

Journal für Kardiologie

Austrian Journal of Cardiology

Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislauserkrankungen

Aktueller Stellenwert der MSCT der Koronargefäße: Klinischer Leitfaden (2007) der Österreichischen Gesellschaften für Kardiologie und Radiologie

Globits S, Hergan K, Baumgartner H

Friedrich G, Frank H, Glogar HD

Mori M, Sochor H, Bader T

Frühwald F, Kopsa W, Loewe C

Mostbeck G, Sommer O

Journal für Kardiologie - Austrian

Journal of Cardiology 2007; 14

(5-6), 132-140

Homepage:

www.kup.at/kardiologie

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche



Offizielles
Partnerjournal der ÖKG



Member of the ESC-Editor's Club



Offizielles Organ des
Österreichischen Herzfonds



ACVC
Association for
Acute CardioVascular Care

In Kooperation
mit der ACVC

Indexed in ESCI
part of Web of Science

Indexed in EMBASE

Krause & Pachernegg GmbH • Verlag für Medizin und Wirtschaft • A-3003 Gablitz

P.b.b. 02Z031105M,

Verlagsort: 3003 Gablitz, Linzerstraße 177A/21

Preis: EUR 10,-

Veranstaltungskalender

Hybrid-Veranstaltungen der Herausgeber des **Journals für Kardiologie**

Finden Sie alle laufend aktualisierten Termine
auf einem Blick unter

www.kup.at/images/ads/kongress.pdf

Aktueller Stellenwert der MSCT der Koronargefäße: Klinischer Leitfaden (2007) der Österreichischen Gesellschaften für Kardiologie und Radiologie

Autoren (alphabetisch):

Kardiologie

Helmut Baumgartner
Guy Friedrich
Herbert Frank
Sebastian Globits
Dietmar Glogar
Michael Mori
Heinz Sochor

Radiologie

Till Bader
Franz Frühwald
Klaus Hergan
Wolfgang Kopsa
Christian Loewe
Gerhard Mostbeck
Oliver Sommer

■ Einleitung

Die Multislice-Computertomographie (MSCT) des Herzens hat über die letzten Jahre weltweit einen raschen Aufschwung genommen. Aufgrund der klinischen Verbreitung dieser Methode erscheint es nun sinnvoll, einen interdisziplinären Leitfaden zur Orientierung basierend auf bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnissen und klinischen Erfahrungen zu erstellen. Dieses vorliegende Schriftstück wurde gemeinsam in der interdisziplinären Arbeitsgruppe Herzbildgebung der ÖKG und ÖRG erstellt und soll aufgrund der zu erwartenden Weiterentwicklung dieser Modalität regelmäßig einer Aktualisierung unterzogen werden. Basiswissen über prinzipielle Technik, Indikationen und Kontraindikationen von Computertomographie und jodhaltigen Kontrastmitteln wird vorausgesetzt.

■ Multislice-Computertomographie (MSCT/MDCT) der Koronargefäße

Wird von MSCT des Herzens gesprochen, so sind darunter zwei Untersuchungen subsumiert, welche grundsätzlich kombiniert angewandt werden können. Es sind das der sogenannte Kalkscore (Agatston-Score) sowie die CT-Angiographie der Koronararterien. Der Nativscan (Kalkscore) wird zum Nachweis kalkdichter Plaques im Bereich der Koronargefäße durchgeführt. Danach erfolgt die eigentliche CT-Angiographie (CTA) unter i.v.-Applikation eines nicht-ionischen Kontrastmittels zur Darstellung des Koronarbaumes.

1. CT-Kalkscore (Kalziumscore)

Die Kalziumscoring-Untersuchung ist eine Untersuchung ohne Kontrastmittel und mit sehr niedriger Strahlenbelastung

(ca. 1–3 mSv). Bezüglich Kalkscore liegen im Vergleich zu anderen nicht-invasiven Methoden zur Erkennung einer KHK einige gute Erkenntnisse vor: Beim symptomatischen Patienten korreliert das Ausmaß an Koronarkalk sehr gut mit dem Schweregrad der koronaren Herzkrankheit (KHK) sowie der Gesamtmenge an atherosklerotischen Plaques („Plaqueload“) [1–4]. 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 Plaquevolumens entspricht [5]. Weiters konnte gezeigt werden, daß ein hoher Kalkgehalt (> 400 Agatston-Score) mit positiven funktionellen Tests (Ergometrie und Thalliumszintigraphie) korreliert, wobei diese Daten teilweise auch durch die invasive Koronarangiographie abgesichert wurden [6, 7].

Problematisch bleibt jedoch der Zusammenhang zwischen schwer kalzifiziertem Koronargefäß und dem Vorhandensein von hämodynamisch wirksamen Stenosen, wobei grundsätzlich gilt: je höher die Gesamtmenge an kalzifizierten Plaques, desto wahrscheinlicher die Präsenz von signifikanten Stenosen. 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 [8].

