mehreren Projektionen und auch auf den 0.75 mm dicken Ursprungsbildern. Die Patientin wurde mit vorliegendem Befund als akut eingestuft. Die Koronarangiographie zeigte gar keine Stenose in zahlreichen Projektionen. Unter genauer Betrachtung der Angiographie lässt sich vermuten, dass der Abgang der LAD durch ein stark oval konfiguriertes Lumen gekennzeichnet ist, weshalb das CT in den Einzelschichten wie auch Maximum Intensity Projektionen konstant eine relevante Stenose vermuten ließ. Diese somit falsch positive Diagnose des kardialen CT hat

somit eine invasive Diagnostik nach sich gezogen.





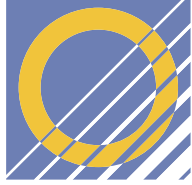
**Österreichische Röntgengesellschaft**  
Gesellschaft für Medizinische Radiologie  
und Nuklearmedizin





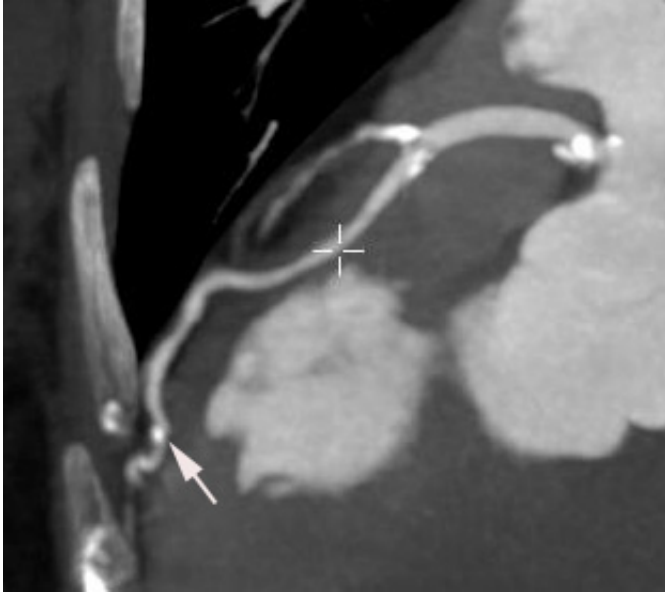
**Abb. 2 a-c. Fall 2 - Falsch positive befundene LAD Stenose**

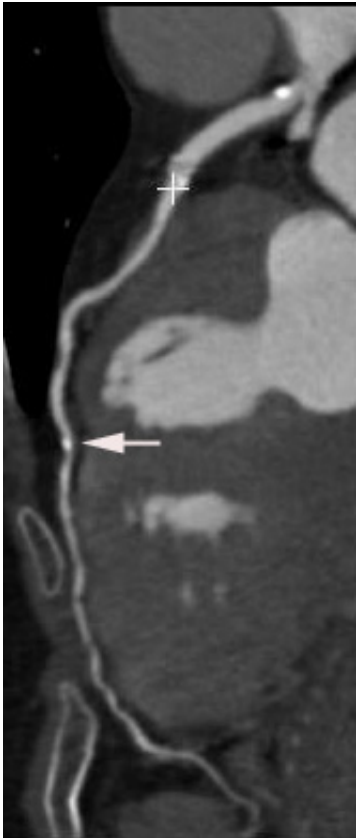
Fall 3 (Abb. 3 a-c) beschreibt eine 70-jährige Patientin mit unspezifischen Thoraxschmerzen, intermediärem Risiko einer koronaren Herzkrankheit, unklarer Ergometrie und geringer belastungsinduzierter Dyspnoe. Im kardialen CT bestehen zahlreiche sklerotische Plaques mit einem Agatstonscore von 532,7. In der Kontrastserie können bei guter Bildqualität die sklerotischen Plaques in den proximalen Abschnitten der Koronararterien sicher als exzentrisch und nicht stenosierend eingestuft werden. Peripher gelegene sklerotische Plaques werden nicht weiter kommentiert. Auf Grund rezidivierender thorakaler Beschwerden wurde 4 Monate nach dem Herz-CT eine Katheterangiographie durchgeführt. Diese zeigte eindeutig in der peripheren LAD eine relevante Stenose, genau in einem Segment, in dem man bei der kardialen CT einen sklerotischen Plaque erkennen kann. Die Stenose wurde interventionell behoben, die Patientin ist bislang beschwerdefrei. Somit wurde eine falsch negative Diagnose gestellt.

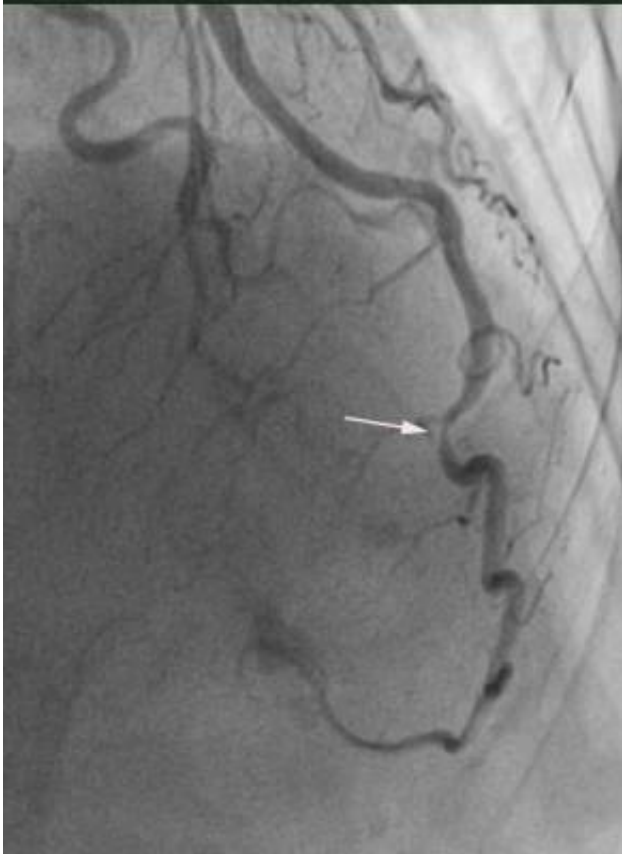


# OERG

Österreichische Röntgengesellschaft  
Gesellschaft für Medizinische Radiologie  
und Nuklearmedizin







