Update kardiale Bildgebung bei koronarer Herzkrankheit

PD Dr. med. Philipp Nicol, München; PD Dr. med. Teresa Trenkwalder, München

Zusammenfassung

Die koronare Herzkrankheit (KHK) ist eine führende Ursache kardiovaskulärer Morbidität und Mortalität. Eine frühzeitige Diagnostik ist entscheidend, um schwere kardiale Ereignisse zu verhindern und die Prognose zu verbessern. Die Low-Dose-Computertomografie (CT) mit Berechnung des Agatston-Scores ist ein etabliertes, strahlungsarmes Verfahren zur koronaren Risikostratifizierung. Sie eignet sich insbesondere bei asymptomatischen Patienten mit intermediärem Risiko. Die CT-Koronarangiografie (CCTA) wird als First-Line-Diagnostik bei symptomatischen Patienten mit intermediärer Vortestwahrscheinlichkeit empfohlen. Neben Stenosebeurteilung ermöglicht sie die Detektion vulnerabler Plaques, die mit einem erhöhten Ischämierisiko assoziiert sind.

Bei mäßiger oder hoher Vortestwahrscheinlichkeit bietet die funktionelle Bildgebung, etwa Stress-Perfusions-Magnetresonanztomografie (MRT) oder Myokard-Perfusions-Einzelphotonen-Emissionscomputertomografie (SPECT), wertvolle zusätzliche Informationen. Die Stress-Perfusions-MRT überzeugt in Studien durch hohe diagnostische Genauigkeit, fehlende Strahlenbelastung und zusätzliche Gewebedifferenzierung, bleibt aber derzeit begrenzt verfügbar. Die Wahl der Bildgebung sollte stets patientenzentriert und indikationsgerecht unter Berücksichtigung der lokalen Expertise erfolgen.

LERNZIELE

Am Ende dieser Fortbildung kennen Sie …

- ✓ die Indikationen und aktuelle Entwicklungen in der bildgebenden Diagnostik der KHK,
- ✓ den Stellenwert der Low-Dose-CT mit Berechnung des Koronarkalk-Scores (Agatston-Score) sowie der CT-Koronarangiografie,
- ✓ die Vorteile der funktionellen Bildgebung, einschließlich der Stress-Perfusions-MRT und Myokard-Perfusions-SPECT,
- ✓ die Prinzipien eines personalisierten, leitliniengerechten und multimodalen bildgebenden Ansatzes bei KHK.

Teilnahmemöglichkeiten

Diese Fortbildung steht als Webinar-Aufzeichnung und zusätzlich als Fachartikel zum Download zur Verfügung. Die Teilnahme ist kostenfrei. Die abschließende Lernerfolgskontrolle kann nur online erfolgen. Bitte registrieren Sie sich dazu kostenlos auf: www.cme-kurs.de

Zertifizierung

Diese Fortbildung wurde nach den Fortbildungsrichtlinien der Landesärztekammer Rheinland-Pfalz von der Akademie für Ärztliche Fortbildung in RLP mit 2 CME-Punkten zertifiziert (Kategorie I). Sie gilt für das Fortbildungszertifikat der Ärztekammern.

Fortbildungspartner

GE Healthcare Buchler GmbH & Co. KG
ulrich GmbH & Co. KG

cme VERLAG

© CME-Verlag 2025

EINLEITUNG

Die Computertomografie des Herzens (Herz-CT) zur Beurteilung der Koronargefäße ist inzwischen weit verbreitet und ein aktuelles Thema, das sowohl in Fachkreisen als auch in der Presse viel diskutiert wird. Seit dem 1. Januar 2025 ist sie in Deutschland eine von der gesetzlichen Krankenversicherung gedeckte Leistung, die ambulant durchgeführt und abgerechnet werden kann [1]. Diese Entwicklung ist für viele Patienten von großem Nutzen, da die koronare Herzerkrankung (KHK) weiterhin eine weit verbreitete und potenziell lebensbedrohliche Erkrankung darstellt [2]. Die KHK stellt die klinisch relevante Manifestation der Atherosklerose an den Koronararterien dar. Sie verläuft in der Regel progredient und führt im Verlauf häufig zu einem Missverhältnis zwischen myokardialem Sauerstoffbedarf und -angebot. Klinisch manifestiert sich die Erkrankung typischerweise in Form einer belastungsabhängigen Angina pectoris. Die KHK ist mit einem signifikant erhöhten Risiko für kardiovaskuläre Morbidität und Mortalität, vor allem infolge eines Myokardinfarktes, assoziiert. Eine frühzeitige Diagnose und risikoadaptierte Therapiekonzepte sind daher entscheidend, um kardiale Ereignisse zu verhindern und die Prognose zu verbessern [2]. Die ischämischen Herzkrankheiten stellen in Deutschland die häufigste Todesursache dar. Prävalenz und Krankheitslast steigen mit zunehmendem Alter deutlich an. Ab einem Lebensalter von 60 Jahren liegt die Prävalenz bei >5 %. Männer sind dabei häufiger betroffen als Frauen [2]. Die KHK ist allerdings keine ausschließliche Erkrankung des höheren Lebensalters. Sie tritt nicht selten bereits im mittleren Lebensalter auf, was das Risiko eines unerkannten kardiovaskulären Ereignisses erhöht und die Bedeutung einer frühzeitigen Diagnostik unterstreicht [2]. Allerdings erleidet ein erheblicher Anteil der Betroffenen den ersten Myokardinfarkt, obwohl sie zuvor als Patienten mit niedrigem Risiko eingestuft wurden und keine prodromalen Symptome aufwiesen. Dies verdeutlicht die Grenzen rein klinischer und laborchemischer Risikofaktoren für die Früherkennung. Moderne bildgebende Verfahren können hier viele Vorteile bieten und spielen in der klinischen Praxis eine zunehmend wichtige Rolle [3]. Für die Diagnostik stehen gegenwärtig prinzipiell zwei unterschiedliche bildgebende Ansätze zur Verfügung: einerseits die anatomische Bildgebung, insbesondere durch Herz-CT, zur Darstellung koronarer Plaques und Gefäßveränderungen und andererseits die funktionelle Bildgebung zur Beurteilung der hämodynamischen Relevanz von Stenosen [2].

