

Journal für Kardiologie

Austrian Journal of Cardiology

Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislauserkrankungen

KHK-Diagnostik mit CT

Friedrich G

Journal für Kardiologie - Austrian

Journal of Cardiology 2003; 10

(1-2), 56-59

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,-

Veranstungskalender

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

KHK-Diagnostik mit CT

G. Friedrich

Kurzfassung: Die Verwendung der Computertomographie in der Diagnostik der koronaren Herzkrankheit hat in den letzten Jahren nicht nur zugenommen, sondern hat sich vor allem in der Vielschichtigkeit der Anwendungsmöglichkeiten einen Namen gemacht. Einerseits durch technische Neuerungen, vor allem aber wegen der großen Menge an Fragestellungen ist die Computertomographie gerade dabei, sich einen festen Platz in der nichtinvasiven Diagnostik der KHK zu erobern. Von der konventionellen CT-Technik über die Elektronen-

strahl- und Mehrzeilenschicht-Applikation sind die bildgebenden Möglichkeiten immer mehr gewachsen und erlauben nunmehr kaum für möglich gehaltene Einblicke in das menschliche Koronarsystem.

Abstract: Diagnosis of Coronary Artery Disease Using CT Techniques. The use of CT techniques in coronary artery disease patients not only has increased during the last decade, but has turned to a wide range of possible clinical problem resolving. Due

to major technical improvements and the ability of broad application CT techniques have become an important tool in the non-invasive diagnostic process of CAD patients. From conventional CT to electron beam CT and multi slice CT there was a constant and rapid increase in image quality and processing allowing us a spectacular new insight into the human coronary artery system. **J Kardiologie 2003; 10: 56–9.**

■ Einleitung

Nach wie vor stellen die kardiovaskulären Erkrankungen die weltweit häufigste Todesursache dar [1]. Basierend auf den etablierten koronaren Risikofaktoren (arterielle Hypertonie, Nikotinabusus, hohes Cholesterin, Diabetes mellitus) wird versucht, in prospektiven Studien das Risiko für das Auftreten von koronar-kardialen Ereignissen abzuschätzen [2–4]. Meistens jedoch muß leider nach wie vor der Weg über die Sekundärprophylaxe nach ersten Koronareignissen eingeschlagen werden. Sowohl in der Risikostratifizierung des einzelnen Patienten als auch in der Erkennung einer bereits vorliegenden signifikanten koronaren Erkrankung kann uns heutzutage die Computertomographie klare Hinweise geben.

■ CT-Methoden

Konventionelle CT-Technik

Auffallend an der konventionellen CT-Technik ist vor allem die gute Darstellbarkeit von Koronarverkalkungen im Vergleich zu Durchleuchtung und Koronarangiographie [5]. Aufgrund der sehr langen Aufnahmezeiten sind jedoch Bewegungsartefakte und lange Strahlenexpositionszeiten unvermeidlich und machen die konventionelle CT trotz EKG-Triggerung als KHK-Diagnostikmethode untragbar. Erst die Entwicklung der Mehrschicht (Multislice)-Technik mit sehr hohen Rotationszeiten (500 msec) führte zu besseren Ergebnissen in der Kalkdarstellung der Koronarien [6].

Nach Einführung der 16-Zeilen-CT-Technik stößt man inzwischen in eine neue Welt der Darstellungsmöglichkeiten des Koronarbaums vor. Diesbezüglich wird im letzten Kapitel noch ausführlich Stellung genommen.

Elektronenstrahl-CT (Electron Beam CT)

Die Elektronenstrahl-CT-Technik wird vorwiegend zur Darstellung von Koronarverkalkungen verwendet. Hierzu werden ca. 30 Schichten mit 3 mm Schichtdicke und einer zeitlichen

Auflösung von 100 ms produziert. Die EKG-Triggerung erfolgt in Abständen von 80 % des RR-Intervalls. Somit können die Koronargefäße jeweils in der Diastole des Herzzyklus dargestellt werden. Die Untersuchung hat vor allem die Vorteile einer guten Bildauflösung, einer niedrigen Strahlenbelastung [7] sowie einer kontrastmittelfreien Durchführung. Im Zusammenhang mit der EBCT-Untersuchung ergeben sich nunmehr mehrere Fragestellungen:

1. Bei welchen Patienten soll oder kann diese Methode angewandt werden (z. B. asymptomatisch oder symptomatisch)?
2. Wie kann diese Technik mit anderen invasiven oder nicht-invasiven Methoden konkurrieren?
3. Kann das Ausmaß der Atheroskleroseentwicklung (Pro-/Regression) mittels EBCT verfolgt werden?