Derzeit gibt es betreffend Kalkscore folgende durch Literatur belegte Statements:

- a) Eine hohe koronare Kalklast (> 400 nach Agatston) ist mit einer höheren Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen einer signifikanten Koronarstenose verbunden [7, 9].
- b) Beim symptomatischen Patienten spricht ein stark erhöhter Koronarkalkbefund (> 400 nach Agatston) für das Vorhandensein von zumindest einer signifikanten Koronarstenose oder sogar einer koronaren Dreifäßerkrankung [10–14].
- c) Ein negativer Kalkscore spricht für eine sehr niedrige Wahrscheinlichkeit einer stenosierenden KHK [15], allerdings muß die Klinik des Patienten berücksichtigt werden.

Korrespondenzadressen:

OA Univ.-Doz. Dr. med. Sebastian Globits, 3. Medizinische Abteilung/Kardiologie, Zentralklinikum St. Pölten, A-3100 St. Pölten, Propst-Führer-Straße 4;
E-Mail: sebastian.globits@meduniwien.ac.at
Prim. Univ.-Prof. Dr. med. Klaus Hergan, Universitätsinstitut für Radiologie, Salzburger Landeskliniken, A-5020 Salzburg, Müllner Hauptstraße 48;
E-Mail: k.hergan@salk.at

Die Anwendung von CT-Untersuchungen bezüglich Kalkerkennung hat sich daher in den vergangenen Jahren immer mehr der Früherkennung und Prognoseabschätzung als potentielltem Steuerungsinstrument für Primär- und Sekundärprophylaxe zugewandt. Insbesondere der asymptomatische Patient, welcher sein „Koronarrisiko“ kennen möchte, ist ein kontroversiell diskutierter Kandidat für diese Untersuchung. Nachdem bekannt ist, daß viele, vor allem jüngere, Patienten ohne jegliche Angina pectoris- (AP-) Symptomatik am plötzlichen Herztod versterben [16], brauchen wir Erkenntnisse bezüglich der Risikostratifizierung über die etablierten Risikofaktoren hinaus. Mehrere Studien haben das größere Risiko für koronare Ereignisse bei hohem CT-Kalkscore gezeigt [17–20]. Der Wert des „Koronarkalkscreenings“ ist jedoch nach wie vor ein umstrittenes Thema, da die klinische Effizienz der Methode für eine Verbesserung des Patientenmanagements über die etablierte Risikostratifizierung hinaus bisher noch nicht ausreichend gesichert wurde und noch weiter evaluiert wird.

2. CT-Angiographie (CTA) der Koronargefäße

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

1. Bei welchen Patienten soll oder kann diese Methode angewandt werden?
2. Welche Wertigkeit hat diese Technik im Vergleich zu anderen nicht-invasiven oder invasiven Methoden?
3. Bei welchen Patienten soll oder kann diese Methode nicht angewandt werden?
4. Wo ist der Platz für die MSCT-Untersuchung im Rahmen der Abklärung des Patienten mit Verdacht auf bzw. mit bekannter koronarer Herzkrankheit?

Spezielle Charakteristika der Untersuchungstechnik

Für den Patienten entspricht die Untersuchung einer üblichen Computertomographie mit Kontrastmittel (wie z. B. des Abdomens), wobei zusätzlich ein EKG aufgezeichnet wird. Auf die Bildqualität und damit auf die Diagnosegenauigkeit haben gerätespezifische Parameter einen hohen Einfluß, indem 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 [21] bzw. multiple Stents
- Kleiner Gefäßdurchmesser (< 1,5 mm, typischerweise periphere CX und LAD, marginale und septale Äste)
- Adipositas

In der Regel wird versucht, eine Herzfrequenz von unter 70/min. zu erreichen, eventuell mittels Gabe eines Betablockers. Neueste Gerätegenerationen (z. B. 64-Zeilen-CT-Geräte oder besser) ermöglichen eine diagnostische Bildqualität auch bei hoher Herzfrequenz [22]. Auch Nitroglyzerin zur maximalen Vasodilatation findet in manchen Zentren Anwendung. Die maximale Atemanhaltedauer während der Aufnahme beträgt meist ca. 10–15 Sekunden, was in der Regel für Patienten kein Problem darstellt.

Kalk verursacht sogenannte „Kalk-Bloomingartefakte“, die große, verkalkte Gefäßplaques größer erscheinen lassen als sie in Wirklichkeit sind. Dadurch wird die Beurteilung des offenen Gefäßlumens eingeschränkt. In solchen Situationen kann es zu falsch-positiven oder falsch-negativen Stenosebeurteilungen kommen. Die CTA ist dann am sinnvollsten, wenn der Gesamtkalziumscore einen gewissen Schwellenwert nicht überschreitet (je nach Gerätegeneration Agatston-Score > 400–600). Bei hohem Kalkgehalt muß die Sinnhaftigkeit einer CTA besonders kritisch hinterfragt werden, da eine hohe Wahrscheinlichkeit besteht, daß die Untersuchung unzureichend beurteilbar 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 publiziert [23–25]. Es wurde in allen verfügbaren Studien ein Cut-off von 50 % Durchmesserreduktion zur Definition relevanter Stenosen verwendet; als klinisch relevant wird aber erst ein Stenosegrad von > 70 % angesehen.