CT-BASIERTE BILDGEBUNG DER KORONAREN HERZKRANKHEIT

Für die CT-Diagnostik der KHK stehen zwei Modalitäten zur Verfügung: die Low-Dose-CT mit Berechnung des Koronarkalk-Scores (Agatston-Score) und die CT-Koronarangiografie („coronary computed tomography angiography", CCTA) [4].

Koronarkalk-Score (Agatston-Score)

Die Bestimmung des Koronarkalkes erfolgt mit nicht kontrastverstärkter Low-Dose-CT und dient zur Quantifizierung koronarer Verkalkungen [4]. Es handelt sich um eine schnell durchführbare und strahlungsarme Untersuchung, die aber als Limitation ausschließlich kalzifizierte Plaques erfasst. Die Risikokalkulation erfolgt in der Regel anhand des Agatston-Scores (auch Koronarkalk-Score, CAC-Score), der auf einem standardisierten Verfahren zur Flächen- und Dichtemessung basiert [5]. Ein Agatston-Score von 0 weist auf das gänzliche Fehlen nachweisbarer Verkalkungen hin und ist mit einem „sehr niedrigen" kardiovaskulären Risiko im Verlauf von zehn Jahren assoziiert (<0,5 % über fünf bis sechs Jahre, <4 % über zehn Jahre) [6], die sog. „power of zero". Mit zunehmendem Score steigt das Risiko für kardiovaskuläre Ereignisse linear an. Werte von 1 bis 100 gelten als „leicht erhöht", 101 bis 300 als „mäßig erhöht" und >300 als „hochgradig erhöht". Ein Wert >1000 wird

© CME-Verlag 2025

als Ausdruck eines „extrem hohen" Risikos gewertet, vergleichbar mit dem Risiko bei Personen mit einem bereits überstandenen Myokardinfarkt (■ **Abb. 1**).

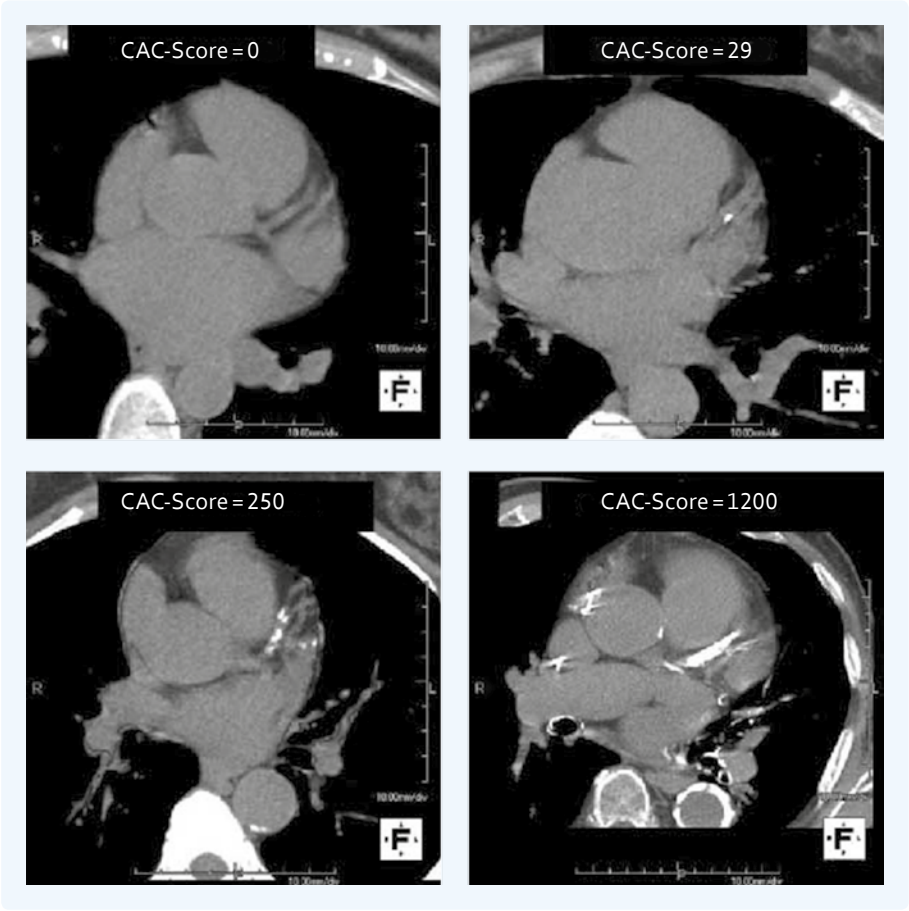


Abbildung 1
Low-Dose-CT des Herzens mit Darstellung von Koronarkalk mit zugehörigem Agatston-Score (Koronarkalkscore, CAC-Score); modifiziert nach [7]

Daten aus großen Kohortenstudien wie der Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA) oder der Heinz-Nixdorf-Recall-Studie belegen den prädiktiven Wert des Agatston-Scores, unabhängig von klassischen klinischen Risikofaktoren wie Adipositas und Dyslipidämie [8, 9]. So kann bei bis zu 30 % der Personen ohne nachweisbare klassische Risikofaktoren bereits signifikanter Koronarkalk nachgewiesen werden. Umgekehrt zeigt ein gewisser Anteil von Personen mit multiplen klassischen Risikofaktoren keine messbare Verkalkung. Besonders hilfreich ist der Score auch zur genauen Risikoabschätzung bei Patienten mit erhöhtem Lipoprotein (a) (Lp(a)) (Referenzbereich in aller Regel <30 mg/dl), einem wichtigen, weitgehend genetisch determinierten kardiovaskulären Risikofaktor. Liegt bei diesen Patienten ein Agatston-Score >100 vor, ist von einem deutlich erhöhten kardiovaskulären Risiko auszugehen [10]. Internationale Fachgesellschaften empfehlen den Einsatz der Koronarkalkbestimmung bei asymptomatischen Personen im Alter von etwa 40 bis 75 Jahren mit niedrigem bis intermediärem kardiovaskulären Risiko, insbesondere wenn eine primärpräventive lipidsenkende Therapie diskutiert wird [8, 11, 12]. Eine Verlaufsuntersuchung mit Bestimmung des Scores wird im Regelfall nicht empfohlen.