Im Vergleich mit anderen nichtinvasiven Methoden zur KHK-Erkennung liegen bereits einige gute Erkenntnisse vor: Das Ausmaß an Koronarkalk (mittels EBCT-Messungen) korreliert sehr gut mit dem Schweregrad und, laut einzelnen Studien, auch mit der Gesamtmenge an „Plaqueload“ im Koronarbaum beim symptomatischen Patienten [8–11]. *In vitro* und mittels intravaskulärem Ultraschallvergleich konnten wir jedoch zeigen, daß die allgemeine Plaquemenge bei Kalzifizierung zwar höher ist, jedoch im einzelnen Gefäßsegment das Kalzifizierungsausmaß nicht unbedingt dem Plaquevolumen entspricht [12]. Der EBCT-Vergleich zu Ergometrie und Thalliumszintigraphie ergab gute Sensitivitäts- und Spezifitätswerte und wurde mittels Koronarangiographie abgesichert [13, 14]. Problematisch bleibt aber das „Umsetzen“ des schwer kalzifizierten Koronargefäßes auf die hämodynamisch wirksame Stenose. Hier kann jedoch die folgende Aussage durchaus Bestand haben: Je höher die kalzifizierte Plaque-masse, desto wahrscheinlicher ist die Präsenz von signifikanten Stenosen anzunehmen. In jedem Fall zu berücksichtigen ist der geschlechtsgebundene zunehmende Kalzifizierungsprozeß mit steigendem Alter. Dies hat dazu geführt, daß sogenannte „Perzentilen“ eingeführt wurden, welche, je nach Alter und Geschlecht des Patienten, den EBCT-Kalkscore in die richtige Beziehung setzen. Es ist somit eine wesentlich objektivere Einstufung eines Kalziumscores im Einzelfall möglich [15].

Bei Betrachtung der kalzifizierenden Koronarsklerose wäre der nächste Schritt also vorgegeben: die Detektion von signifikanten Koronarstenosen per EBCT statt per Koronarangiographie (Abb. 1–3). Auch in diesem Bereich gibt es be-

Aus der Klinischen Abteilung für Kardiologie, Universitätsklinik für Innere Medizin, Innsbruck

Korrespondenzadresse: Univ.-Doz. Dr. med. Guy Friedrich, Universitätsklinik für Innere Medizin, Klinische Abteilung für Kardiologie, A-6020 Innsbruck, Anichstraße 35; E-Mail: guy.friedrich@uklinb.ac.at

reits erste Erfahrungen [16]; neben der oben erwähnten fehlenden Information über funktionelle Ischämie ist jedoch vor allem zu bedenken, daß ca. ¼ aller EBCT-Untersuchungen bei dieser Fragestellung eine nur begrenzt verwertbare Bildqualität abliefern. Zusätzlich ist zu beachten, daß dichte Kalkplaques oder Stenteinlagen die Beurteilung von stenosierte Gefäßabschnitten nahezu unmöglich machen. Dazu kommt der nicht zu verleugnende Vorteil der Koronarangiographie, bei vorliegender signifikanter Stenose eine unmittelbar an die Diagnostik anschließende Therapie mittels Angioplastie durchzuführen.

