

Aktueller Stellenwert

Der vorliegende aktualisierte Leitfaden informiert über derzeit sinnvolle Anwendungen der MSCT bei Patienten mit Verdacht auf oder bereits bekannter koronarer Herzkrankheit.

in der Vorbereitung komplexer kardiologischer Interventionen hilfreich sein. Darüber hinaus schränken höhergradige Verkalkungen der Koronararterien die Untersuchungsqualität weniger ein als bisher angenommen.

Auf der anderen Seite hat die Bedeutung des Ca-Score nicht den erwarteten Stellenwert in der individuellen Prognose der koronaren Herzerkrankung erreicht, demnach handelt es sich um keine allgemein zu empfehlende Screening-Methode.

Der vorliegende aktualisierte Leitfaden trägt auch der wachsenden Expertise der Radiologen und Kardiologen auf dem Gebiet der nicht-invasiven kardiologischen Abklärung Rechnung und unterstreicht die positive Entwicklung der Kooperation beider Fachgruppen. Qualität und Indikationsspektrum der Herz-CT sowie fachliche Expertise und interdisziplinäre Kooperation haben zu einer breiteren Anwendung geführt.

Der vorliegende aktualisierte Leitfaden informiert über derzeit sinnvolle Anwendungen der MSCT bei Patienten mit Verdacht auf oder bereits bekannter koronarer Herzkrankheit, wie sie aus zahlreichen Originalpublikationen abzulesen sind. Der Leitfaden wurde analog zur Publikation von 2007 evidenzbasiert erstellt, wo notwendig, wurden Ergänzungen oder Korrekturen vorgenommen, die auf einem interdisziplinären Konsensus beruhen.

Präambel

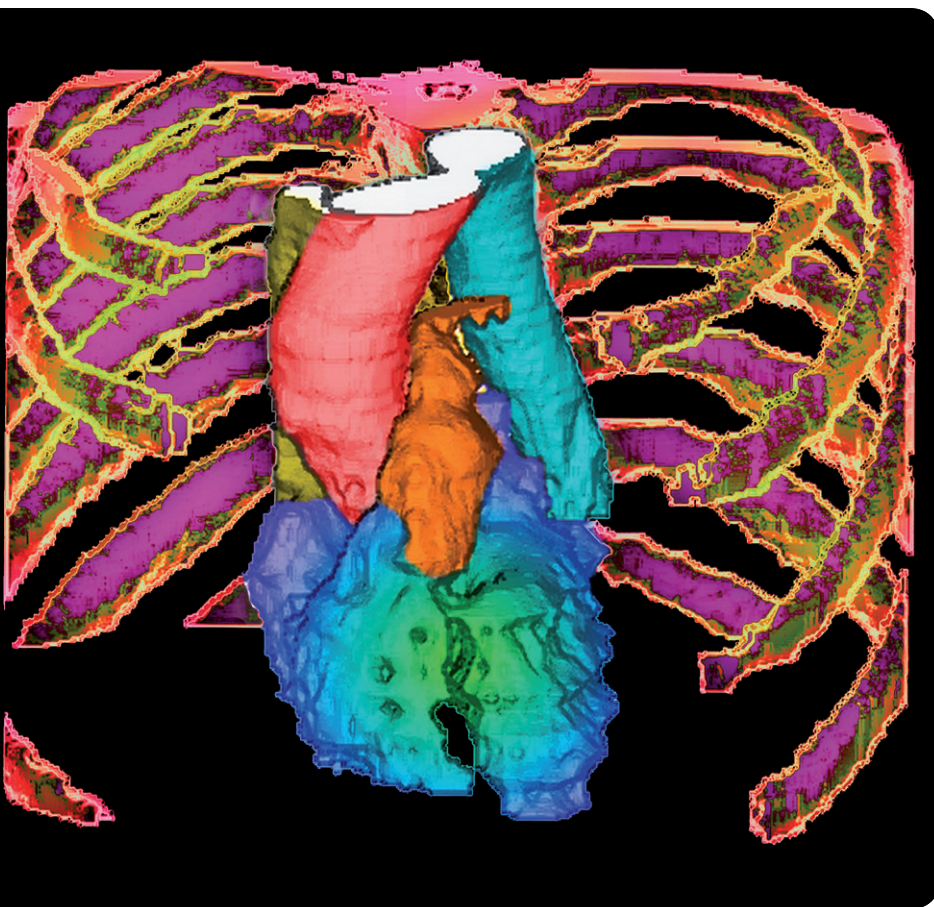
Der 2007 publizierte klinische Leitfaden für die Anwendung der kardialen MSCT war das Ergebnis einer intensiven interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen Radiologie und Kardiologie in Österreich. Die nun vorliegende Aktualisierung soll die kontinuierliche klinische und technische Weiterentwicklung widerspiegeln. Die zeitliche und räumliche Auflösung der CT-Geräte haben sich erheblich

verbessert, sodass eine Abbildung der Koronararterien in unter einer Sekunde in hoher diagnostischer Qualität möglich geworden ist. Dabei hat sich die Strahlenbelastung reduziert und liegt derzeit, unter Anwendung der modernsten Gerätetechnologie, im Bereich einer diagnostischen Katheterangiographie.