CT-Koronarangiografie

Die CCTA stellt im Vergleich zur Low-Dose-CT ein komplexeres Verfahren dar, bei dem unter Gabe von jodhaltigem Kontrastmittel und pharmakologischer Vorbereitung (z. B. Betablocker und sublinguales Nitroglyzerin) eine Darstellung der Koronargefäße erfolgt. Sie ist mit einer höheren Strahlenexposition verbunden. Neben verkalkten Plaques können hier insbesondere auch nicht kalzifizierte, sogenannte weiche Plaques detektiert werden. Im Gegensatz zum Agatston-Score allein

© CME-Verlag 2025

erlaubt die CCTA somit eine umfassendere anatomische und stadienübergreifende Beurteilung des Koronargefäßstatus. Aufgrund der höheren Aussagekraft hinsichtlich Plaque-Morphologie und potenzieller Stenosen kommt die CCTA insbesondere bei symptomatischen Patienten mit intermediärer Vortestwahrscheinlichkeit zur Anwendung [13]. Sie ermöglicht eine differenzierte Risikostratifizierung und kann helfen, eine invasive Diagnostik zu vermeiden oder gezielt einzusetzen [14, 15].

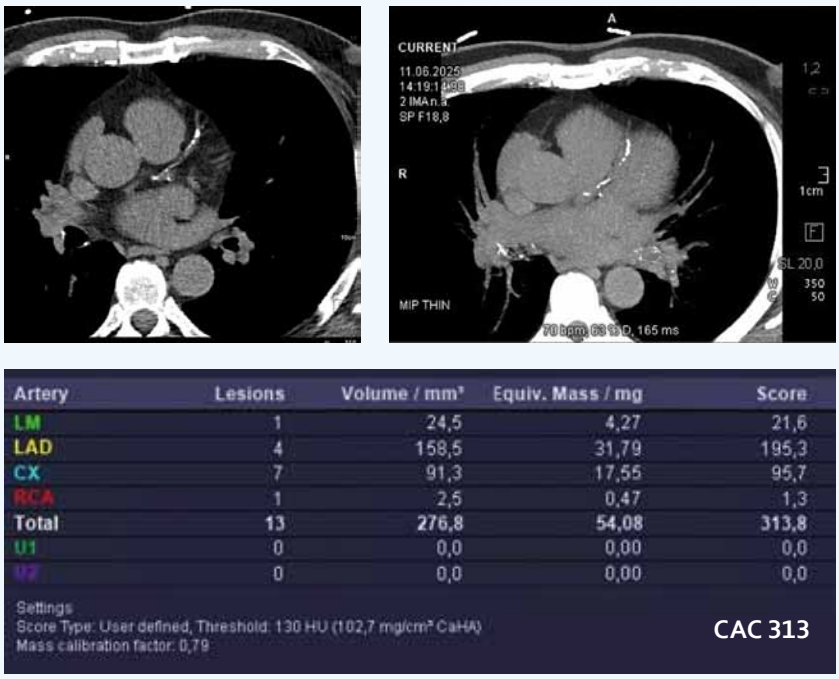
FALLBEISPIEL 1: Koronarkalk zur individuellen Risikostratifizierung

Ein 66-jähriger Patient stellte sich im Rahmen eines kardiologischen Routine-Check-ups erstmalig vor. Anamnestisch bestanden keine kardiopulmonalen Beschwerden. Der Patient war körperlich aktiv (regelmäßiges Wandern, Radfahren und Golf), Nichtraucher, ohne Hinweise auf vorherige kardiovaskuläre Ereignisse.

Die klinische Untersuchung sowie Ruhe-Elektrokardiogramm (EKG) und transthorakale Echokardiografie waren unauffällig. Auch die Duplexsonografie der extrakraniellen Halsgefäße zeigte keine pathologischen Befunde. Laborchemisch fiel eine Dyslipidämie auf (Gesamtcholesterin 231 mg/dl, erhöhtes LDL-Cholesterin sowie Lp(a) mit 65 mg/dl). Als einzige relevante Vorerkrankung war eine bekannte arterielle Hypertonie dokumentiert, die bei intermittierender Therapieadhärenz jedoch überwiegend normoton eingestellt war. Eine medikamentöse Lipidsenkung mit einem Statin wurde vom Patienten ausdrücklich abgelehnt.

Gemäß den aktuellen Leitlinien wurde das kardiovaskuläre 10-Jahres-Risiko mit dem SCORE2-Calculator bestimmt. Bei einem berechneten Risiko von 9,4 % lag der Patient an der Schwelle zum Hochrisikobereich (≥10 %).