**Abb. 3 a-c. Fall3 - Falsch negativ befundene LAD Stenose**

## **Kooperation mit der Nuklearmedizin, Kardiologie und Herzchirurgie**

Die drei beschriebenen Fälle zeigen einmal mehr auf, dass die Wertigkeit der kardialen CT und MRT immer wieder diskutiert werden muss. Dies hat nicht nur auf radiologischer Ebene, sondern interdisziplinär zu erfolgen. Fairerweise müssen auch die etablierten Untersuchungsmethoden der Kardiologie und der Nuklearmedizin sich dieser kritischen Bewertung unterziehen. Außerdem erscheint es sehr wichtig, dass alle Ärzte der diversen Fachgruppen, sich mit neuen Untersuchungsmethoden kontinuierlich beschäftigen, auch wenn sie nicht von der eigenen Fachgruppe bedient werden, sondern im interdisziplinären Kontext verwendet werden.





## Zusammenfassung

Die kardiale CT und MRT haben ein großes Potenzial in der Diagnostik eines weiten Spektrums kardialer Erkrankungen. Die gängigste Indikation zum kardialen CT ist der Ausschluss einer koronaren Herzkrankheit. Die derzeit wichtigste Indikation zum kardialen MRT ist der Nachweis einer Myokarditis, gefolgt vom Vitalitätsnachweis und der Kardiomyopathieabklärung.

Das größte Zukunftspotenzial der kardialen CT ist Geschwindigkeit, Auflösung und Reduktion der Strahlenbelastung, sodass in Zukunft vor jeder invasiven Abklärung ein kardiales CT vorgeschaltet werden sollte.

Das größte Zukunftspotenzial der kardialen MRT liegt in der Diagnostik von Gewebeeigenschaften mittels T1 und T2\* Sequenzen und dem Nachweis von Fibrose bzw. Eisen und somit in der nicht invasiven Differentialdiagnostik der großen Gruppe der Kardiomyopathien.

Die Akzeptanz unter den klinischen Kollegen und Zuweisern können wir durch ein weiteres Forcieren der Kommunikation und Vermeidung von Fehldiagnosen erlangen.

## Literatur

Hergan K, Globits S, Loewe C, et al. Aktueller Stellenwert der Koronargefäßdiagnostik (2011): klinischer Leitfaden der Österreichischen Gesellschaften für Kardiologie und Radiologie. Fortschr Röntgenstr 2011;183:964-71

1. Nasir K, Clouse M. Role of nonenhanced Multidetector CT coronary artery calcium testing in asymptomatic and symptomatic individuals. Radiology 2012;264:637-649
2. K. Hergan, Globits S, Schuchlenz H, et al. Klinischer Stellenwert und Indikationen zur Magnetresonanztomographie des Herzens 2013: ein interdisziplinäres Expertenstatement. Fortschr



- Röntgenstr 2013;184:1-10
3. Li M, Zhang J, Pan J, Lu Z. Coronary total occlusion lesions: linear intrathrombus enhancement at CT predicts better outcome of percutaneous coronary intervention. Radiology 2013;266:443
  4. Cury RC, Feuchtner GM, Battle JC, et al. Triage of patients presenting with chest pain to the emergency department : implementation of coronary CT angiography in a large urban health care system. AJR 2013;200:57-65
  5. Henzler T, Gruettner J, Meyer M, et al. Coronary computed tomography and triple rule out CT in patients with acute chest pain and an intermediate cardiac risk for coronary syndrome Part2: economic aspects. Eur J Radiol 2013;82:106-111
  6. Moscariello A, Vliegenthart R, Schoepf UJ, et al. Coronary CT angiography versus conventional cardiac angiography for therapeutic decision making in patients with high likelihood of coronary artery disease. Radiology 2012;265:385-392
  7. Chen MY, Shanbhag SM, Arai AE. Submillisievert median radiation dose for coronary angiography with a second generation 320-detector row CT scanner in 107 consecutive patients.  
<http://radiology.rsna.org/content/early/2013/01/17/radiol.13122621.full>
  8. Sibley CT, Noureldin RA, Gai N, et al. T1 mapping in cardiomyopathy at cardiac MR: comparison with endomyocardial biopsy. Radiology 2012;265:724-732
  9. Mewton N, Liu CY, Croisille P, et al. Assessment of myocardial fibrosis with cardiovascular magnetic resonance. J Am Coll Cardiol 2011;57:891-903
  10. Chu WCW, Au WY, Lam WWM. MRI of cardiac iron overload. JMRI 2012;36:1052-1059

---

Korrespondenzadresse:

Prim. Univ. Prof. Dr. Klaus Hergan

Universitätsinstitut für Radiologie  
Universitätsklinikum Salzburg  
Müllner Hauptstraße 48  
A-5020 Salzburg  
Tel +43 662 4482 3960  
Fax +43 662 4482 3964

k.hergan@salk.at



**Österreichische Röntgengesellschaft**  
Gesellschaft für Medizinische Radiologie  
und Nuklearmedizin