

Journal für **Kardiologie**

Austrian Journal of Cardiology

Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislauserkrankungen

**Prädiktionen und Lokalisation von
obstruktiver Koronarsklerose
mittels**

Elektronenstrahl-Computertomographie

Dittlbacher H, Friedrich G

Pachinger O, Stöger A

zur Nedden D

Journal für Kardiologie - Austrian

Journal of Cardiology 2000; 7

(12), 511-515

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

Prädiktion und Lokalisation von obstruktiver Koronarsklerose mittels Elektronenstrahl-Computertomographie

H. Ditlbacher, A. Stöger¹, D. zur Nedden¹, O. Pachinger, G. Friedrich

Die nichtinvasive Abklärung von verkalkter Koronarsklerose wird in letzter Zeit als diagnostisches Verfahren in der kardiologischen Patientenbetreuung zunehmend diskutiert. Die Methode der Elektronenstrahl-Computertomographie (EBCT), welche das Ausmaß von Koronarkalk bestimmt, wurde in dieser Studie zur Erkennung signifikanter Koronarskerosen angewandt und mit dem „Goldstandard“ der Koronarangiographie verglichen. In dieser Studie wurden 50 konsekutiv ausgewählte, symptomatische Patienten (33 Männer und 17 Frauen, mittleres Alter bei 61 Jahren) mit geplanter Koronarangiographie untersucht. Bei 34 Patienten mit angiographisch nachgewiesenen Stenosen konnte die EBCT-Untersuchung Hinweise auf das Vorliegen signifikanter Stenosen geben. In 33 Fällen wurde durch EBCT auch das von der Stenose betroffene Gefäß korrekt identifiziert. Aufgrund dieser Resultate beträgt die Sensitivität für die Erkennung von signifikanter Koronarsklerose durch EBCT im Vergleich zur Koronarangiographie 89 %. Wir schließen aus diesen Resultaten, daß EBCT bei symptomatischen Patienten aufgrund der vorhandenen koronaren Kalzifizierung wirksame Gefäßstenosen mit akzeptabler Genauigkeit erkennen kann.

Non-invasive detection of calcified coronary sclerosis is one of the most discussed topics in the evaluation of cardiac patients. In our study we sought to analyze the possibility of EBCT to predict and localize significant obstructive sclerotic coronary disease in comparison to coronary angiography. 50 consecutive, symptomatic patients (33 male, 17 female, mean age 61 years) assigned to coronary angiography were included in the study. Electron beam computed tomography exhibits a high level of sensitivity (89 %) in detecting significant obstructive coronary sclerosis in comparison to angiography. Using EBCT investigations in symptomatic patients shows high accuracy detecting significant obstructive coronary sclerosis by evaluating the amount of coronary calcium. *J Kardiol* 2000; 7: 511–515.

Nach wie vor ist ein stetiges Ansteigen der koronaren Herzkrankheit in den USA und den westlich-industrialisierten Ländern zu verzeichnen. Zwar konnte die verbesserte präklinische und klinische Versorgung der Patienten nach akut-kardialen Ereignissen die Mortalität senken, eine positive Bilanz bezüglich der KHK-Morbiditätsstatistiken kann derzeit jedoch nicht gezogen werden [1, 2]. Die Ursachen sind aufgrund des multifaktoriellen Krankheitsgeschehens vielfältig und erfordern künftig neue Strategien hinsichtlich der Präventivmaßnahmen, der Diagnostik (einschließlich der präklinischen Screening-Verfahren) und des therapeutischen Vorgehens.

In der vorliegenden Arbeit haben wir uns mit den derzeitigen Möglichkeiten der KHK-Diagnostik im präklinischen Vorfeld bzw. im klinischen Bereich beschäftigt. Neben den etablierten Methoden der Ergometrie und Myokardszintigraphie steht mit der Elektronenstrahl-Computertomographie (EBCT) eine neue nichtinvasive Methode zur Verfügung [3–5], welche bereits im Frühstadium der KHK atherosklerotische Läsionen erkennen kann.