Zur weiteren Risikoeinordnung erfolgte eine native Koronarkalkbestimmung durch Low-Dose-CT. Der ermittelte Agatston-Score betrug 313, entsprechend einer relevanten koronaren Verkalkung mit Befall insbesondere im Bereich des Ramus interventricularis anterior und des Ramus circumflexus (**Abb. 2**). Unter Einbezug des Koronarkalkes wurde das kardiovaskuläre Risiko mithilfe eines validierten Onlinekalkulators neu berechnet. Das resultierende 10-Jahres-Ereignisrisiko stieg auf 15 %, das errechnete „koronare



Artery	Lesions	Volume / mm³	Equiv. Mass / mg	Score
LM	1	24,5	4,27	21,6
LAD	4	158,5	31,79	195,3
CX	7	91,3	17,55	95,7
RCA	1	2,5	0,47	1,3
Total	13	276,8	54,08	313,8
U1	0	0,0	0,00	0,0
U2	0	0,0	0,00	0,0

Settings
Score Type: User defined, Threshold: 130 HU (102,7 mg/cm³ CaHA)
Mass calibration factor: 0,79

CAC 313

Abbildung 2
Low-Dose-CT mit Darstellung von Koronarverkalkung im Ramus interventricularis anterior sowie Berechnung des Agatston-Scores
(mit freundlicher Genehmigung von PD Dr. med. Philipp Nicol)

© CME-Verlag 2025

Alter" entsprach 80 Jahren, also 14 Jahre über dem kalendarischen Alter des Patienten. Unter Berücksichtigung der neuen Befunde stimmte der Patient einer Statintherapie zu.

Der Fall verdeutlicht den prognostischen Zusatznutzen der Koronarkalkbestimmung zur individuellen Risikostratifizierung bei asymptomatischen Patienten mit einem niedrigen bis intermediären Risiko.

Ein wichtiges und bislang weitgehend ungenutztes Potenzial liegt in der sogenannten opportunistischen Kalkdetektion. Weltweit werden jährlich Millionen von Thorax-CT für diverse Indikationen durchgeführt, ohne dass ein systematisches Koronarkalk-Screening erfolgt. Eine standardisierte Mitbeurteilung der Koronararterienverkalkung in diesen Routine-CT-Aufnahmen könnte zur frühzeitigen Identifikation von Hochrisikopatienten beitragen. Ein praxisnaher Ansatz zur opportunistischen Detektion koronarer Verkalkungen besteht darin, Patienten aktiv nach in den letzten vier bis fünf Jahren durchgeführten Thorax-CT-Untersuchungen zu befragen. In vielen Fällen lässt sich der Koronarkalk retrospektiv auf den vorhandenen Aufnahmen identifizieren. Für die visuelle Einschätzung stehen standardisierte semiquantitative Scores zur Verfügung, die in ihrer Aussagekraft gut mit dem etablierten Agatston-Score korrelieren. Zunehmend rücken auch Verfahren, die sich auf künstliche Intelligenz (KI) stützen, in den Fokus. Solche Verfahren ermöglichen die automatisierte Auswertung von Koronarkalk in Routine-CT-Datensätzen. Diese Technologien befinden sich aktuell noch in der wissenschaftlichen Erprobung, könnten jedoch in naher Zukunft breitere Anwendung in der Praxis finden.

CT-KORONARANGIOGRAFIE ALS FIRST-LINE-DIAGNOSTIK BEI VERDACHT AUF KORONARE HERZKRANKHEIT

Aktuelle Leitlinien, insbesondere die der European Society of Cardiology (ESC) sowie der American Heart Association (AHA) und des American College of Cardiology (ACC), empfehlen die CCTA als First-Line-Test bei Patienten mit Verdacht auf KHK [8, 11, 12]. Eine zentrale Rolle spielt dabei die Einschätzung der Vortestwahrscheinlichkeit, die anhand von Patientencharakteristika und dem klinischen Beschwerdebild berechnet wird. Für Patienten mit intermediärer Vortestwahrscheinlichkeit (üblicherweise entsprechend 15 bis 50 %) wird klar die CCTA empfohlen, insbesondere wenn mögliche Symptome vorliegen. In der klinischen Praxis gestaltet sich die genaue Berechnung dieser Vortestwahrscheinlichkeit jedoch mitunter als schwierig und spiegelt nicht immer den individuellen Kontext des Patienten wider [16]. Die CCTA hat sich in den vergangenen Jahren technisch stark weiterentwickelt. Das Verfahren ermöglicht heute eine umfassende Beurteilung der Koronargefäße, die über die reine Beurteilung des Stenosegrades hinausgeht. Die CCTA ermöglicht eine differenzierte Charakterisierung der koronaren Plaques. Von besonderem Interesse ist die Detektion vulnerabler („Hochrisiko-") Plaques, deren Vorhandensein mit einem erhöhten Risiko für kardiovaskuläre Ereignisse, insbesondere Myokardinfarkte, einhergeht. Studien wie PROMISE und SCOT-HEART identifizierten vier wesentliche morphologische Merkmale solcher vulnerablen Plaques [17, 18]:

- Positives Remodeling
- Das sogenannte „napkin-ring sign"
- Niedrige Dichte (<30 Hounsfield-Einheiten)
- Lokal begrenzte „Spotty"-Verkalkungen (**Abb. 3**)