Ein negativer, also normaler CT-Befund ist sehr hilfreich, da damit eine relevante KHK mit hoher Sicherheit (bei 64-Zeilen-Geräten bis 99 %) ausgeschlossen werden kann [26–30]. Diesen Befund wird man vor allem in der Population mit niedrigem bzw. niedrig-intermediärem KHK-Risiko (Prävalenz) auch tatsächlich häufig finden [20, 26, 31]. 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 Koronarbypassen gefunden [32–34].

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 drei rezenten Studien mit der neuesten 64-Zeilen-

Tabelle 1: Patientenbezogene diagnostische Genauigkeit der MS-CT (für 16- und 64-Zeiler)

Author	Pat. Zahl	Zeilen	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV
Leschka et al. [35]	67	64	94	97	87	99
Leber et al. [36]	59	64	79	97	72	98
Raff et al. [37]	70	64	95	90	93	93
Schuijff et al. [38]	61	64	94	97	97	93
Kuettner et al. [39]	60	16	72	97	72	97
Mollet et al. [40]	51	16	95	98	87	99
Mollet et al. [41]	128	16	92	95	79	98
Ropers et al. [42]	77	16	85	78	82	81

Technologie [35–37] rangiert die Sensitivität zwischen 88 und 95 % bei einer Spezifität von 85 bis 97 % (allerdings für das Kriterium > 50%ige Stenose = relevante Stenose). Die genaue Stenosequantifizierung ist somit derzeit noch limitiert, sodaß bei stenosepositivem-CTA-Befund in den meisten Fällen eine weitere Untersuchung notwendig ist. Die Möglichkeit der CTA, auch nicht-kalzifizierte Plaques zu erkennen, wird durch Bewegungsartefakte vor allem in den distalen Gefäßabschnitten eingeschränkt. Allerdings werden auch nicht-kalzifizierte und kalzifizierte Plaques mit dem CT gefunden, die in der Katheterangiographie nicht zur Darstellung kommen, solange das Gefäßlumen dadurch nicht reduziert wird. Eine interventionelle Konsequenz besteht für solche Plaques jedoch nicht, aber es unterstützt die Früherkennung einer Atherosklerose.

Diese Studienergebnisse müssen jedoch bei der Umsetzung in die klinische Praxis aufgrund folgender Limitationen relativiert werden: Zunächst fällt auf, daß in allen Studien relativ kleine Fallzahlen inkludiert wurden, weiters bestand oftmals ein hoher Anteil an „nicht evaluierbaren“ Koronargefäßsegmenten. Diese Rate lag in den früheren Studien bei ca. 25–30 % [43], konnte aber durch verbesserte Technik (16-, 64-Zeilengeräte) deutlich reduziert werden [44, 45]. Als weitere Limitationen sind zu nennen:

- In allen 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 ausschließlich um Singlecenter-Studien.
- Die Auswertung und Interpretation der Bilder erfolgte durch überdurchschnittlich erfahrene Untersucher.

Wie bereits oben erwähnt, beziehen sich die Sensitivitäts- und Spezifitätsdaten der CTA auf die Detektion von Gefäßstenosen > 50 %. Für das weitere klinische Management des Patienten (Koronarangiographie, Revaskularisation) ist aber die Differenzierung hämodynamisch relevanter, interventionswürdiger Stenosen (> 70 %) von hämodynamisch nicht relevanten Veränderungen erforderlich. Der wissenschaftliche Nachweis, wie gut Stenosen über 70 % von solchen unter 70 % differenziert werden können, steht jedoch noch aus. Generell gilt es in diesem Zusammenhang festzuhalten, daß große Studien mit Populationen der verschiedenen Vortestwahrscheinlichkeiten, die eine endgültige Beurteilung des Stellenwerts der Methode im diagnostischen Stufenplan der KHK erlauben, noch ausstehen (<http://hin.nhlbi.nih.gov/atp/iii/calculator.asp>). Erste große Metaanalysen legen aber bereits den potentiellen Wert des Herz-CT bei der Detektion der KHK nahe. Allerdings gibt es zur Zeit noch wenige Daten zur klinisch-prognostischen Aussagekraft der Methode. Nicht unerwähnt darf sein, daß mit der Herz-CT auch die angrenzenden Organe und Strukturen wie Lunge, Mediastinum und große Gefäße, aber auch Teile der Oberbauchorgane erfaßt werden. Erkrankungen dieser Bereiche können mitunter eine kardiale Symptomatik vortäuschen.

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

- Die Methode hat eine hohe Treffsicherheit, 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, der den Verzicht auf weitere Untersuchungen erlaubt, während bei positivem Befund, abgesehen von eindeutig leichten Veränderungen, eine weitere Abklärung mit funktionellen Tests oder invasiver Angiographie erforderlich ist.
- 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 Quantifizierung des Stenosegrades vor allem 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 Koronaranomalien, die Lage der Koronararterien zu den großen Gefäßen, Länge von Gefäßverschlüssen, Vorhandensein und Offenheit von Bypässen zu beantworten.