Die Liste der Indikationen der kardialen MSCT-Untersuchung hat sich zudem erweitert: so zum Beispiel kann sie

1. CT-Kalziumscoring (CS)

Die Kalziumscoring-Untersuchung erfolgt ohne Kontrastmittel und mit niedriger, wenn auch nicht vernachlässigbarer Strahlenbelastung (ca. 1,0-1,8 mSv). So zeigt eine rezente Untersuchung, dass ein Kalziumscoring im Alter von 40a ein Krebsrisiko von 9/100.000 bei Männern und 28/100.000 bei Frauen verursacht.



der kardialen MSCT

1.1. Calcium Scoring beim symptomatischen Patienten:

Beim symptomatischen Patienten korreliert das Ausmaß an Koronarkalk sehr gut mit dem Schweregrad der KHK sowie der Gesamtmenge an atherosklerotischen Plaques („Plaqueload“). Rezente in vitro-Untersuchungen und Vergleichsstudien mit intravaskulärem Ultraschall konnten zeigen, dass die Gesamtplaquemenge bei Vorhandensein von Kalzifizierung zwar höher ist, jedoch im einzelnen Gefäßsegment das Ausmaß an Kalzifizierungen nicht unbedingt der Menge des Plaquivolumens entspricht. Weiters konnte gezeigt werden, dass ein hoher Kalkgehalt (> 400 Agatstonscore) mit positiven funktionellen Tests (Ergometrie und Thalliumszintigraphie) korreliert, wobei diese Daten teilweise auch durch die invasive Koronarangiographie abgesichert wurden.

Auf der anderen Seite konnte in einer rezenten Studie an symptomatischen Patienten gezeigt werden, dass bei 19 Prozent der untersuchten Population ein negativer Kalziumscore eine Coronarstenose > 50 Prozent nicht ausschließt. In jedem Fall muss der geschlechtsabhängige zunehmende Kalzifizierungsprozess mit steigendem Alter mitberücksichtigt werden. Dies hat dazu geführt, dass sogenannte „Perzentilen“ eingeführt wurden, welche, je nach Alter und Geschlecht des Patienten, den CT-Kalkscore in Beziehung mit dem individuellen Patienten setzen.

Derzeit gibt es betreffend Kalkscore beim symptomatischen Patienten folgende durch Literatur belegte Empfehlungen:

- eine hohe koronare Kalklast (> 400 nach Agatston) ist mit einer höheren Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen einer signifikanten Koronarstenose verbunden;
- beim symptomatischen Patienten spricht ein stark erhöhter Koronarkalkbefund (> 400 nach Agatston) für das

Vorhandensein von zumindest einer signifikanten Koronarstenose oder sogar einer koronaren Drei-Gefäßkrankung;

- ein negativer Kalkscore spricht für eine sehr niedrige Wahrscheinlichkeit einer stenosierenden KHK, allerdings kann diese nicht zu 100 Prozent ausgeschlossen werden und es muss unbedingt die Klinik des Patienten berücksichtigt werden.

1.2. Calcium Scoring beim asymptomatischen Patienten:

Die Möglichkeit der Kalkdarstellung mittels CT hat von Beginn an das Interesse an der Früherkennung der Coronarsklerose und Prognoseabschätzung als potentiell Steuerungsinstrument für Primär- und Sekundärprophylaxe geweckt. Mehrere Studien haben das größere Risiko für koronare Ereignisse bei erhöhtem CT-Kalkscore gezeigt.

Die Bestimmung des Kalziumscores hat einen additiven Effekt zu konventionellen Risikoparametern (zum Beispiel Framingham) und ist ein unabhängiger Prädiktor für kardiovaskuläre Mortalität. So konnte gezeigt werden, dass zum Beispiel bei einem Agatstonscore > 300 ein 9,67-fach erhöhtes Risiko für ein kardiovaskuläres Ereignis im Vergleich zu einem Kalziumscore von 0 besteht. In einer Metaanalyse von Greenland konnte der prognostische Wert der Kalkbestimmung in der intermediären Framingham Risikogruppe belegt werden, wobei ein Agatstonscore von > 400 die Patienten der Hochrisikogruppe (Zehn-Jahres-Risiko für CV-Ereignis > 20 Prozent) zuordnet. Eine generelle Empfehlung zum „Koronarkalkscreening“ kann jedoch weiterhin nicht gegeben werden, auch gibt es keine Indikation für eine „serielle“ Kalziummessung zum Nachweis eines möglichen Therapieeffekts bei Gabe von Statinen.