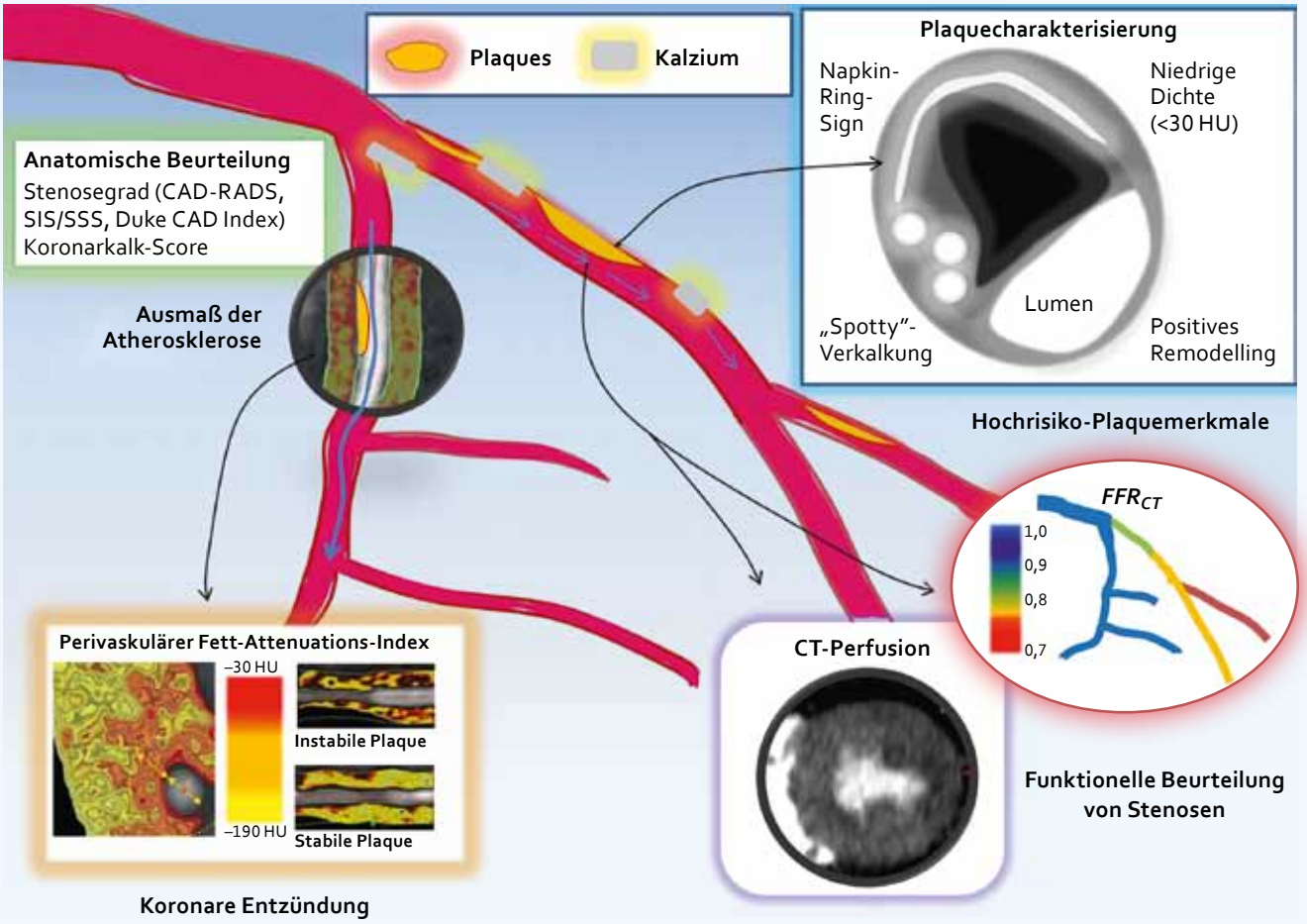


Abbildung 3
CT-Diagnostik der KHK; modifiziert nach [19]

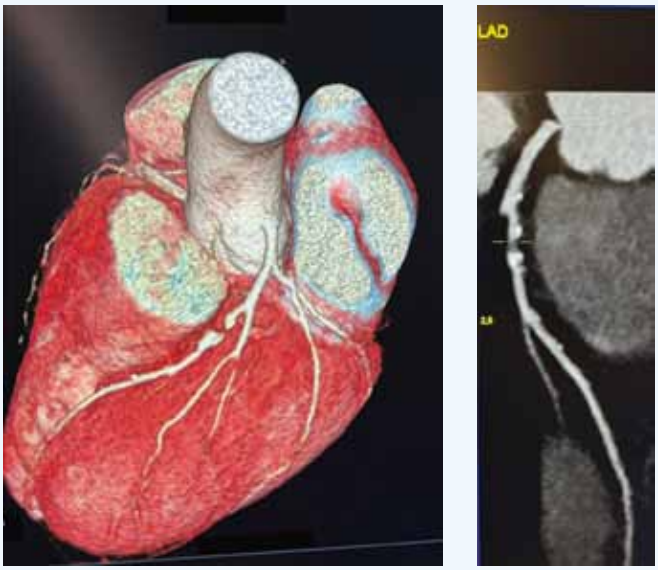
Abkürzungen
CT = Computertomografie
CAD-RADS = Coronary Artery Disease-Reporting and Data System
SIS = Segment Involvement Score
SSS = Segment Stenosis Score
Duke CAD Index = Duke Coronary Artery Disease Index

Wichtig ist, dass vulnerable Plaques häufig nicht mit hochgradigen Stenosen verbunden sind. Somit kann auch ohne hochgradige Stenosen ein hohes Myokardinfarktrisiko vorliegen. Zur Standardisierung der Befundung wurde die sogenannte „coronary artery disease-reporting and data system"-(CADS-RADS-)Klassifikation entwickelt, die neben der quantitativen Bewertung des Stenosegrades auch die Plaquelast („plaque burden") sowie das Vorhandensein von Hochrisiko-Plaquecharakteristika systematisch erfasst [20].

FALLBEISPIEL 2: Früher Nachweis einer koronaren Stenose bei jungem Patienten mit familiärer Belastung

Ein 43-jähriger Patient stellte sich zur kardiologischen Vorsorgeuntersuchung vor. Auffällig war eine Familienanamnese mit Myokardinfarkten sowohl beim Vater als auch beim Bruder, die jeweils bereits im ungefähren Alter des Patienten zum Zeitpunkt der Vorstellung auftraten. Der Patient war völlig asymptomatisch, körperlich belastbar, und die Basisdiagnostik einschließlich Ruhe-EKG und transthorakaler Echokardiografie zeigte keine Auffälligkeiten. Laborchemisch fiel eine deutlich erhöhte Lp(a)-Konzentration von 168 mg/dl auf. Die Ergometrie ergab eine Belastbarkeit von 175 Watt ohne belastungsinduzierte Beschwerden, jedoch mit vereinzelten ventrikulären Extrasystolen (VES). Aufgrund der Gesamtsituation wurde eine CCTA durchgeführt. Die Untersuchung zeigte eine nahezu filiforme Stenose im mittleren Segment der Ramus interventricularis anterior (**Abb. 4**).

© CME-Verlag 2025



Dieser Befund wurde im Anschluss durch eine invasive Koronarangiografie bestätigt. In diesem Rahmen erhielt der Patient eine koronare Intervention mit Stentplatzierung.