3. Derzeit mögliche Anwendungsgebiete für MSCTA

3.1. Die MSCTA erscheint derzeit – aus oben genannten Gründen – 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.

- a) Patienten mit atypischen Thoraxschmerzen und nicht-konklusiven Belastungstests, wenn ein niedriges oder niedrig-intermediäres Risiko für eine KHK (Prävalenz) vorliegt.
- b) Patienten mit nicht-konklusiven Belastungstests bei geringer oder fehlender Klinik, wenn ein niedriges oder niedrig-intermediäres Risiko für eine KHK vorliegt.
- c) Präoperative Untersuchung bei geplanter großer extrakardialer Operation oder Transplantation bei asymptomatischen Patienten (welche z. B. nicht ergometriert werden können) bzw. vor Herzklappenoperationen, wenn ein niedriges oder intermediäres Risiko für eine KHK vorliegt.

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

- a) Präoperativ vor Bypassoperationen, insbesondere vor minimalinvasiven Eingriffen zur Evaluation der LIMA-Lage.
- b) Patienten nach koronarer Bypassoperation, wenn die Hauptfrage die Offenheit und Morphologie des Bypasses und nicht die komplette koronare Situation ist.
- c) Bei koronarangiographisch dokumentiertem Gefäßverschluß zur Planung der perkutanen Intervention (Länge

des Verschlusses); ggf. komplementär bei speziellen invasiv-interventionellen Fragen (z. B. Kalkgehalt von ostialen, Hauptstamm- und Bifurkationsläsionen).

3.3. Mögliche ergänzende Anwendungsgebiete der MSCTA sind:

- Patienten mit Verdacht auf Koronaromalien [46];
- Patienten mit akutem Thoraxschmerz, wenn eine gleichzeitige Abklärung von KHK, Pulmonalembolie und Aortendissektion sowie pulmonaler Erkrankung erfolgen soll („triple rule out“ [47, 48]);
- kongenitale kardiale Vitien vor allem, wenn es um die Fragestellung der großen Gefäße geht;
- 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).

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

- Abklärung der nativen Koronargefäße bei einem Agatston-Score über 600
- Regelmäßige Verlaufskontrollen bei Patienten mit bekannter KHK
- Nachuntersuchung von Patienten nach perkutaner Koronarintervention mit Implantation radiologisch sehr dichter, multipler oder weit peripher gelegener Stents [49].

5. Strahlenexposition

Für das Kalziumscoring ist die Strahlenexposition relativ gering (ca. 1–3 mSv) und äquivalent zur natürlichen Jahreshintergrundstrahlung (terrestrisch und kosmisch).

Da es sich bei der Herz-CTA um eine potente Untersuchung mit nicht unerheblicher Strahlenexposition handelt (bis 14 mSv; Tab. 2), muß – wie bei jeder Anwendung ionisierender Strahlen – eine exakte und gewissenhafte Indikationsstellung erfolgen („Justification“ der Anwendung der Röntgenstrahlung nach Council Directive EURATOM 97/43). Die Strahlenexposition der Herz-CTA steht in ungefähre Relation zu CT-Untersuchungen des Abdomens, einer der häufigsten CT-Indikationen [50].

Tabelle 2: Strahlenbelastung der MSCT in Abhängigkeit von der Anzahl der Zeilen (adapt. nach [50])

Modalität	Effektive Ganzkörperdosis
16-Zeilen-MSCT	~ 8–13 mSv
16-Zeilen-MSCT mit Dosismodulation	4– 6 mSv
64-Zeilen-MSCT	6–14 mSv
Empfohlenes Limit (Am. College of Radiology, Statement on Noninvasive Cardiac Imaging)	13 mSv
Konventionelle diagnostische Koronarangiographie	2–5 mSv

6. Strukturelle und organisatorische Rahmenbedingungen

Aufbauend auf den Erfahrungen der Zentren, die MSCTA der Koronargefäße bisher durchführen, empfiehlt die Arbeitsgruppe Kardiale MRT/CT der ÖKG und ÖRG 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, muß im radiologischen Team ein(e) Kardiologe/in substantiell eingebunden sein. Dieser/diese Kardiologe/in muß Kenntnisse eines kardiologischen Schnittbildverfahrens (z. B. Echokardiographie, MRT, Nuklearkardiologie), sowie der invasiven/interventionellen Kardiologie aufweisen.
- An den o. g. Institutionen sollte ein(e) Kardiologe/in maßgeblich in die Befundung eingebunden sein (Consensus Reading, gemeinsame Vidierung), um den Transfer der Erfahrung aus der Katheterangiographie auf die nicht-invasive Untersuchungsmethodik 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 sollte ein spezielles Zuweisungsformular mit Angabe der Indikation, der Ergebnisse etwaiger Voruntersuchungen (Echokardiographie, Ergometrie, Myokard-Scan, Herzkatheter), sowie Art und Lokalisation etwaiger Koronarinterventionen (PTCA, Stentimplantation, Bypass-OP) entwickelt und den überweisenden Ärzten/Untersuchern zur Verfügung gestellt werden. Darin sollten auch die rezenten Werte der Nieren- (Kreatinin, BUN) und Schilddrüsenfunktion (TSH) als obligatorischer Eintrag vorgesehen sein.