Die Anwendung der EBCT-Untersuchungen hat sich daher in den letzten Jahren immer mehr der Primär- und Sekundärprophylaxe zugewandt. Insbesondere der asymptomatische Patient, der sein „Koronarrisiko“ kennen möchte, ist ein hochinteressanter Kandidat für die EBCT-Untersuchung. Nachdem bekannt ist, daß viele, vor allem jüngere Patienten ohne jegliche Angina pectoris-Symptomatik am plötzlichen Herztod versterben [17], brauchen wir Erkenntnisse bezüglich der Risikostratifizierung über die etablierten Risikofaktoren hinaus. Mehrere Studien haben das größere Risiko für koronare Ereignisse bei hohem EBCT-Kalkscore gezeigt [18–20].

Schließlich kommt die vielleicht spannendste Anwendung der EBCT-Technik zur Diskussion, nämlich die Möglichkeit des Monitorings der Pro- und/oder Regression der Koronarsklerose. *In vivo* und nichtinvasiv kann man die Entwicklung der koronarsklerotischen Erkrankung derzeit bildgebend nicht besser verfolgen als mittels EBCT. Der Ansatz von vielen derzeit laufenden großen Multicenter-Studien (z. B. BELLES, EBEAT) ist daher, unter verschiedenen Bedingungen, insbesondere im Lipidstoffwechselbereich, medikamentöse Einflüsse auf die Entwicklung der Koronarsklerose zu prüfen. Hier gilt das Interesse vorwiegend Dosisfindungsfragen von Statinen sowie der Identifikation von Substanzen zur optimalen Skleroseeindämmung. Als Basisuntersuchung in diesem Bereich gilt die Studie von Callister aus dem Jahre 1998 [21]. Auch an unserer Abteilung konnten wir diesbezüglich, vor allem im Zusammenhang mit gemessenen Entzündungsmarkern, als Hinweis für einen aktiven atherosklerotisch-inflammatorischen Prozeß, erste Erfahrungen sammeln [22, 23].

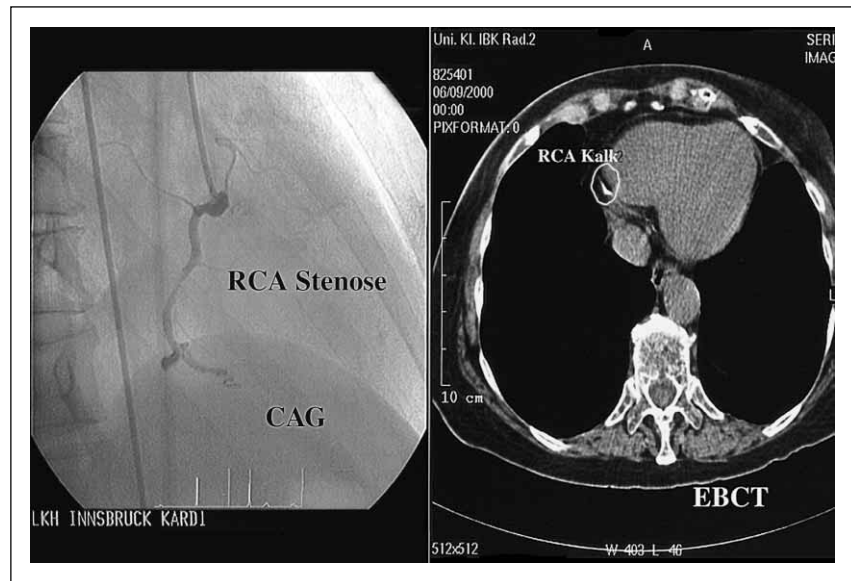


Abbildung 1: Vergleich zwischen Koronarangiographie und EBCT: stenosierte und kalzifizierte RCA-Stenose