Abbildung 4
CCTA mit Darstellung einer Stenose im mittleren Segment der Ramus interventricularis anterior
(mit freundlicher Genehmigung von PD Dr. med. Philipp Nicol)

INNOVATIVE TECHNOLOGIEN IN DER CT-BILDGEBUNG DER KORONAREN HERZKRANKHEIT

Die Photon-Counting-CT (Photonen-zählende CT) stellt eine neue technologische Entwicklung in der kardialen Bildgebung dar und bietet eine deutlich höhere räumliche Auflösung im Vergleich zur herkömmlichen CT [21]. Insbesondere bei Patienten mit ausgeprägten koronaren Verkalkungen oder Stents ermöglicht diese Technologie eine verbesserte diagnostische Beurteilung der Koronararterien, die im konventionellen CT aufgrund von Artefakten häufig eingeschränkt ist [22]. Derzeit steht die Photon-Counting-CT nur in wenigen spezialisierten Zentren in Deutschland zur Verfügung, wird jedoch voraussichtlich in den kommenden Jahren zunehmend verfügbar sein. Ein weiterer Schwerpunkt der aktuellen Forschung liegt auf der Untersuchung des perivaskulären Fettgewebes. Diese perivaskuläre Entzündungsaktivität lässt sich mithilfe moderner Bildgebungsparameter quantifizieren und liefert somit zusätzliche prognostische Informationen. Eine führende Arbeitsgruppe aus Oxford konnte zeigen, dass Veränderungen im Fettgewebe um die Koronararterien unabhängig von Plaquelast und Stenosegrad als prädiktiver Marker für ein erhöhtes kardiovaskuläres Risiko zu werten sind [23]. Zur Optimierung der Bildauswertung gewinnen auch hier KI-basierte Analyseverfahren zunehmend an Bedeutung. Diese automatisierten Verfahren erlauben eine präzise Quantifizierung verkalkter und nicht verkalkter Plaques im gesamten Koronarsystem. Aktuelle Studien untersuchen die Leistungsfähigkeit solcher Methoden für die Verlaufsbeurteilung und Therapieüberwachung.

NOTWENDIGKEIT DER FUNKTIONELLEN KARDIALEN BILDGEBUNG BEI VERDACHT AUF KORONARE HERZKRANKHEIT

Es ist sehr wichtig zu beachten, dass unter den Hauptmechanismen der Myokardischämie neben strukturellen auch funktionelle Aspekte eine wichtige Rolle spielen (**Abb. 5**) [3].

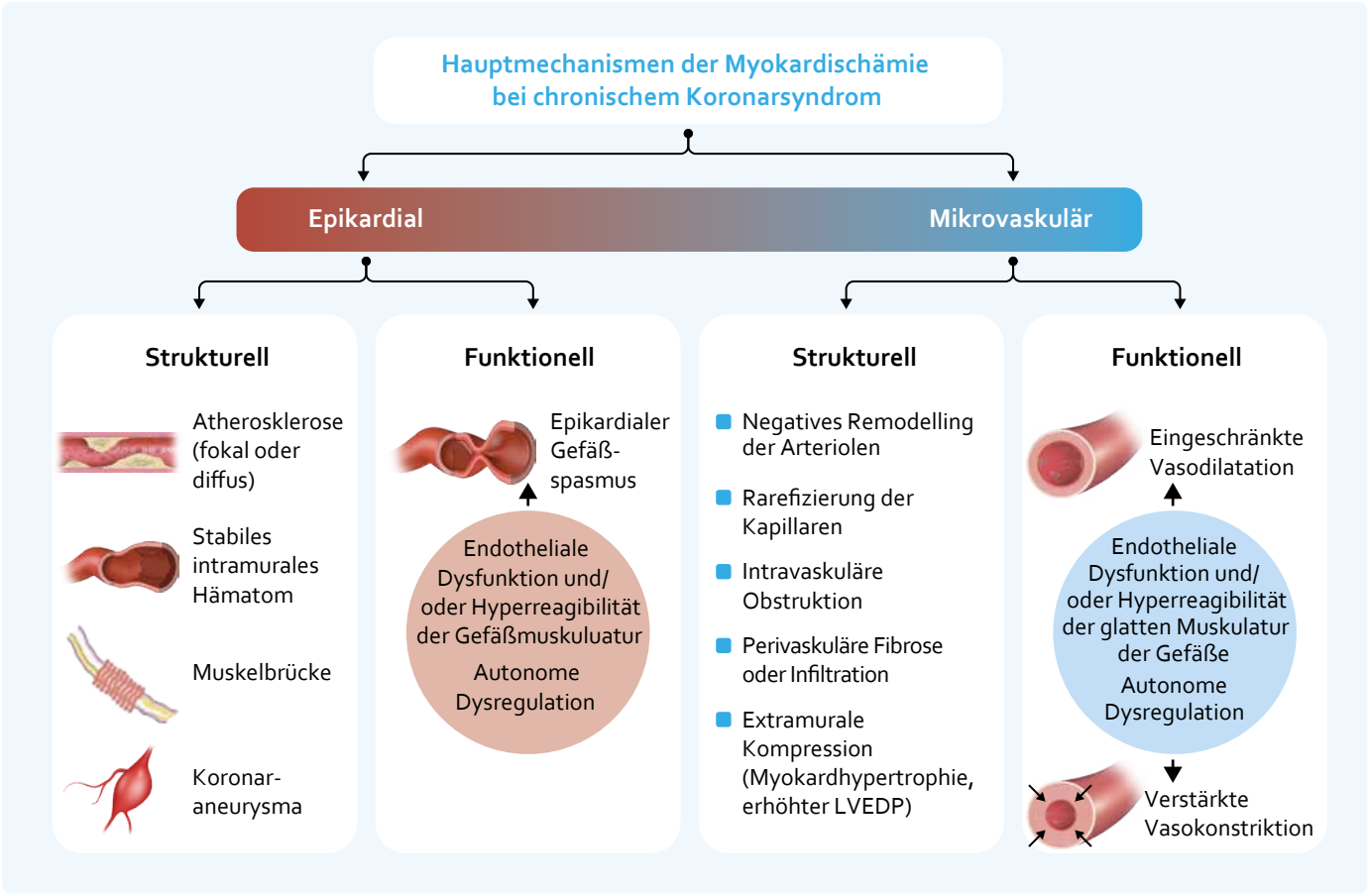


Abbildung 5
Mechanismen der Myokardischämie; modifiziert nach [3]