Während des klinischen Aufenthaltes zur invasiv-angiologischen Abklärung wurden die von uns untersuchten 50 Patienten einer Computertomographie-Untersuchung (EBCT) zugeführt, deren diagnostische Aussagekraft sich am Ausmaß der koronaren Kalzifizierung orientiert. Die Resultate aus oben angeführter Untersuchung wurden im Anschluß mit den Ergebnissen der Koronarangiographie verglichen. Besonderes Augenmerk wurde auf die Voraussage signifikanter Koronarstenosen (Reduktion des koronaren Gefäßlumens von über 70 %) durch EBCT gelegt.

Methode

50 Patienten (33 Männer und 17 Frauen) mit geplanter Koronarangiographie wurden in diese Studie inkludiert.

Das durchschnittliche Patientenalter lag bei 61 Jahren. Der jüngste Patient war zum Untersuchungszeitpunkt 29 Jahre, die älteste Patientin 83 Jahre alt.

Alle Patienten wurden primär aufgrund pathologischer Befunde aus Ergometrie und/oder Myokardszintigraphie sowie der subjektiv empfundenen kardialen Symptomatik zur Koronarangiographie zugewiesen.

Die Einteilung der *klinischen Symptomatik* der Patienten erfolgte in Anlehnung an die Canadian Cardiovascular Society Classification (CCSC): Das klinische Bild der Patienten wurde im persönlichen Gespräch ermittelt bzw. durch Daten aus den Krankenakten objektiviert. Nach der Einteilung der Angina pectoris nach der CCSC ergab sich folgendes Bild: Grad I: 11 Pat., Grad II: 11 Pat., Grad III: 11 Pat. und Grad IV: 17 Pat.

Ferner wurden auch *kardiale Vorerkrankungen* der Patienten dokumentiert. In diese Rubrik wurden Patienten mit positiver Herzinfarktanamnese, Patienten nach kardiologischen Interventionen (PTCA oder Stentimplantation) sowie Patienten nach koronarchirurgischen Eingriffen eingeschlossen.

Bei insgesamt 16 Patienten (12 Männer und 4 Frauen) konnte eine positive Herzinfarktanamnese erhoben werden. Eine PTCA (Perkutane Transluminale Coronar-Angioplastie) – in zwei Fällen mit anschließender Stentimplantation – wurde bei 3 Patienten durchgeführt. Eine Patientin wurde nach dreifachem Infarktereignis mit einem aortokoronaren Mehrfachbypass versorgt.

Im Rahmen des stationären Aufenthaltes wurden alle Patienten persönlich hinsichtlich ihres *Risikoprofils* befragt. Eine Dokumentation dieser erhobenen Daten erfolgte in einem eigenen Risikofaktorenblatt. Diese anamnesti-

Eingelangt am 22. 12. 1999; Revision erhalten am: 10. 03. 2000; angenommen am: 29. 09. 2000.

Von der Klinischen Abteilung für Kardiologie und der ¹Klinischen Abteilung für Radiodiagnostik II der Universitätsklinik Innsbruck
Korrespondenzadresse: Doz. Dr. med. Guy Friedrich, Klinische Abteilung für Kardiologie, Universitätsklinik Innsbruck, Anichstraße 35,
A-6020 Innsbruck, E-Mail: guy.friedrich@uklibk.ac.at

schen Informationen wurden durch objektive Daten aus den Krankenakten ergänzt (Tab. 1). Folgende Risikofaktoren wurden beachtet:

- **Fettstoffwechselstörungen**

Im Rahmen einer stationär durchgeführten Routineblutuntersuchung wurden bei allen Patienten Cholesterin, HDL-Cholesterin, LDL-Cholesterin und Triglyzeride im Blut bestimmt. Die Blutentnahme wurde nach entsprechender Fastenperiode mit 10 ml-EDTA-Röhrchen vorgenommen. Folgende Grenzwerte waren zum Untersuchungszeitpunkt als Normwerte definiert:

Cholesterin:	130–200 mg/dl Blut
Triglyzeride:	40–150 mg/dl Blut
LDL-Cholesterin:	80–150 mg/dl Blut
HDL-Cholesterin:	> 35 mg/dl Blut

- **Arterielle Hypertonie**

wurde bei Patienten definiert, wenn in Ruhe systolische Blutdruckwerte > 160 mmHg und diastolische Blutdruckwerte > 95 mmHg gemessen wurden. Bei zirka zwei Drittel der untersuchten Patienten war eine arterielle Hypertonie bekannt und vom auswärtigen Facharzt anbehandelt. Andere Patienten wurden während ihres mehrtägigen klinischen Aufenthaltes durch regelmäßig durchgeführte Blutdruckmessungen nach Riva-Rocci als Hypertoniker identifiziert.