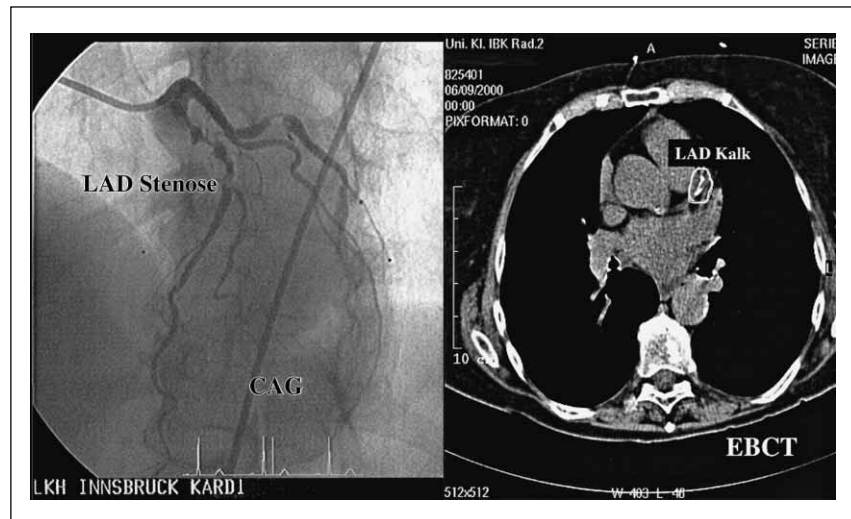


Abbildung 2: Vergleich zwischen Koronarangiographie und EBCT: stenosierte und kalzifizierte LAD-Stenose

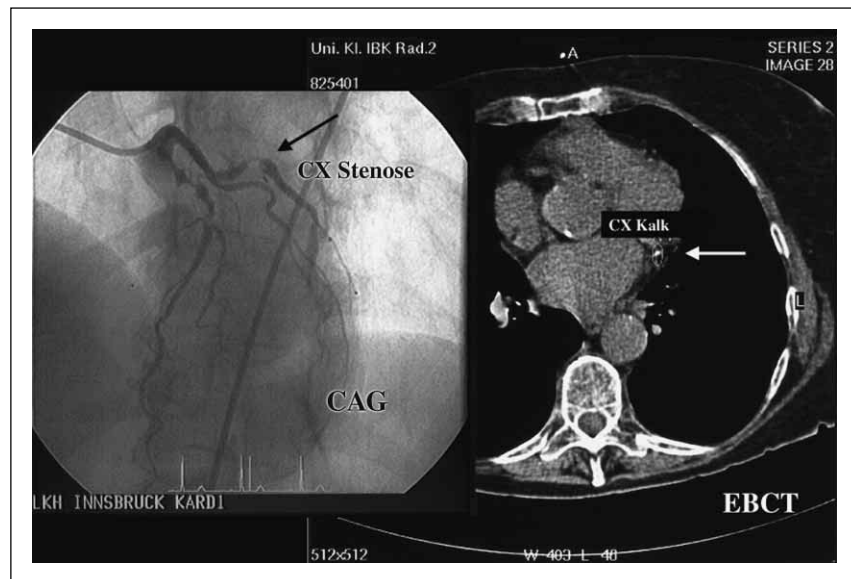


Abbildung 3: Vergleich zwischen Koronarangiographie und EBCT: stenosierte und kalzifizierte CX-Stenose

Mehrschicht-CT (Multi-Slice-CT) mit Mehrzeilen-technik

Die rezenteste und auf den ersten Blick vielleicht spektakulärste Entwicklung der CT-Technik auf dem Gebiet der KHK liefert die Multislice-Technik. Lagen bereits sehr beeindruckende Bilder über CT-Angiographien (CTA) an den Koronarien vor [24, 25], so können in absehbarer Zeit mittels der 16-Zeilen-Technik gestochen scharfe Bilder im 3-D-Format von nativen Koronargefäßen und Bypässen erwartet werden (Abb. 4–6). Mit großer Sensitivität wird es möglich sein, stenosierte Gefäße zu erkennen. Derzeitige Limitationen der Methodik, wie mangelnde Bildauflösung, Strahlenbelastung (ähnlich wie Koronarangiographie) oder Kontrastmittelgabe, könnten alsbald den Vorteilen, wie ambulanter Untersuchungscharakter,