Derzeit gibt es betreffend Kalkscore beim asymptomatischen Pati-

enten folgende durch Literatur belegte Empfehlungen:

- Bei Patienten mit mittlerem Risiko (zehn bis 20 Prozent Zehn-Jahres-Risiko für CV-Ereignis) ist die Bestimmung des Kalkscores aufgrund der additiven Risikoinformation sinnvoll, um den Patienten einer höheren oder niedrigeren Risikogruppe zuzuordnen und das Management anzupassen.
- Bei Patienten mit niedrigem Risiko (< 10 Prozent Zehn-Jahres-Risiko für CV-Ereignis) ist die Bestimmung des Kalkscores nicht sinnvoll, ebenso gibt es keine Empfehlung für ein allgemeines Screening.
- Bei Patienten mit hohem Risiko (> 20 Prozent Zehn-Jahres-Risiko für CV-Ereignis) ist die Bestimmung des Kalkscores nicht sinnvoll, hier sollte eine aggressive Risikoreduktion erfolgen.

Da ein negativer Kalziumscore atherosklerotische Veränderungen nicht zu 100 Prozent ausschließt, sollte bei mittlerem Risiko eine eventuell begonnene primärprophylaktische Behandlungsstrategie nicht reduziert werden. Auch bei hoher Kalklast (Agatston > 400) wird beim asymptomatischen Patienten kein weiterer Test empfohlen. Bei atypischen Beschwerden liegen keine Vergleichsdaten mit anderen nicht-invasiven Tests vor.

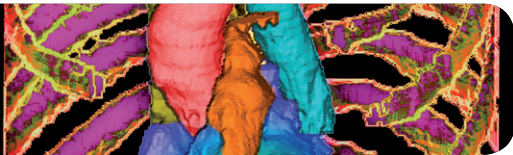
Zusammenfassend ist gegenwärtig ein Calciumscore vor allem bei asymptomatischen Patienten mit intermediärem Risikoprofil indiziert.

2. CT-Angiographie (CTA) der Koronargefäße

Bevor entschieden werden kann, ob ein Patient zur Herz-MSCT zugewiesen werden soll, sind folgende Fragen zu klären:

- a) Bei welchen Patienten soll oder kann diese Methode angewandt werden?
- b) Welche Wertigkeit hat diese Technik im Vergleich zu anderen nicht-invasiven oder invasiven Methoden?





- c) Bei welchen Patienten soll oder kann diese Methode nicht angewandt werden?
- d) Wo ist der Platz für die MSCT-Untersuchung im Rahmen der Abklärung des Patienten mit Verdacht auf beziehungsweise mit bekannter koronarer Herzkrankheit?

Spezielle Charakteristika der Untersuchungstechnik:

Für den Patienten entspricht die Untersuchung einer üblichen Computertomographie mit Kontrastmittel (wie zum Beispiel des Abdomens), wobei zusätzlich ein EKG aufgezeichnet wird. Auf die Bildqualität und damit auf die Diagnose-Genauigkeit haben Geräte-spezifische Parameter einen hohen Einfluss, da sie die räumliche und zeitliche Auflösung bestimmen. Zusätzlich können patientenbezogene Faktoren auf die Bildqualität einen negativen Einfluss nehmen:

- Hohe Herzfrequenz
- Arrhythmien
- Atembewegungen
- Ausgeprägter Koronarkalk
- Radiologisch dichte Stents beziehungsweise multiple Stents kombiniert mit kleinem Kaliber
- Kleiner Gefäßdurchmesser (< 1,5 mm, typischerweise periphere CX und LAD, marginale und septale Äste)
- Adipositas
- Herzschrittmacher (Artefakte)
- Mechanische Klappenprothesen
- Occluder
- Coils

Die Herzfrequenz sollte in Abhängigkeit von der Scannergeneration möglichst niedrig gehalten werden. Beispielsweise sollte sie für 64-Zeilen-CT-Scanner unter 70/min liegen. Hierfür wird die Gabe eines Beta-Blockers empfohlen. Neueste Gerätegenerationen (zum Beispiel Dual Source-, Flash-, Volume scanning-Techniken) ermöglichen eine diagnostische Bildqualität auch bei hoher Herzfrequenz. Auch Nitroglyzerin zur maximalen Vasodilatation

findet in manchen Zentren Anwendung. Die maximale Atemanholdauer während der Aufnahme beträgt meist circa zehn bis 15 Sekunden, was in der Regel für Patienten kein Problem darstellt.