- **Nikotinabusus**

Das Ausmaß der Rauchgewohnheiten wurde im Rahmen eines persönlichen Gespräches ermittelt und in den Krankenakten dokumentiert. Aufgrund dieser Angaben wurden die Patienten als Raucher, Nichtraucher und Exraucher klassifiziert.

- **Diabetes mellitus**

Im Rahmen des stationären Aufenthaltes wurden alle Patienten durch Routineblutabnahmen bei Aufnahme und/oder durch Blutzuckertagesprofile hinsichtlich des Verhal-

Tabelle 1: Übersicht über das Risikoprofil der untersuchten Patienten

Fettstoffwechselstörungen

Kombinierte Hyperlipidämie	Hypertriglyzeridämie	Hypercholesterinämie
(Erhöhte Werte an Cholesterin, LDL-Cholesterin und Triglyzeride)	(isolierte Triglyzerid-erhöhung)	(erhöhtes Gesamtchol.)
32 Pat.	2 Pat.	16 Pat.

Arterielle Hypertonie

In der von uns untersuchten Patientenpopulation konnten 26 Patienten nach allgemein gültigen Richtlinien als Hypertoniker erfaßt werden.

Nikotinabusus

Raucher	Nichtraucher	Ex-Raucher
18 Pat.	32 Pat.	keine

Diabetes mellitus

DM Typ II (insulinpflichtig)	DM Typ II (orale Antidiabetika)
1 Pat.	1 Pat.

Adipositas

BMI < 25 kg/m ²	BMI > 25–30 kg/m ²	BMI > 30–40 kg/m ²
6 Pat.	15 Pat.	2 Pat.

tens der Blutglukose überprüft. Als Normwert wurde die Grenze für Nüchternblutzucker bei 100 mg% festgesetzt.

- **Adipositas**

Bei allen Patienten erfolgte bei stationärer Aufnahme eine Gewichtsbestimmung mittels geeichter Waagen. Für diese Patientengruppe wurde nach folgender Formel der Körpermasseindex (Body Mass Index = BMI) berechnet.

$$\text{BMI} = \frac{\text{KG (kg)}}{\text{Körpergröße (m}^2\text{)}}$$

- **Erbliche Belastung**

Alle Patienten wurden während des stationären Aufenthaltes hinsichtlich einer familiären Belastung für Koronare Herzkrankheit befragt.

Bewertet wurden das Vorkommen von Angina pectoris und Myokardinfarkt bzw. alle durch kardiale Ereignisse verursachten Todesfälle bei blutsverwandten Familienmitgliedern, wobei wir Richtlinien bezüglich der Altersgrenze (Männer < 60 Jahre, Frauen < 70 Jahre) berücksichtigt haben.

Elektronenstrahl-Computertomographie (EBCT)

Vor geplanter Koronarangiographie wurden alle Patienten einer Elektronenstrahl-Computertomographie (EBCT, Abb. 1) mit dem Siemens Evolution XP zugeführt. Die Identifikation der Koronaren Herzkrankheit mittels EBCT erfolgt durch die Bestimmung des koronaren Kalzifizierungsausmaßes.

Die Beurteilung der koronaren Verkalkungen erfolgt mit dem von A. Agatston entwickelten Koronaren Kalzium-Score [6]. Dabei wird ein HE-Wert (Hounsfield-Einheit) von +130 als Schwellenwert für Koronarverkalkung angenommen. Eine Region mit einer Größe von 2 mm² oder größer und einer Dichte von +130 HE wird als kalzifizierte Läsion betrachtet.