weniger Invasivität und kurze Untersuchungsdauer, weichen. Es gilt derzeit, vor allem die Rahmenbedingungen für optimale koronare MSCT-Durchführungen zu schaffen: perfekte Vorbereitung des Patienten (Pulsfrequenz, Prämedikation, ausgewählte Indikation ...), engste Zusammenarbeit zwischen Kardiologen und Radiologen in der Interpretation der CT-Bilder sowie unausweichliches Aussortieren unklarer Befunde aufgrund noch vorhandener Bildverarbeitungsprobleme. Das Bildauflösungsvermögen der MSCT-Geräte beträgt nach entsprechendem EKG-Gating immer noch ca. 200 msec. Dies impliziert vor allem in den basalen Herzabschnitten nach wie vor Einbußen in der Bildherstellung. Erste interdisziplinäre Konferenzen an unserer Abteilung haben deutlich gezeigt, wie schwierig, aber auch wie faszinierend die Interpretation der neuen CT-Bilder sein kann. Eine intensive Einschulung des Kardiologen in die CT-Darstellung der Koronarien sowie umgekehrt des Radiologen in die „angiographische Welt“ des interventionellen Kardiologen erscheint unerlässlich. MSCT-Bilder sollten, vor allem im Laufe der Lernphase, nur gemeinsam erhoben, befundet und interpretiert werden; dies umso mehr, als bereits über erste Erfahrungen der differenzierten Darstellung der koronaren Plaquebeschaffenheit berichtet wird [26]. Es könnten sich also erste Ansätze zeigen, daß eine Darstellung weicher, intermediärer, harter und damit sogar stabiler und instabiler Koronarläsionen möglich ist. Das Imaging der instabilen Plaques, eines der dringlichsten Anliegen der modernen Kardiologie, scheint somit vielleicht einen Schritt realisierbarer zu werden.

■ Zusammenfassung

Mit den verschiedenen CT-Techniken stehen dem Kardiologen und Radiologen mehrere (derzeit sicher noch nicht flächendeckende) Untersuchungsmethoden zur Verfügung, welche in der Diagnostik der KHK neue Möglichkeiten eröffnen. Die Zahl der Fragestellungen und Erkenntnisse bezüglich des Verlaufs der koronaren Atherosklerose dürfte nicht einmal