Kalk verursacht sogenannte „Kalk-Blooming-Artefakte“, die große, verkalkte Gefäßplaques größer erscheinen lassen, als sie in Wirklichkeit sind; dieser Effekt wird durch Betrachtung in der MIP-Darstellung deutlich verstärkt. Dadurch kann die Beurteilung des offenen Gefäßlumens eingeschränkt sein und zu „falsch positiven“ Befunden führen. Das Ausmaß der Kalk-Blooming-Artefakte ist insbesondere abhängig von der zeitlichen Auflösung des CT-Gerätes (je besser die zeitliche Auflösung ist, desto geringer sind die Kalk-Blooming-Artefakte). Die Höhe des Gesamtkalziumscores bis zu dem eine CTA sinnvoll ist, ist daher abhängig von der zeitlichen Auflösung des verwendeten Gerätes. Bei 64-Zeilen-Geräten mit einer zeitlichen Auflösung von circa 165 msec empfiehlt sich ein Richtwert von circa 400 bis 600 (Kalziumscore nach Agatston); bei Geräten mit einer zeitlichen Auflösung von 83 msec oder kleiner ein Grenzwert von circa 1.000. Neben dem Gesamtkalziumscore muss natürlich die Verteilung der Koronarverkalkungen berücksichtigt werden (bei diffuser Verteilung sind die Kalk-Blooming-Artefakte geringer als bei einzelnen umschriebenen groben Verkalkungen). Bei über den angegebenen Richtwerten liegendem Kalziumscore muss individuell entschieden werden, ob die CTA noch sinnvoll ist, da neben der Möglichkeit einer eingeschränkten Beurteilbarkeit auch die Wahrscheinlichkeit einer hämodynamisch wirksamen Stenose höher ist.

Anhand der rezenten technischen Entwicklungen (64-Zeilen-CT-Geräte und nachfolgende Gerätegenerationen) wurden im Vergleich zur konventionellen Angiographie ausgezeichnete Sensitivitäts- und Spezifitätswerte der CTA beim Erkennen von nativen Koronarstenosen

(>50 Prozent) publiziert. Ein negativer, also normaler CT-Befund ist sehr hilfreich, da damit eine relevante KHK mit hoher Sicherheit ausgeschlossen werden kann. Diesen Befund wird man vor allem in der Population mit niedrigem beziehungsweise niedrig-intermediärem KHK-Risiko (Prävalenz) auch tatsächlich häufig finden. Bei diesen Patienten kann bei negativem CT-Befund in vielen Fällen auf eine invasive Katheterangiographie verzichtet werden.

Darüber hinaus wurden exzellente Ergebnisse bezüglich der Bewertung von Koronar-Bypässen gefunden. Die Ergebnisse bisher publizierter Studien auf dem Gebiet der CTA umfassen in der Regel folgende Aussagen:

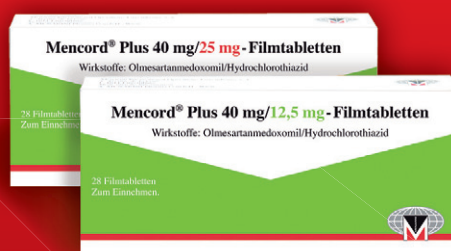
Diagnostische Genauigkeit

- pro Koronarsegment
- pro Koronargefäß
- pro Patient
- Kombinationen aller drei Parameter.

Für die klinische Anwendung sind die Daten pro Patient sicherlich die relevantesten, weil sie zeigen, wie viele Patienten mit Koronarstenose richtig identifiziert werden können (Tab. 1).

In rezenten Studien mit neuerer Gerätetechnologie (siehe Tab.) rangiert die Sensitivität zwischen 85 und 100 Prozent bei einer Spezifität von 83 bis 97 Prozent (zumeist für das Kriterium > 50-prozentige Stenose = relevante Stenose). Vergleichsstudien mit konventioneller Koronarangiographie inklusive QCA zeigen, dass eine exakte Stenose-Quantifizierung nach wie vor limitiert ist. Die Möglichkeit der CTA, die Beschaffenheit der Plaques (verkalkt, nicht verkalkt, gemischt) und auch die Gesamtgröße eines Plaques zu charakterisieren, ist ein wichtiger Vorteil gegenüber der konventionellen Herzkatheteruntersuchung. Auch Plaques, die das Gefäßlumen nicht reduzieren, kommen in der CT-Angiographie zur Darstellung. Dies führt zwar nicht zu einer interventionellen Konsequenz, ermöglicht aber die Früherkennung einer Atherosklerose ►►

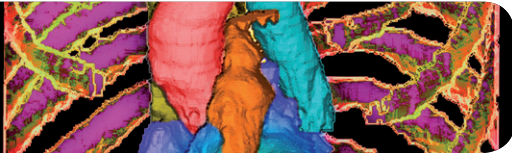
Mencord[®] plus
Olmesartan + HCTZ



Ich kombiniere!