Die Bestimmung des koronaren Kalzifizierungsausmaßes erfolgt im Einzelschicht-Modus (Single Slice Mode). Dabei werden von der Carina bis zur Herzspitze 40–50 Schichten à 3 mm gefertigt. Die Scanzeit beträgt 100 ms bei einer EKG-Triggerung von 80 %. Die Patienten wurden aus unserer Erfahrung während der Untersuchung einer Flachatemtechnik unterzogen, da aufgrund dieses Manövers am wenigsten Bildartefakte auftraten.

In allen Fällen wurde hierbei eine exzellente Kooperation des Patienten beobachtet. Die Gesichtsfeldgröße wurde auf 35 cm festgelegt.

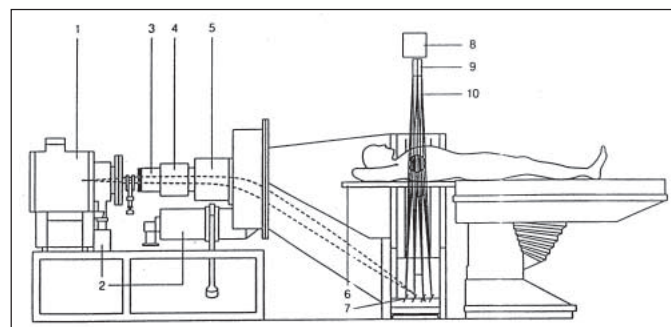


Abbildung 1: Prinzip des Elektronenstrahl-CT (Gerätebeschreibung Siemens Evolution XP): 1. Elektronenkanone, 2. Vakuumpumpen, 3. Elektronenstrahl, 4. Fokussierungsspulen, 5. Ablenkspulen, 6. Patiententisch, 7. Targetringe, 8. Datenspeicherungssystem, 9. Detektorringe, 10. Röntgenstrahlung

Für den Patienten ist die Untersuchung nicht belastend (keine Kontrastmittelgabe erforderlich) und dauert inklusive radiologischer Auswertung 20 Minuten. Die Strahlenbelastung beträgt 0,8 mSv [7].

Koronarangiographie

Die Patienten dieser Studie wurden nach standardisierten Bedingungen einer Koronarangiographie unterzogen. In allen Fällen wurde die arterielle Gefäßpunktion in der Technik nach Judkins ausgeführt. Das Ausmaß der Koronarerkrankung wurde durch visuelle Interpretation der koronaren Filme durch zwei erfahrene Untersucher beurteilt. Im koronarangiographischen Befund wurde jede Reduktion des koronaren Gefäßlumens um 70 % als signifikante Stenose bezeichnet.

Ergebnisse

Koronarangiographie

In der von uns untersuchten Patientengruppe konnten bei 38 Patienten signifikante Stenosen nachgewiesen werden. Diffuse Veränderungen der koronaren Gefäßwand wurden bei 8 Patienten gefunden. Für 4 Patienten konnte die Koronarangiographie einen unauffälligen Befund erstellen.

Aufgrund dieser pathomorphologischen Erkenntnisse wurde das Ausmaß der koronaren Herzerkrankung als Ein-, Zwei- oder Dreifäßerkrankung klassifiziert: koronare Eingefäßerkrankung: 19 Patienten, koronare Zweifäßerkrankung: 8 Patienten, koronare Dreifäßerkrankung: 11 Patienten.

In einem weiteren Schritt wurde die Verteilung der signifikanten Stenosen auf die einzelnen Koronararterien betrachtet. Als die dominierenden Herzkranzgefäße wurden die rechte Koronararterie (RCA – Right Coronary Artery) sowie die beiden Hauptäste der linken Koronararterie – der Ramus interventricularis anterior (LAD – Left Anterior Descending) und der Ramus circumflexus (CX) bezeichnet. Es ergaben sich für RCA 26 signifikante Stenosen, für LAD 22 signifikante Stenosen und für CX 18 signifikante Stenosen.

Elektronenstrahl-Computertomographie im Vergleich zur Koronarangiographie

Der Vergleich der koronarangiographischen Befunde mit den Ergebnissen der Elektronenstrahl-Computertomographie wird in den Abbildungen 2 und 3 dargestellt.