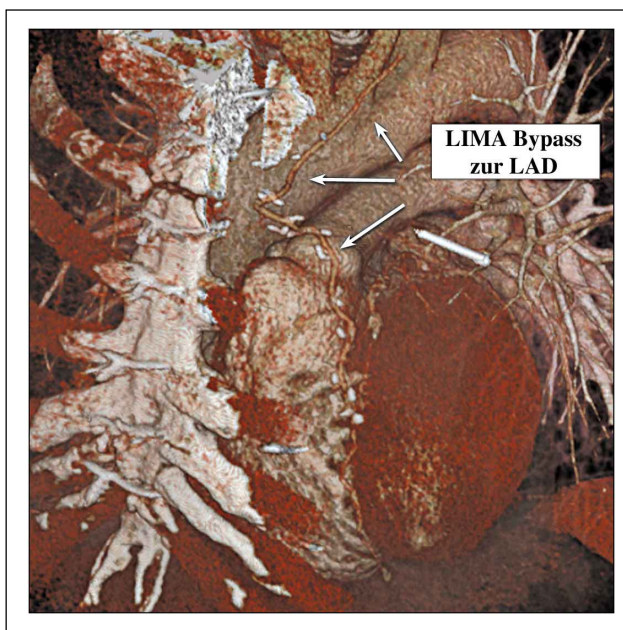


Abbildung 4: MSCT-Darstellung eines LIMA-Bypasses zur LAD

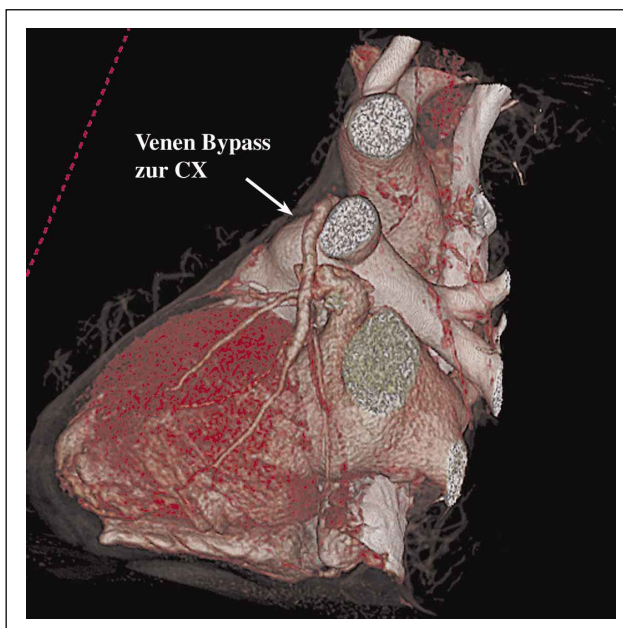


Abbildung 5: MSCT-Darstellung eines Venen-Bypasses zur CX

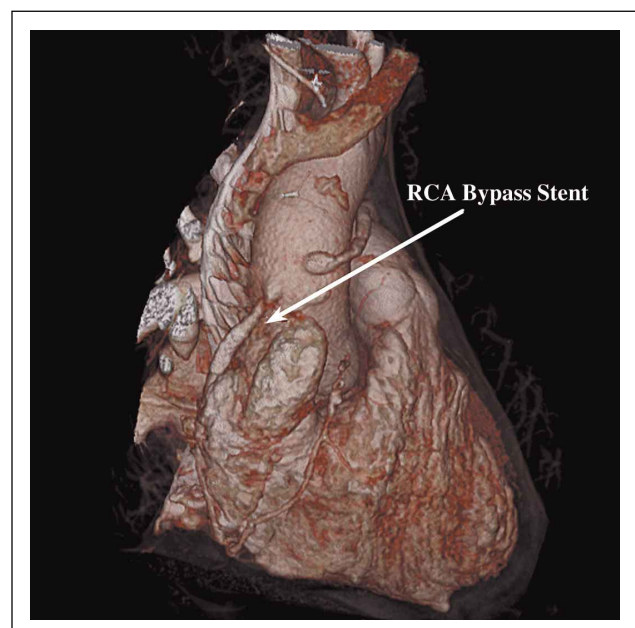


Abbildung 6: MSCT-Darstellung eines Bypass-Stents zur RCA

annähernd ausgeschöpft sein. Es liegt nunmehr an den Betreibern der CT-Geräte in interdisziplinären Zentren, die großen technischen Fortschritte im Sinne des Patienten auszunützen und objektivierbare Befunde zu gestalten. Diese erlauben mit Sicherheit einen großen Einfluß auf das weitere diagnostische und therapeutische Procedere. Die CT-Technik kann somit erfolgreich dazu beitragen, Koronarpatienten im Follow-up besser zu betreuen, vor allem aber auch Primärprophylaxe über Laborwerte hinaus wesentlich erfolgreicher zu gestalten.

Bezüglich des akut gefährdeten Patienten kann zudem gehofft werden, daß die verblüffenden Möglichkeiten der Bildgebung, in Zusammenschau mit einer Fülle von erheblichen Laborparametern, helfen, den Mythos der instabilen koronaren Plaque ein wenig mehr zu entschlüsseln.