Literatur:

- Rumberger JA, Schwartz RS, Simons DB, Sheedy PF 3rd, Edwards WD, Fitzpatrick LA. Relation of coronary calcium determined by electron beam computed tomography and lumen narrowing determined by autopsy. *Am J Cardiol* 1994; 73: 1169–73.
- Budoff MJ, Georgiou D, Brody A, Agatston AS, Kennedy J, Wolfkiel C, Stanford W, Shields P, Lewis RJ, Janowitz WR, Rich S, Brundage BH. Ultrafast computed tomography as a diagnostic modality in the detection of coronary artery disease: a multicenter study. *Circulation* 1996; 93: 898–904.
- Sangiorgi G, Rumberger JA, Severson A, Edwards WD, Gregoire J, Fitzpatrick LA, Schwartz RS. Arterial calcification and not lumen stenosis is highly correlated with atherosclerotic plaque burden in humans: a histologic study of 723 coronary artery segments using noncalcifying methodology. *J Am Coll Cardiol* 1998; 31: 126–33.
- Rumberger JA, Simons DB, Fitzpatrick LA, Sheedy PF, Schwartz RS. Coronary artery calcium area by electron beam computed tomography and coronary atherosclerotic plaque area. A histopathologic correlative study. *Circulation* 1995; 92: 2157–62.
- Gschneider H, Stöger A, Friedrich G, Weidinger F, Pachinger O, Schwarzwacher S. Electron beam computed tomography detects calcifications but not plaque burden: an in vitro comparison with intravascular ultrasound. *Circulation* 1999; 100 (Suppl 1): I-230.
- Rumberger JA, Behrenbeck T, Breen JF, Sheedy PF 2nd. Coronary calcification by electron beam computed tomography and obstructive coronary artery disease: a model for costs and effectiveness of diagnosis as compared with conventional cardiac testing methods. *J Am Coll Cardiol* 1999; 33: 453–62.
- Rumberger JA, Sheedy PF, Breen JF, Schwartz RS. Electron beam computed tomographic coronary calcium score cutpoints and severity of associated angiographic lumen stenosis. *J Am Coll Cardiol* 1997; 29: 1542–8.