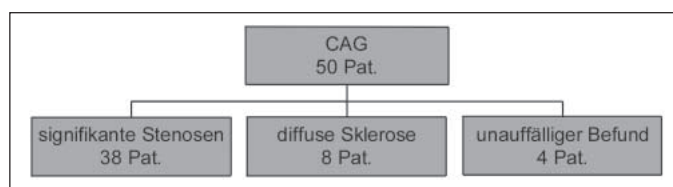


Abbildung 2: Ergebnisse der Koronarangiographie

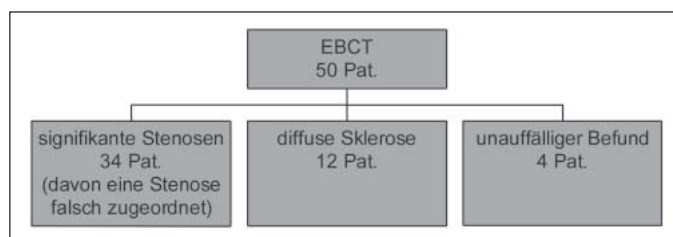


Abbildung 3: Ergebnisse der EBCT-Untersuchung

Insgesamt wurden somit von 38 Patienten mit angiographisch nachgewiesener Stenose 34 durch EBCT erkannt. Für einen Patienten wurde durch EBCT ein dichter Kalkplaque in einer Koronararterie (LAD) beschrieben. Die Koronarangiographie jedoch wies die signifikante Stenose in einem anderen Gefäß (RCA) nach.

Die Gesamtsensitivität für EBCT zur Erkennung von signifikanten Koronarstenosen beträgt somit 89 %. Die Spezifität wurde mit 100 % berechnet.

In Anbetracht des mittleren Alters der Patienten > 60 Jahre, wo eine gewisse kalzifizierte Koronarsklerose angenommen werden muß, hat die EBCT-Untersuchung sicherlich großflächige Läsionen mit viel Kalkvolumen am besten erfaßt. Die 70%ige angiographische Stenosierung wurden deswegen als „positive Erkrankung“ vorausgesetzt, da im invasiv-interventionellen Bereich diese Läsionen meist als interventionsbedürftig angesehen werden. Beispiele sind in den Abbildungen 4 und 5 dargestellt.

Diskussion

Aufgrund des stetigen Anstiegs der Patienten mit koronarer Herzkrankheit und der damit verbundenen Zunahme von Herzkatheteruntersuchungen kommt der präinvasiven KHK-Diagnostik künftig noch größere Bedeutung zu. Einerseits kann die Indikation zur invasiven Abklärung optimiert werden, andererseits können vor allem „falsch positive“ Befunde von Ergometrie oder nuklearmedizinischen Tests überprüft werden. Diese Tatsache gab Anlaß, uns in dieser Arbeit mit der Elektronenstrahl-Computertomographie (EBCT) als nichtinvasives

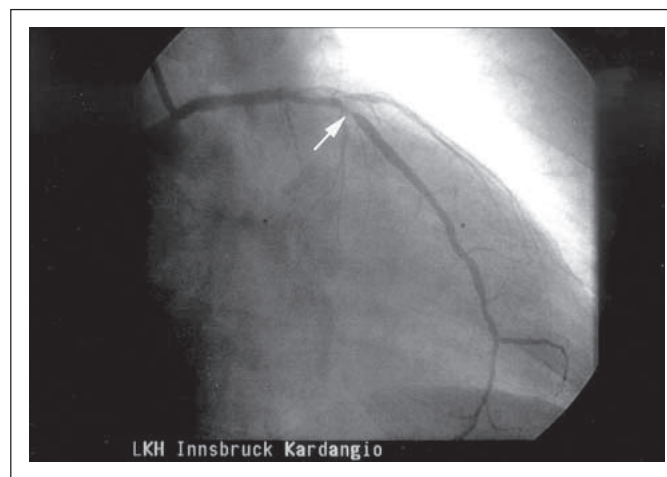


Abbildung 4: Signifikante LAD-Stenose: koronarangiographische Darstellung (LAD: Left Anterior Descending)