Abkürzungen
LVEDP = Left Ventricular End-Diastolic Pressure

Dies hat unmittelbare praktische Konsequenzen für die bildgebende Diagnostik. Die rein anatomische Darstellung der Koronararterien, etwa mit CCTA oder invasiver Koronarangiografie, zeichnet sich durch eine hohe Sensitivität aus, weist jedoch eine eingeschränkte Spezifität auf [3]. Insbesondere besteht das Risiko des sogenannten „overcallings", also der Überdiagnostik und damit verbundener Übertherapie von Läsionen ohne hämodynamische Relevanz [22]. Patienten werden damit unnötig den Risiken interventioneller Therapien ausgesetzt, zum Beispiel bei einer angiografisch 70%igen Koronarstenose ohne signifikante Funktionseinschränkung in der fraktionellen Flussreserve-(FFR-)Messung >0,80. Die funktionelle Bildgebung ergänzt die rein anatomische Diagnostik um die Beurteilung der hämodynamischen Relevanz von Stenosen und ist somit entscheidend, um Patienten gezielt für geeignete Interventionen zu selektieren. Darüber hinaus liefert sie wichtige Informationen zur Risikoabschätzung vor operativen Eingriffen oder Sportfreigaben [17, 18]. Funktionelle Verfahren erlauben zudem die Erkennung pathophysiologischer Veränderungen jenseits obstruktiver Läsionen, wie beispielsweise Mikrogefäßstörungen, Vasospasmen oder hämodynamisch relevante Muskelbrücken [3]. Je nach Modalität ist auch eine Aussage hinsichtlich der myokardialen Vitalität möglich [3].

Gemäß den aktuellen Leitlinien der ESC zum chronischen Koronarsyndrom wird die Auswahl der diagnostischen Modalität anhand der klinischen Vortestwahrscheinlichkeit gesteuert [3]:

- Bei niedriger bis intermediärer Vortestwahrscheinlichkeit wird die CCTA bevorzugt.
- Bei mäßiger oder hoher Vortestwahrscheinlichkeit sollte eine funktionelle Bildgebung erfolgen.
- Bei sehr hoher Wahrscheinlichkeit wird direkt die invasive Koronarangiografie empfohlen.

© CME-Verlag 2025

Die Einschätzung der Vortestwahrscheinlichkeit basiert auf Symptomen und klinischem Risikoprofil. Vereinfacht lässt sich festhalten: Je höher die Vortestwahrscheinlichkeit ist, desto eher sollte die funktionelle Bildgebung eingesetzt werden (■ **Abb. 6**) [24].

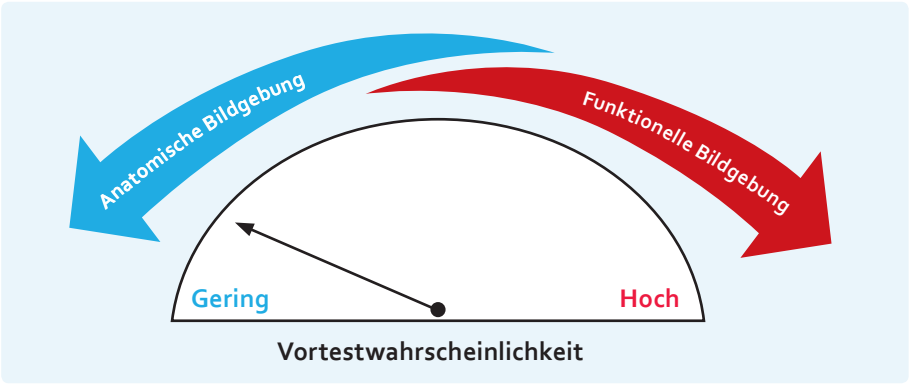


Abbildung 6
Vereinfachter Entscheidungsalgorithmus zwischen rein anatomischer und funktioneller Bildgebung bei Verdacht auf KHK; modifiziert nach [25]

Es muss beachtet werden, dass die Symptompräsentation zwischen Männern und Frauen unterschiedlich sein kann. Während Männer häufig klassische thorakale Beschwerden mit typischer Ausstrahlung aufweisen, sind bei Frauen oftmals eher atypische Symptome wie belastungsabhängige Oberbauchschmerzen, Übelkeit oder Rückenschmerzen vorhanden [26]. Zudem sind bei Frauen häufiger funktionelle Koronarerkrankungen wie Gefäßspasmen oder Mikrozirkulationsstörungen zu beobachten, die durch eine funktionelle Bildgebung eher erkannt werden können [3]. Die Vortestwahrscheinlichkeit dient also als entscheidender Faktor zur Steuerung der initialen diagnostischen Bildgebung bei Patienten mit Verdacht auf KHK. Diese sollte einheitlich und systematisch bewertet werden (■ **Abb. 7**) [3].