8. Haberl R, Becker A, Leber A, Knez A, Becker C, Lang C, Bruning R, Reiser M, Steinbeck G. Correlation of coronary calcification and angiographically documented stenoses in patients with suspected coronary artery disease: results of 1,764 patients. *J Am Coll Cardiol* 2001; 37: 451–7.
9. Schmermund A, Möhlenkamp S, Berenbein S, Pump H, Moebus S, Roggenbuck U, Stang A, Seibel R, Gronemeyer D, Jockel KH, Erbel R. Population-based assessment of subclinical coronary atherosclerosis using electron-beam computed tomography. *Atherosclerosis* 2006; 185: 177–82.
10. Budoff MJ, Diamond GA, Raggi P, Arad Y, Guerci AD, Callister TQ, Berman D. Continuous probabilistic prediction of angiographically significant coronary artery disease using electron beam tomography. *Circulation* 2002; 105: 1791–6.
11. Möhlenkamp S, Lehmann N, Schmermund A, Pump H, Moebus S, Baumgart D, Seibel R, Gronemeyer DH, Jockel KH, Erbel R. Prognostic value of extensive coronary calcium quantities in symptomatic males – a 5-year follow-up study. *Eur Heart J* 2003; 24: 845–54.
12. He ZX, Hedrick TD, Pratt CM, Verani MS, Aquino V, Roberts R, Mahmarian JJ. Severity of coronary artery calcification by EBCT predicts silent myocardial ischemia. *Circulation* 2000; 101: 244–51.
13. Möhlenkamp S, Schmermund A, Kerkhoff G, Budde T, Erbel R. Prognostischer Nutzen der nichtinvasiv bestimmten koronaren Plaquelast bei Patienten mit Risikofaktoren. *Z Kardiologie* 2003; 92: 351–61.
14. Schmermund A, Bailey K, Rumberger JA, Reed JE, Sheedy PF 2nd, Schwartz RS. An algorithm for non-invasive identification of angiographic three-vessel and/or left main coronary artery disease in symptomatic patients on the basis of cardiac and EBCT calcium scores. *J Am Coll Cardiol* 1999; 33: 444–52.
15. Schmermund A, Baumgart D, Adamzik M, Ge J, Gronemeyer D, Seibel R, Sehnert C, Gorge G, Haude M, Erbel R. Comparison of EBCT and IVUS in detecting calcified and non-calcified plaques in patients with acute coronary syndromes and no or minimal to moderate angiographic coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1998; 81: 141–6.
16. O'Rourke RA, Brundage BH, Froehlicher VF, Greenland P, Grundy SM, Hachamovitch R, Pohost GM, Shaw LJ, Weintraub WS, Winters WL Jr, Forrester JS, Douglas PS, Faxon DP, Fisher JD, Gregoratos G, Hochman JS, Hutter AM Jr, Kaul S, Wolk MJ. ACC/AHA expert consensus document on EBCT for the diagnosis and prognosis of coronary artery disease. *Circulation* 2000; 102: 126–40.
17. Dagenais GR, Robitaille NM, Lupien PJ, Christen A, Gingras S, Moorjani S, Meyer F, Rochon J. First coronary heart disease event rates in relation to major risk factors: Quebec cardiovascular study. *Can J Cardiol* 1990; 6: 274–80.
18. Arad Y, Spadaro LA, Goodman K, Lledo-Perez A, Sherman S, Lerner G, Guerci AD. Predictive value of electron beam computed tomography of the coronary arteries. 19-month follow up of 1173 asymptomatic subjects. *Circulation* 1996; 93: 1951–3.
19. Schmermund A, Baumgart D, Gorge G, Seibel R, Gronemeyer D, Ge J, Haude M, Rumberger J, Erbel R. Coronary artery calcium in acute coronary syndromes: a comparative study of electron-beam computed tomography, coronary angiography and intracoronary ultrasound in survivors of acute myocardial infarction and unstable angina. *Circulation* 1997; 96: 1461–9.
20. Greenland P, Bonow RO, Brundage BH, Budoff MJ, Eisenberg MJ, Grundy SM, Lauer MS, Post WS, Raggi P, Redberg RF, Rodgers GP, Shaw LJ, Taylor AJ, Weintraub WS, American College of Cardiology Foundation Clinical Expert Consensus Task Force (ACCF/AHA Writing Committee to Update the 2000 Expert Consensus Document on Electron Beam Computed Tomography); Society of Atherosclerosis Imaging and Prevention; Society of Cardiovascular Computed Tomography. ACCF/AHA 2007 clinical expert consensus document on coronary artery calcium scoring by computed tomography in global cardiovascular risk assessment and in the evaluation of patients with chest pain. *J Am Coll Cardiol* 2007; 49: 378–402.
21. Maintz D, Seifarth H, Raupach R, Flohr T, Rink M, Sommer T, Ozgun M, Heindel W, Fischbach R. 64-slice multidetector coronary CT angiography: in vitro evaluation of 68 different stents. *Eur Radiol* 2006; 16: 818–26.

22. Cademartiri F, Mollet NR, Runza G, Baks T, Midiri M, McFadden EP, Flohr TG, Ohnesorge B, de Feyter PJ, Krestin GP. Improving diagnostic accuracy of MDCT coronary angiography in patients with mild heart rhythm irregularities using ECG editing. *Am J Radiol* 2006; 186: 634–8.

23. Achenbach S, Ropers D, Regenfuss M, Pohle K, Giesler T, Moshage W, Daniel WG. Noninvasive coronary angiography by MRI, BCT, and MSCT. *Am J Cardiol* 2001; 88 (Suppl): 70E–73E.

24. Sun Z, Jiang W. Diagnostic value of multislice computed tomography angiography in coronary artery disease: a meta-analysis. *Eur J Radiol* 2006; 60: 279–86.

25. Budoff MJ, Achenbach S, Blumenthal RS, Carr JJ, Goldin JG, Greenland P, Guerci AD, Lima JA, Rader DJ, Rubin GD, Shaw LJ, Wiegers SE; American Heart Association Committee on Cardiovascular Imaging and Intervention; American Heart Association Council on Cardiovascular Radiology and Intervention; American Heart Association Committee on Cardiac Imaging, Council on Clinical Cardiology. Assessment of coronary artery disease by cardiac computed tomography: a statement from the American Heart Association Committee on Cardiovascular Imaging and Intervention, Council on Cardiovascular Radiology and Intervention, and Committee on Cardiac Imaging, Council on Clinical Cardiology. *Circulation* 2006; 114: 1761–91.

26. Hendel RC, Patel MR, Kramer CM, Poon M, Hendel RC, Carr JC, Gerstad NA, Gillam LD, Hodgson JM, Kim RJ, Kramer CM, Lesser JR, Martin ET, Messer JV, Redberg RF, Rubin GD, Rumsfeld JS, Taylor AJ, Weigold WG, Woodard PK, Brindis RG, Hendel RC, Douglas PS, Peterson ED, Wolk MJ, Allen JM, Patel MR; American College of Radiology Foundation Quality Strategic Directions Committee Appropriateness Criteria Working Group; American College of Radiology; Society of Cardiovascular Computed Tomography; Society for Cardiovascular Magnetic Resonance; American Society of Nuclear Cardiology; North American Society for Cardiac Imaging; Society for Cardiovascular Angiography and Interventions; Society of Interventional Radiology. ACCF/ACR/SCCT/SCMR/ASNC/NASCI/SCAI/SIR 2006 appropriateness criteria for cardiac computed tomography and cardiac magnetic resonance imaging. *J Am Coll Cardiol* 2006; 48: 1475–97.