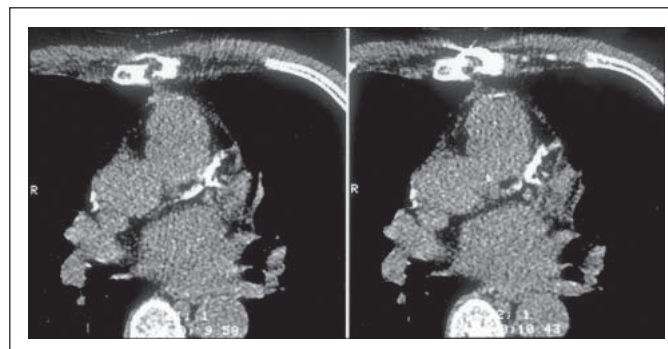


Abbildung 5: Nachweis des Kalzifizierungsausmaßes in der in Abb. 4 dargestellten signifikanten LAD-Stenose durch EBCT

Verfahren zur Erkennung von koronarer Herzkrankheit zu befassen. Wie schon erwähnt, orientiert sich dieses Verfahren am Ausmaß der koronaren Kalzifizierung. Wie in histopathologischen Studien [8] nachgewiesen wurde, korreliert das in der EBCT-Untersuchung lokalisierte Kalzifizierungsausmaß sehr gut mit den Ergebnissen aus *post mortem* durchgeführten histologischen Untersuchungen.

Betrachtet man die Atherosklerosegenese [9], so finden sich als erste nachweisbare Läsionen sog. „fatty streaks“, Fetteinlagerungen, die bereits im ersten Lebensjahrzehnt vorkommen und mit steigendem Lebensalter in zunehmenden Ausmaß vorzufinden sind.

Bereits in einer sehr frühen Phase des atherosklerotischen Prozesses findet eine Einlagerung von Kalzium in vorbestehende weiche Plaques statt. Mit steigendem Alter nimmt dieser koronare Kalzifizierungsprozeß stetig zu.

Mit der Elektronenstrahl-Computertomographie (EBCT) steht nun eine Methode zur Verfügung, welche bereits im Frühstadium der KHK atherosklerotische Läsionen erkennen kann [10]. Hingegen sind etablierte Methoden wie Ergometrie und Myokardszintigraphie erst bei höhergradigen Koronarstenosen positiv. Abbildung 6 zeigt invasive und nichtinvasive Diagnoseverfahren.

Beide Methoden haben eine gute Sensitivität, zeigen jedoch bei einer nicht unerheblichen Zahl von Patienten verminderte Aussagekraft [11]. Für Patienten, die den genannten konventionellen Verfahren der Ischämiediagnostik nicht zugeführt werden können (fehlende körperliche Belastbarkeit, orthopädische Erkrankungen, bestehende EKG-Veränderungen im Ruhe-EKG, wie Schenkelblockbilder oder Schrittmacher-EKG, sowie andere Kontraindikationen), könnte die EBCT als rasch durchführbare und für den Patienten wenig belastende Untersuchungsmethode eine gute Alternative darstellen. Aufgrund der Tatsache, daß viele klinisch-radiologische Einrichtungen nicht über eine EBCT-Anlage verfügen, steht EBCT als Screening-Methode derzeit nicht flächendeckend zur Verfügung. Allerdings scheint es möglich, mit Spiral-Computertomographen neuerer Generationen koronare Verkalkungen mit großer Präzision und exzellenter Korrelation zur EBCT zu erfassen [7].