Um Ihnen das Kombinieren künftig noch individueller zu ermöglichen, hat Mencord[®] seine Dosierungspalette erweitert:

Mit Mencord[®] Plus 40 mg/12,5 mg und Mencord[®] Plus 40 mg/25 mg stehen Ihnen jetzt 2 weitere starke antihypertensive Kombinationspartner zur Verfügung. 7 Dosierungen auf einen Streich zur maßgeschneiderten Therapie Ihrer Patienten!



der Koronararterien. Obwohl in den rezenten Studien mit neuer Gerätegeneration die Zahl der „nicht evaluierbaren“ Koronargefäßsegmente deutlich abgenommen hat, müssen folgende Limitationen bei der Umsetzung in die klinische Praxis genannt werden:

- In einer beträchtlichen Zahl an Studien wurden Patienten mit AP-Beschwerden und einer hohen KHK-Prävalenz (durchschnittlich 0,9-1,6 signifikante Läsionen oder betroffene Gefäße pro Patient) untersucht.
- Es handelt sich vielfach um Singlecenter-Studien; größere Fallzahlen wurden bislang in drei Multicenter-Untersuchungen publiziert (siehe Tab.).

Wie bereits erwähnt, beziehen sich die Sensitivitäts- und Spezifitätsdaten der CTA meist auf die Detektion von Gefäßstenosen > 50 Prozent. Für das weitere klinische Management des Patienten (Koronarangiographie, Revaskularisation) ist aber die Differenzierung hämodynamisch relevanter, interventionswürdiger Stenosen (> 70 Prozent) von hämodynamisch nicht relevanten Veränderungen erforderlich. Der ausreichende wissenschaftliche Nach-

weis, wie gut Stenosen über 70 Prozent von solchen unter 70 Prozent differenziert werden können, steht jedoch noch aus. In den Guidelines der Society of Cardiovascular CT von 2009 werden empfohlene und optionale quantitative Stenosegradierungen beschrieben.

Generell gilt es in diesem Zusammenhang festzuhalten, dass große Studien mit Populationen der verschiedenen Vor-testwahrscheinlichkeiten, die eine endgültige Beurteilung des Stellenwerts der Methode im diagnostischen Stufenplan der KHK erlauben, noch ausstehen. Erste große Metaanalysen legen aber bereits den potentiellen Wert des Herz-CT bei der Detektion der KHK nahe. Durch laufende Verbesserung der Geräte-technischen Voraussetzungen und Reduktion der Strahlenbelastung sollte die Methode weiter an Bedeutung gewinnen. Nicht unerwähnt darf sein, dass mit der Herz-CT auch Pathologien der angrenzenden Organe und Strukturen wie Lunge, Mediastinum und große Gefäße, aber auch Teile der Oberbauchorgane mit erfasst werden, die als Differentialdiagnosen für eine „kardiale Symptomatik“ in Frage kommen.

Zusammenfassend stellt sich zur Zeit der Stellenwert der MSCTA wie folgt dar:

- Die Methode hat eine hohe Treffsicherheit, koronare Atherosklerose zu erkennen.
- Das Ausmaß der Gefäßverkalkungen und auch der morphologischen Veränderung korreliert mit dem Schweregrad der KHK.
- Ein unauffälliger MSCT-Befund schließt eine relevante KHK mit hoher Wahrscheinlichkeit aus.

Das Potential der Methode als Basis für das klinische Management von möglichen KHK-Patienten ist demnach ein Normalbefund oder ein Befund mit atherosklerotischen Veränderungen ohne relevante Lumeneinengung, die den Verzicht auf weitere Untersuchungen erlauben, während bei positivem Befund (CT Stenose > 50 Prozent) eine weitere Abklärung mit funktionellen Tests oder invasiver Angiographie erforderlich bleibt.

Die Methode ist im klinischen Gebrauch am ehesten hilfreich, wenn eine ausreichend hohe Chance auf einen Normalbefund gegeben ist, nämlich bei Patienten mit niedrigem oder niedrig-intermediärem KHK-Risiko (Prävalenz). Das betrifft im klinischen Alltag eher eine kleine Gruppe von Patienten im gesamten kardiologischen Kollektiv.