27. Pugliese F, Mollet NR, Runza G, van Mieghem C, Meijboom WB, Malagutti P, Baks T, Krestin GP, deFeyter PJ, Cademartiri F. Diagnostic accuracy of non-invasive 64-slice CT coronary angiography in patients with stable angina pectoris. *Eur Radiol* 2006; 16: 575–82.

28. Nikolaou K, Knez A, Rist C, Wintersperger BJ, Leber A, Johnson T, Reiser MF, Becker CR. Accuracy of 64-MDCT in the diagnosis of ischemic heart disease. *AJR* 2006; 187: 111–7.

29. Leschka S, Wildermuth S, Boehm T, Desbiolles L, Husmann L, Plass A, Koepfli P, Schepis T, Marincek B, Kaufmann PA, Alkadhi H. Noninvasive coronary angiography with 64-section CT: effect of average heart rate and heart rate variability on image quality. *Radiology* 2006; 241: 378–85.

30. Pannu HK, Jacobs JE, Lai S, Fishman EK. Coronary CT angiography with 64-MDCT: assessment of vessel visibility. *AJR* 2006; 187: 119–26.

31. Forrester JS, Diamond GA. Analysis of probability as an aid in the clinical diagnosis of coronary artery disease. *N Engl J Med* 1979; 300: 1350–8.

32. Nieman K, Pattynama PM, Rensing BJ. Evaluation of patients after coronary artery bypass surgery: angiographic assessment of grafts and coronary arteries. *Radiology* 2003; 229: 749–56.

33. Frazier AA, Qureshi F, Read KM, Gilkeson RC, Poston RS, White CS. Coronary artery bypass grafts: assessment with multidetector CT in the early and late postoperative settings. *Radiographics* 2005; 25: 881–96.

34. Moore R, Sampson C, MacDonald S, Moynahan C, Groves D, Chester MR. Coronary artery bypass graft imaging using ECG-gated multislice computed tomography: comparison with catheter angiography. *Clin Radiol* 2005; 60: 990–8.

35. Leschka S, Alkadhi H, Plass A, Desbiolles L, Grunenfelder J, Marincek B, Wildermuth S. Accuracy of MSCT coronary angiography with 64 slice technology: first experience. *Eur Heart J* 2005; 26: 1482–7.

36. Leber AW, Knez A, von Ziegler F, Becker A, Nikolaou K, Paul S, Wintersperger B, Reiser M, Becker CR, Steinbeck G, Boekstegers P. Quantification of obstructive and nonobstructive coronary lesions by 64-slice computed tomography: a comparative study with quantitative coronary angiography and intravascular ultrasound. *J Am Coll Cardiol* 2005; 46: 147–54.

37. Raff GL, Gallagher MJ, O'Neill WW, Goldstein JA. Diagnostic accuracy of non-invasive coronary angiography using 64-slice spiral computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 2005; 46: 552–7.

38. Schuijff JD, Pundziute G, Wouter Jukema J, Lamb HJ, van der Hoeven BL, de Roos A, van der Wall EE, Bax JJ. Diagnostic accuracy of 64-slice MSCT in the noninvasive evaluation of significant coronary artery disease. *Am J Cardiol* 2006; 98: 145–8.

39. Kuettner A, Trabold T, Schroeder S, Feyer A, Beck T, Brueckner A, Heuschmid M, Burgstahler C, Kopp AF, Claussen CD. Noninvasive detection of coronary lesions using 16-detector MSCT technology. *J Am Coll Cardiol* 2004; 44: 1230–7.

40. Mollet NR, Cademartiri F, Krestin GP, McFadden EP, Arampatzis CA, Serruys PW, de Feyter PJ. Improved diagnostic accuracy with 16-row MSCT coronary angiography. *J Am Coll Cardiol* 2005; 45: 128–32.

41. Mollet NR, Cademartiri F, Nieman K, Saia F, Lemos PA, McFadden EP, Pattynama PM, Serruys PW, Krestin GP, de Feyter PJ. Multislice spiral computed tomography in patients with stable angina pectoris. *J Am Coll Cardiol* 2004; 43: 2265–70.

42. Ropers D, Baum U, Pohle K, Anders K, Ulzheimer S, Ohnesorge B, Schlundt C, Bautz W, Daniel WG, Achenbach S. Detection of coronary artery stenoses with thin-slice multi-detector row spiral computed tomography and multiplanar reconstruction. *Circulation* 2003; 107: 664–6.

43. Gerber TC, Kuzo RS, Lane GE, O'Brien PC, Karstaedt N, Morin RL, Safford RE, Blackshear JL, Pietan JH. Image quality in a standardized algorithm for minimally invasive coronary angiography with MSCT. *J Comput Assist Tomogr* 2003; 27: 62–9.