Agatston et al. [6] publizierten 1990 die erste größere Untersuchungsserie mit 584 konsekutiv ausgewählten Patienten. Das Patientengut bestand aus Patienten mit angio-

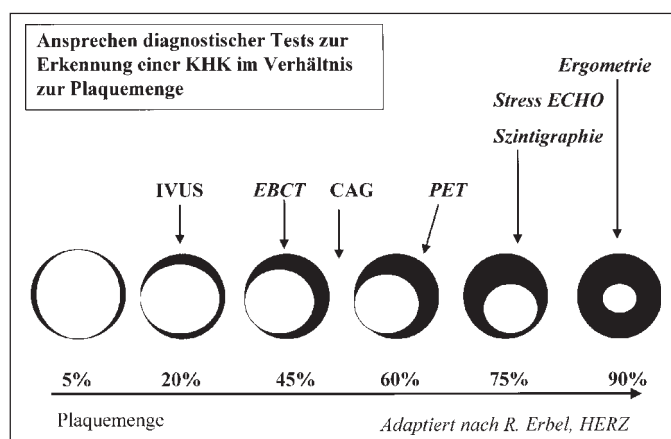


Abbildung 6: Nichtinvasive und invasive Diagnoseverfahren im Vergleich bei der Detektion von KHK im Verhältnis zur Plaquemenge (IVUS = Intravaskulärer Ultraschall, EBCT = Electron beam computer tomography, CAG = Koronarangiographie, PET = Positronenemissionstomographie)

graphisch bestätigten signifikanten Koronarstenosen oder positiver Herzinfarktanamnese und Patienten ohne klinisch manifeste oder durch Koronarangiographie bestätigte koronare Herzerkrankung. Die Sensitivität von EBCT für den Nachweis koronarer Verkalkungen lag bei 71–74 %. Die Spezifität der EBCT-Untersuchung als Methode zum Nachweis koronarer Kalkplaques lag bei 70–91 %.

In der im Text angeführten EBCT- und Angiographie-Vergleichsstudie wurden sowohl symptomatische als auch asymptomatische Patienten inkludiert.

In der vorliegenden Arbeit beschränken wir uns bewußt auf Patienten mit typischer Angina pectoris-Anamnese, da das primäre Ziel der Studie darauf ausgerichtet war, eine hämodynamisch wirksame Koronargefäßstenose mittels EBCT zu erkennen.

In der von uns untersuchten Patientengruppe konnten von insgesamt 38 Patienten mit angiographisch nachgewiesener signifikanter Koronarstenose 33 mittels EBCT erkannt werden. Die Sensitivität von EBCT zur Erkennung signifikanter Koronarstenosen beträgt somit 89 %. Dieses Ergebnis korreliert sehr gut mit den Aussagen anderer Autoren [12–14].

Das Vorhandensein koronarer Verkalkungen zeigt eine hohe Korrelation mit dem Vorhandensein signifikanter Stenosen [15]. Ein Fehlen koronarer Verkalkungen schließt jedoch mit hoher Wahrscheinlichkeit das Vorliegen signifikanter Stenosen aus, bedeutet aber nicht, daß keine Atherosklerose vorliegt. Somit stellen koronare Verkalkungen einen guten Atherosklerose-Marker dar. Häufig zeigen auch von Ruptur oder Thrombosierung gefährdete Plaques nur minimale oder mäßige Einengungen des koronaren Gefäßlumens. Diese Konstellation findet sich aber bei rund zwei Drittel aller Patienten mit akutem Infarktgeschehen oder instabiler Angina pectoris [16–18]. Auch hier könnte mittels EBCT ein positives Screening durchgeführt werden.

Mit der EBCT steht trotz gewisser Bildgebungseinschränkungen (z. B. Artefaktbildung bei Patienten nach Bypassoperation oder Stentimplantation) dennoch ein sehr sensitives und genaues Verfahren zur KHK-Diagnostik zur Verfügung.

In unserer Arbeit wurden die Patienten nach koronaren Interventionen (zwei Patienten nach Stentimplantation, ein Patient nach PTCA sowie ein Patient nach aortokoronarer Bypass-OP) nicht aus der Studie genommen, da die dargestellten Stenosen im EBCT den angiographischen Bildern entsprachen. Selbstverständlich sind Artefakte durch Bypassclips oder überlagernde Venen, Stents oder komprimierte Kalkplaques nach PTCA möglich und eine potentielle Limitierung der EBCT. Andererseits könnten solche Veränderungen vor allem im EBCT-Follow-up von Patienten als Orientierungsmarker definiert werden.