Eine Limitation der Methode ist die schwierige Quantifizierbarkeit des Stenosegrades peripherer Gefäßsegmente.

Nicht interpretierbare Gefäßsegmente schränken den diagnostischen Wert der CTA ein (was mit neueren Geräten ein zunehmend kleineres Problem ist).

Die CTA ist eine hervorragende Methode, um primär anatomische Fragen wie Koronarabnormalitäten, die Lage der Koronararterien zu den großen Gefäßen, Länge von Gefäßverschlüssen, Vorhandensein und Offenheit von Bypassen zu beantworten.

Patientenbezogene diagnostische Genauigkeit der MSCT

Autor	Pat.Zahl	Zeilen	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV
Scheffel et al (36)	120	DSCT	100	93	94	100
Alkadhi et al. (38)	150	DSCT	96,6	86,8	82,6	97,5
Mowatt et al (39)	1268	64	99	89	93	100
Budoff et al (49)	230	64	95	83	64	99
Dewey et al (50)	291	64	94*	83*	48*	99*
Leschka et al. (51)	67	64	85	93	91	83
Leber et al. (52)	59	64	94	97	87	99
Raff et al. (53)	70	64	79	97	72	98
Kuettner et al. (54)	60	16	72	97	72	97
ACCURACY (55)	230	64	95	83	64	99
CORE 64 (56)	291	64	85	90	91	83
Dewey et al. (57)	30	320	100	94	92	100
Meijboom et al. (58)	360	64	99	64	86	97
Maffei et al. (59)	1372	64	99	92	94	99

* für Stenosen ≥ 50 Prozent beziehungsweise ≥ 70 Prozent

Tab. 1

BLUTDRUCK SENKEN LEBENSZEIT SCHENKEN



ENALAPRIL



28 TABLETTEN | 20 mg

 Kwizda



28 TABLETTEN

 Kwizda

Fachkurzinformation siehe Seite 66



IHR ÖSTERREICHISCHER PARTNER
IM BLUTDRUCKMANAGEMENT

Kwizda

Pharma



» 3. Derzeit empfohlene Anwendungsgebiete für MSCTA

3.1. Die MSCTA erscheint derzeit in erster Linie zum Ausschluss einer koronaren Herzkrankheit bei selektierten Patienten mit eher niedriger oder niedrig-intermediärer Vortestwahrscheinlichkeit (Prävalenz), atypischer Symptomatik und unklarem Ischämietest geeignet:

- Patienten mit atypischen Thoraxschmerzen und nicht konklusiven Belastungstests, wenn ein niedriges oder niedrig-intermediäres Risiko für eine KHK (Prävalenz) vorliegt.
- Patienten mit nicht-konklusiven Belastungstests bei geringer oder fehlender Klinik, wenn ein niedriges oder niedrig-intermediäres Risiko für eine KHK vorliegt.
- Patienten mit Ruhe-Thorax-Schmerzen ohne EKG-Dynamik oder Enzymauslenkungen.
- Patienten mit Thoraxschmerz, geringer Vortestwahrscheinlichkeit und Verdacht auf akutes Koronarsyndrom, wenn es um den Ausschluss einer wirksamen epikardialen Coronarstenose geht.
- Präoperative Untersuchung bei geplanter großer extrakardialer Operation oder Transplantation bei asymptomatischen Patienten (welche zum Beispiel nicht ergometriert werden können) beziehungsweise vor Herzklappenoperationen, wenn ein niedriges oder intermediäres Risiko für eine KHK vorliegt.
- Patienten mit Herzinsuffizienz unklarer Ätiologie.

3.2. Patienten mit bekannter KHK, bei welchen die MSCTA der Koronarien zusätzliche Informationen zu Therapieplanung und Monitoring bieten kann:

- Präoperativ vor Bypass-Operationen, insbesondere vor minimal invasiven Eingriffen zur Evaluation der LIMA-Lage und des LAD-Verlaufes.

- Patienten nach koronarer Bypass-Operation, wenn die Hauptfrage die Offenheit und Morphologie des Bypasses und nicht die komplette koronare Situation ist.
- Bei koronarangiographisch dokumentiertem Gefäßverschluss zur Planung der perkutanen Intervention (Länge des Verschlusses); gegebenenfalls komplementär bei speziellen invasiv-interventionellen Fragen (zum Beispiel Kalkgehalt von ostialen, Hauptstamm- und Bifurkationsläsionen).