Literatur

1. The World Health Report 1997. Conquering suffering, enriching humanity. World Health Organisation, Geneva, 1997.
2. Cullen P, von Eckardstein A, Assmann G. Diagnosis and management of new cardiovascular risk factors. *Eur Heart J* 1998; 19 (Suppl): O13–O19.
3. Anderson K, Wilson P, Odell P, Kannel W. An updated coronary risk profile – a statement for health professionals. *Circulation* 1991; 83: 356–62.
4. Assmann G, Cullen P, Schulte M. The Münster Heart Study (PROCAM). Results of follow-up at 8 years. *Eur Heart J* 1998; 19 (Suppl): A2–A11.
5. Masuda Y, Naito S, Aoyagi Y, Yamada Z, Uda T, Morooka N, Watanabe S, Inagaki Y. Coronary artery calcification detected by CT: clinical significance and angiographic correlates. *Angiology* 1990; 41: 1037–47.
6. Becker CR, Knez A, Jakobs TF, Aydemir S, Becker A, Schoepf UJ, Brünig R, Haberl R, Reiser MF. Detection and quantification of coronary artery calcification with electron-beam and conventional CT. *Eur Radiol* 1999; 9: 620–4.
7. Becker C, Schätzl M, Feist H, Bäuml A, Schoepf UJ, Michalski G, Lechel U, Hengge M, Brünig R, Reiser M. Abschätzung der effektiven Dosis für Routineprotokolle beim konventionellen CT, Elektronen-CT und bei der Koronarangiographie. *Fortschr Röntgenstr* 1999; 170: 99–104.
8. Rumberger JA, Schwartz RS, Simons DB et al. Relation of coronary calcium determined by electron beam computed tomography and lumen narrowing determined by autopsy. *Am J Cardiol* 1994; 73: 1169–73.
9. Budoff MJ, Georgiou D, Brody A et al. Ultrafast computed tomography as a diagnostic modality in the detection of coronary artery disease: a multicenter study. *Circulation* 1996; 93: 898–904.
10. Sangiorgi G, Rumberger JA, Severson A et al. Arterial calcification and not lumen stenosis is highly correlated with atherosclerotic plaque burden in humans: a histologic study of 723 coronary artery segments using nondecalcifying methodology. *J Am Coll Cardiol* 1998; 31: 126–33.
11. Rumberger JA, Simons DB, Fitzpatrick LA et al. Coronary artery calcium area by electron beam computed tomography and coronary atherosclerotic plaque area. A histopathologic correlative study. *Circulation* 1995; 92: 2157–62.
12. Gschnitzer H, Stöger A, Friedrich G et al. Electron beam computed tomography detects calcifications but not plaque burden: an in vitro comparison with intravascular ultrasound. *Circulation* 1999; 100: I-230.
13. Rumberger JA, Behrenbeck T, Breen JF et al. 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.
14. Rumberger JA, Sheedy PF, Breen JF et al. Electron beam computed tomographic coronary calcium score cut-points and severity of associated angiographic lumen stenosis. *J Am Coll Cardiol* 1997; 29: 1542–8.
15. Haberl R, Becker A, Leber A et al. 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.
16. Achenbach S, Moshage W, Ropers D et al. Value of electron-beam computed tomography for the non-invasive detection of high-grade coronary artery stenoses and occlusions. *N Engl J Med* 1998; 339: 1964–71.
17. Dagenais GR, Robitaille NM, Lupien PJ et al. 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 et al. 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 et al. 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: 1461–69.
20. Raggi P, Callister TQ, Cooil B et al. Identification of patients at increased risk of first unheralded acute myocardial infarction by electron-beam computed tomography. *Circulation* 2000; 101: 850–5.
21. Callister TQ, Raggi P, Cooil B et al. Effect of HMG-CoA reductase inhibitors on coronary artery disease as assessed by electron-beam computed tomography. *N Engl J Med* 1998; 339: 1972–8.
22. Friedrich GJ, Dittlacher H, Stöger A, zur Nedden D, Neumayr G, Pachinger O. Atherosclerotic plaque volume in coronary arteries: an active inflammatory process? *Radiology* 2000; 217 (Suppl P): 234.
23. Marschang P, Friedrich GJ, Dittlacher H et al. HMG-CoA reductase inhibitor-induced reduction of soluble P-selectin levels correlates with the progression of coronary artery disease as measured by electron beam computed tomography. *Circulation* 2000; 102 (Suppl II): II-330.
24. Achenbach S, Moshage W, Ropers D et al. Noninvasive, three-dimensional visualization of coronary artery bypass grafts by electron beam tomography. *Am J Cardiol* 1997; 79: 856–61.
25. Schmermund A, Rensing BJ, Sheedy et al. Intravenous electron-beam computed tomographic coronary angiography for segmental analysis of coronary artery stenoses. *J Am Coll Cardiol* 1998; 31: 1547–54.
26. Kopp A, Schroeder S, Baumbach A et al. Non-invasive characterisation of coronary lesion morphology and composition by multislice CT: first results in comparison with intracoronary ultrasound. *Eur Radiol* 2001; 11: 1607–11.

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