44. Kopp AF, Schroeder S, Kuettner A, Baumbach A, Georg C, Kuzo R, Heuschmid M, Ohnesorge B, Karsch KR, Claussen CD. Non-invasive coronary angiography with high resolution multidetector-row CT. Results in 102 patients. *Eur Heart J* 2002; 23: 1714–25.

45. Nieman K, Cademartiri F, Lemos PA, Raaijmakers R, Pattynama PM, de Feyter PJ. Reliable noninvasive coronary angiography with fast submillimeter MSCT. *Circulation* 2002; 106: 2051–4.

46. Kim SY, Seo JB, Do KH, Heo JN, Lee JS, Song JW, Choe YH, Kim TH, Yong HS, Choi SI, Song KS, Lim TH. Coronary artery anomalies: classification and ECG-gated multidetector row CT findings with angiographic correlation. *Radiographics* 2006; 26: 317–34.

47. White CS, Kuo D, Kelemen M, Jain V, Musk A, Zaidi E, Read K, Sliker C, Prasad R. Chest pain evaluation in the emergency department: can MDCT provide a comprehensive evaluation? *AJR* 2005; 185: 533–40.

48. Hoffmann U, Pena AJ, Cury RC, Abbara S, Ferencik M, Moselewski F, Siebert U, Brady TJ, Nagurny JT. Cardiac CT in emergency department patients with acute chest pain. *Radiographics* 2006; 26: 963–80.

49. Pugliese F, Cademartiri F, van Mieghem C, Meijboom WB, Malagutti P, Mollet NR, Martinoli C, de Feyter PJ, Krestin GP. Multi-

detector CT for visualization of coronary stents. *Radiographics* 2006; 26: 887–904.

50. Hausleiter J, Meyer T, Hadamitzky M, Huber E, Zankl M, Martinoff S, Kastrati A, Schomig A. Radiation dose estimates from cardiac multislice computed tomography in daily practice. *Circulation* 2006; 113: 1305–10.

■ Anhang

Mitglieder der interdisziplinären Arbeitsgruppe für kardiale MRT/CT der Österreichischen Gesellschaft für Kardiologie und der Österreichischen Gesellschaft für Radiologie, in alphabetischer Reihenfolge (ohne Titel):

Kardiologie

H. Baumgartner (Med. Univ. Wien-AKH)
H. Frank (LKH Tulln)
G. Friedrich (Med. Univ. Innsbruck)
G. Gaul (Hanusch KH Wien)
M. Gessner (Hanusch KH Wien)
S. Globits (LKH St. Pölten)
D. Glogar (Med. Univ. Wien-AKH)
M. Mori (KH Barmherzige Schwestern Linz)
H. Sochor (Med. Univ. Wien-AKH)
N. Watzinger (Med. Univ. Graz)
M. Zehetgruber (Med. Univ. Wien-AKH)

Radiologie

T. Bader (Med. Univ. Wien-AKH)
H. Czembirek (SMZ Hietzing)
F. Frühwald (St. Pölten)
K. Hergan (Universität Salzburg)
Ch. Herold (Med. Univ. Wien-AKH)
H. Imhof (Med. Univ. Wien-AKH)
W. Kopsa (KH Rudolfstiftung Wien)
Ch. Loewe (Med. Univ. Wien-AKH)
G. Mostbeck (Baumgartner Höhe Wien)
E. Salomonowitz (LKH St. Pölten)
O. Sommer (SMZ Hietzing Wien)
E. Sorantin (Med. Univ. Graz)
D. Tscholakoff (KH Rudolfstiftung Wien)
W. Judmaier (Med. Univ. Innsbruck).

Der vorliegende Leitfaden wurde durch die aktuellen Vorstände der beteiligten Fachgesellschaften behandelt und genehmigt:

Vorstandsmitglieder der ÖKG

H. Baumgartner (Präsident)
D. Glogar (Vizepräsident)
K. Huber (Präsident-elect)
F. Weidinger (Sekretär)
I. Lang (AG Koordinator)
R. Gasser (Schatzmeister)
A. Podczek-Schweighofer (Schriftführerin)
H. Brussee (ex officio)
G. Maurer (ex officio)
O. Pachinger (ex officio)

Vorstandsmitglieder der ÖRG

G. Mostbeck (Präsident)
H. Imhof (Past-Präsident)
W. Hruby (Präsident-elect)
Ch. Loewe (Sekretär)
P. Reittner (Schriftführerin)
J. Trenkler (Kassier)
D. Tscholakoff (Ausbildung)
W. Jaschke (int. Angelegenheiten)

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere Rubrik

☒ Medizintechnik-Produkte



Neues CRT-D Implantat
Intica 7 HF-T QP von Biotronik



Artis pheno
Siemens Healthcare Diagnostics GmbH



Philips Azurion:
Innovative Bildgebungslösung

Aspirator 3
Labotect GmbH



InControl 1050
Labotect GmbH

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

☒ Bestellung e-Journal-Abo

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

Impressum

Disclaimers & Copyright

Datenschutzerklärung