3.3. Ergänzende Anwendungsmöglichkeiten der MSCTA sind:

- Bei Patienten mit akutem Thoraxschmerz, wenn eine gleichzeitige Abklärung von KHK, Pulmonalembolie und Aortendissektion sowie pulmonaler Erkrankung erfolgen soll („triple rule out“ beziehungsweise „chest pain triage“).
- Darstellung der Koronargefäße bei hohem Risiko für CTEPH und niedrigem Risiko für KHK (zum Beispiel weibliche Patientin < 35 Jahre, Phospholipidantikörper-positiv, Z.n. VTE)
- Patienten mit Verdacht auf Koronar-anomalien
- Kongenitale kardiale Vitien unter besonderer Berücksichtigung der großen Gefäße
- Intra- und perikardiale Raumforderungen, wenn Echokardiographie und MRT nicht ausreichen.
- Konstriktive Perikarditis, insbesondere Kalknachweis
- Vorhof-/Lungenvenen-Beurteilung bei Vorhofflimmern zur geplanten Ablationstherapie
- Koronarvenendarstellung vor Implantation eines biventrikulären Schrittmachers (CRT-Therapie)
- Patienten nach HTX (an spezialisierten Zentren)
- Patienten zur Planung vor minimal invasiven Eingriffen an erworbenen Klappenvitien, zum Beispiel im Rahmen von TAVI-Planungen und Prozeduren

4. Generell ungeeignet erscheint derzeit die Methode bei folgenden Patienten:

- Symptomatische Patienten mit hoher Vortestwahrscheinlichkeit für KHK
- Symptomatische Patienten mit akutem Thoraxschmerz und hoher Vortestwahrscheinlichkeit
- Asymptomatische Patienten mit niedriger oder intermediärer Vortestwahrscheinlichkeit (Framingham, PROCAM). Bei diesen Patienten erscheint die Calziumscore-Bestimmung am ehesten indiziert (siehe 1.2.), für die CTA gibt es bei diesen Patienten derzeit zu wenig Daten.
- Patienten mit eindeutig positivem Ischämietest (Ergometrie, Stress-Echo, Nuklearmedizin)
- Regelmäßige Verlaufskontrollen bei Patienten mit bekannter KHK
- Nachuntersuchung von Patienten nach perkutaner Koronarintervention mit Implantation radiologisch sehr dichter, multipler oder weit peripher gelegener Stents.

5. Strahlenexposition

Die Strahlenexposition der MSCT der Koronararterien ist eine der wesentlichen Diskussionspunkte betreffend Anwendung und Einschränkung der Methode. Die fallweise publizierten sehr hohen Effektivdosen haben teilweise zu einer Skepsis gegenüber der koronaren CT-Untersuchung geführt.

In einer Multicenterstudie (PROTECTION 1) wurde 2007 der damalige Zustand in 50 europäischen Zentren erhoben und hier zeigte sich eine beträchtliche Spannweite der Effektivdosis von 5,7 bis 36,5 mSv. Zudem fand sich in dieser Studie eine hohe Bandbreite der Strahlenbelastung innerhalb der teilnehmenden Zentren. Im Vergleich dazu liegt die durchschnittliche Effektivdosis

der Katheterangiographie in der Größenordnung von 5,3 mSv. Auch für den Kalziumscore zeigte eine Literaturübersicht eine sehr hohe Variation der errechneten Effektivdosiswerte von 0,8 bis 10,5 mSv (Median 2,3 mSv).

Folgende Strategien zur Dosisreduktion werden allgemein empfohlen:

1. Anpassung der Röhrenparameter an die Patientendimensionen (bis zu 50 Prozent Reduktion der Ausgangsdosis).
2. EKG-Triggermodus: Mehrere Studien konnten für das prospektive Gating eine Dosisreduktionen von etwa 75 Prozent verglichen mit retrospektiv gegateten Untersuchungen nachweisen, wobei sich vor allem bei Patienten mit niedriger Herzfrequenz (<65/min) keine Einbuße der diagnostischen Performance zeigte. Die Kombination der bisher genannten Protokolloptimierungen führt unter optimalen Voraussetzungen (schlanke Patienten mit niedriger Herzfrequenz) für die CT-Angiographie zu einer Dosisreduktion auf Werte von deutlich unter 5 mSv (Ca Score 0,6 mSv).
3. Gerätetechniken:
Durch die Erhöhung der Anzahl der Schichten wird es möglich, spezielle sequenzielle Akquisitionstechniken („step and shoot“, „Volume CT“) anzuwenden. Ein zweiter Ansatz ist die Anwendung von hohen Pitch-Faktoren (>3). Unter Anwendung dieser Techniken können Effektivdosen in der Größenordnung von 1 mSv erreicht werden, wobei dies jedoch derzeit auf rhythmische und normofrequente Patienten beschränkt ist.