Die Elektronenstrahl-Computertomographie wird für symptomatische Patienten die Abklärung mittels Koronarangiographie nicht ersetzen, als nichtinvasive Methode jedoch bei diesen Patienten in Zukunft zur Überwachung der Atheroskleroseprogression oder -regression herangezogen werden können.

Für Patienten mit unklaren kardialen Beschwerden und schwer interpretierbaren konventionellen Screening-Methoden (Ergometrie und/oder Myokardszintigraphie) steht

die EBCT als neue nichtinvasive Methode mit guten Ergebnissen zur Verfügung.

Die Konsequenz sollte eine bessere Evaluierung des jeweiligen Patienten bezüglich erforderlicher invasiver Diagnostik und Therapie sein.

Literatur:

1. Marmot M. Coronary heart disease: Rise and fall of a modern epidemic. Coronary heart disease. Oxford University Press, New York, 1995.
2. Thom T, Kannel W. The downward trend in cardiovascular disease mortality. *Annu R Med* 1981; 32: 427–34.
3. Simons DB, Schwartz RS, Edwards WD, Sheedy PF, Breen JF, Rumberger JA. Noninvasive definition of anatomic coronary artery disease by ultrafast CT: a quantitative pathologic study. *J Am Coll Cardiol* 1992; 20: 1118–26.
4. Mautner SL, Mautner GC, Froehlich J, Feuerstein IM, Proschan MA, Roberts WC, Doppman JL. Coronary artery disease: Prediction with in vitro electron-beam CT. *Radiology* 1994; 192: 625–30.
5. Marcus ML, Stanford W, Hajduczak ZD, Weiss RM. Ultrafast Computed Tomography in the diagnosis of cardiac disease. *Am J Cardiol* 1989; 64: 54E–59E.
6. Agatston AS, Janowitz WR, Hildner FJ, Zusmer NR, Viamonte M, Detrano R. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 1990; 15: 827–32.
7. Haberl R, Knez A, Becker A, Becker C, Maaß A, et al. Stellenwert der Kalkbestimmung mit Elektronenstrahltomographie bei koronarer Herzkrankheit. *Radiologe* 1998; 38: 999–1005.
8. Rumberger JA, Simons B, Fitzpatrick LA, et al. Coronary artery calcium area by electron beam computer tomography and coronary atherosclerotic plaque area. *Circulation* 1995; 92: 2157–62.
9. Stanford W, Thompson BH, Weiss RM. Coronary artery calcification: Clinical significance and current methods of detection. *AJR* 1993; 161: 1139–46.
10. Erbel R. The dawn of a new era – noninvasive coronary imaging. *Herz* 1996; 21: 75–7.
11. Manca C, Dei Cas L, Albertini D, et al. Different prognostic value of exercise electrocardiograms in men and women. *Cardiology* 1978; 63: 312–9.
12. 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.
13. Schmermund A, Baumgart D, Gorge G, Gronemeyer D, Seibel R, Bailey KR, Rumberger JA, Paar D, Erbel R. Measuring the effect of risk factors on coronary atherosclerosis: coronary Calcium score versus angiographic disease severity. *J Am Coll Cardiol* 1998; 31: 1267–73.
14. 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.
15. Achenbach S, Moshage W, Ropers D, Nossen J, Daniel WG: Value of Electron Beam Computed Tomography for the noninvasive detection of high-grade coronary artery stenosis and occlusions. *N Engl J Med* 1998; 339: 1964–71.
16. Fuster V, Badimon L, Badimon JJ, Chesebro JH. The pathogenesis of coronary artery disease and the acute coronary syndroms (First of two Parts). *N Engl J Med* 1992; 326: 242–50.
17. Fuster V, Badimon L, Badimon JJ, Chesebro JH. The pathogenesis of coronary artery disease and the acute coronary syndroms (Second of two Parts). *N Engl J Med* 1992; 326: 310–8.
18. Brown BG, Xue-Qiao Z, Sacco DE, Albers JJ. Lipid lowering and plaque regression: new insights into prevention of plaque disruption and clinical events in coronary disease. *Circulation* 1993; 87: 1781–91.

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](#)