Zusammenfassend zeigt sich, dass bei Optimierung der Patientenprotokolle sowie durch neue technische Entwicklungen eine dramatische Dosisreduktion zu erzielen ist, welche Effektivdosen ermöglichen, die deutlich niedriger sind als die durchschnittlichen Dosiswerte der Katheterangiographie.

Appendix: Die Abschätzung der Effektivdosiswerte erfolgte in den Publikationen der letzten Jahre auf Basis der International Commission on Radiological Protection (ICRP). Es wurden in der Regel Konversionsfaktoren zwischen Dosislängenprodukt (DLP) und Effektivdosis von 0.017 mSv·mGy⁻¹·cm⁻¹ oder 0.014 mSv·mGy⁻¹·cm⁻¹ verwendet. Mit Veröffentlichung der ICRP 103 müssen die Konversionsfaktoren überarbeitet werden und werden gemäß vorläufigen Ergebnissen in Abhängigkeit von der Scan-technik voraussichtlich Werte von 0,027 mSv·mGy⁻¹·cm⁻¹ bis 0,031 mSv·mGy⁻¹·cm⁻¹ erreichen (87- 102).

6. Strukturelle und organisatorische Rahmenbedingungen

Aufbauend auf den Erfahrungen der Zentren, die MSCTA der Koronargefäße bisher durchführen, empfiehlt die interdisziplinäre Arbeitsgruppe kardiale MRT/CT der Österreichische Kardiologische Gesellschaft und Österreichische Röntgengesellschaft folgende strukturelle und organisatorische Rahmenbedingungen, um den Patienten eine adäquate Untersuchungsqualität und optimale Betreuung anbieten zu können:

An Institutionen, an denen MSCTA-Untersuchungen der Koronargefäße durchgeführt und befundet werden, sollte im radiologischen Team ein(e) Kardiologe/In eingebunden sein. Dieser/diese Kardiologe/In sollte Kenntnisse eines kardiologischen Schnittbildverfahrens (zum Beispiel Echokardiographie, MRT, Nuklearkardiologie), sowie der invasiven/interventionellen Kardiologie aufweisen.

An den o.g. Institutionen sollte ein(e) Kardiologe/In in die Befundung eingebunden sein (Consensus Reading, gemeinsame Vidierung), um den Transfer der Erfahrung aus der Katheterangiographie auf die nicht-invasive Untersuchungsmethode

zu gewährleisten und den Konnex zum klinischen Hintergrund herzustellen.

Von kardiologischer Seite muss eine rasche und verlässliche Konsultationsmöglichkeit zu allen Problemen im Zusammenhang mit MSCTA-Untersuchungen von Koronargefäßen gewährleistet sein.

Die radiologische Einheit sollte in der Lage sein, die Datenakquisition am Gerät auch ohne kardiologische Unterstützung verlässlich zu gewährleisten.

Die Zuweisung eines Patienten sollte im Rahmen der erweiterten KHK-Diagnostik vergleichbar mit anderen bildgebenden Verfahren erfolgen.

Für die MSCTA der Koronargefäße sollen folgende Zuweisungsinformationen vorliegen: Angabe der Indikation, der Ergebnisse etwaiger Voruntersuchungen (Echokardiographie, Ergometrie, Myokard-Scan, Herzkatheter), sowie Art und Lokalisation etwaiger Koronar-Interventionen (PTCA, Stentimplantation, Bypass-OP), rezente Werte der Nieren- (Kreatinin, BUN) und Schilddrüsenfunktion (TSH). ◀◀

Literatur bei den Verfassern

Autoren (alphabetisch):

Radiologie:

Andreas Artmann, Klaus Hergan, Christian Loewe, Oliver Sommer, Alfred Stadler, Florian Wolf

Kardiologie: Guy Friedrich, Martin Gessner, Sebastian Globits, Philipp Pichler, Herwig Schuchlenz, Heinz Sochor

External Expert reviewers:

Gudrun Feuchtnr, Otmar Pachinger

Korrespondenzadressen:

Univ. Prof. Dr. Klaus Hergan

Univ. Institut für Radiologie/
Salzburger Landeskliniken,
Müllner Hauptstrasse 48, 5020 Salzburg,
E-Mail: k.hergan@salk.at

Univ. Prof. Dr. Guy Friedrich

Univ. Klinik für Innere Medizin III/Kardiologie
Anichstrasse 35, 6020 Innsbruck,
E-Mail: guy.friedrich@uki.at