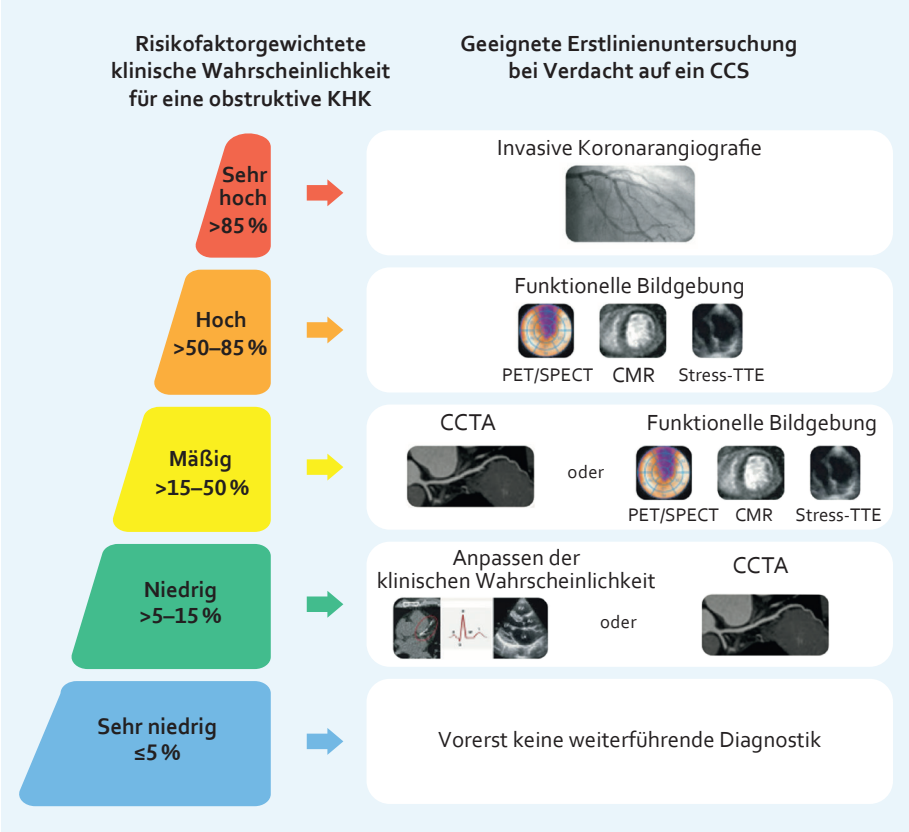


Abbildung 7
Geeignete Erstlinientests bei symptomatischen Patienten mit Verdacht auf ein CCS; modifiziert nach [3]

Abkürzungen
CCS = Chronisches Koronarsyndrom
CCTA = Computertomografie-Koronarangiografie
CMR = Kardiale Magnetresonanztomografie
KHK = Koronare Herzerkrankung
PET = Positronenemissionstomografie
SPECT = Einzelphotonen-Emissionscomputertomografie
TTE = Transthorakale Echokardiografie

STELLENWERT VON STRESSTESTS

Lange Zeit war das Belastungs-EKG (Ergometrie) das am häufigsten eingesetzte Stressverfahren, da es kostengünstig, weit verbreitet und einfach durchführbar ist. Die Sensitivität und Spezifität sind jedoch begrenzt, sodass die diagnostische Aussagekraft im Vergleich zu modernen bildgebenden Verfahren deutlich geringer ist. Das Belastungs-EKG behält dennoch eine wichtige Rolle bei der Detektion belastungsabhängiger Arrhythmien, der Bewertung des Blutdruckverhaltens unter Belastung sowie der quantitativen Einschätzung der individuellen Belastbarkeit [3]. Zur direkten Diagnostik einer KHK ist das Belastungs-EKG jedoch nur noch sehr eingeschränkt indiziert und wird zunehmend durch bildgebende Verfahren ersetzt. Derzeit stehen hauptsächlich drei bildgebende Stresstests zur Verfügung:

- Stressechokardiografie: Weitverbreitet und kostengünstig, ohne Strahlenbelastung. Neben der Beurteilung von etwaigen regionalen Wandbewegungsstörungen und Ventrikelfunktion erlaubt sie auch eine gleichzeitige Evaluation der Herzklappen. Die Qualität der Untersuchung ist jedoch abhängig von der Expertise des Untersuchers sowie der Eignung des Schallfensters des Patienten. Die Quantifizierung bleibt subjektiv und untersucherabhängig [27, 28].
- Myokard-Perfusions-SPECT: Ebenfalls breit verfügbar und mit guter objektiver Quantifizierbarkeit, geht jedoch mit einer Strahlenbelastung einher. Die Methode ist weniger von der Patientenkonstitution oder dem Untersucher abhängig, jedoch limitiert hinsichtlich der Beantwortung von Fragestellungen außerhalb der myokardialen Ischämie [29].
- Kardiales Stress-Perfusions-MRT: Bietet hochauflösende Aussagen zur Myokardfunktion und -anatomie sowie Gewebetypisierung; das Verfahren weist keine Strahlenexposition auf. Nachteile sind jedoch der höhere Kosten-, Zeit- und Ressourcenaufwand sowie die erforderliche technische Expertise, die bislang nicht flächendeckend verfügbar ist [30].

Die Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie (DGK) vergeben für diese drei Verfahren eine Klasse-I-Empfehlung zur Diagnostik der funktionellen Relevanz einer KHK [2]. Die Wahl des geeigneten Verfahrens sollte dabei an die klinische Fragestellung, die individuelle Patientensituation sowie die lokal verfügbare Expertise und Infrastruktur angepasst werden [3]. Bei sachgerechter Auswahl unter Berücksichtigung dieser Faktoren ist bei allen drei Verfahren von einer hohen diagnostischen Sicherheit auszugehen.

FALLBEISPIEL 3: Belastungsabhängige Luftnot und Wandbewegungsstörung im Stressechokardiogramm

Ein 58-jähriger Patient stellte sich mit belastungsabhängiger Luftnot und Leistungsminderung vor. Zudem berichtete er über einmalige thorakale Schmerzen während einer Bergtour. Die Vortestwahrscheinlichkeit für eine koronare Herzkrankheit wurde anhand der Symptomatik zwischen 17 und 32 % eingeschätzt.

Zur weiteren Abklärung wurde eine Stressechokardiografie durchgeführt. Unter Belastung ab ca. 75 Watt zeigte sich im apikalen Septum sowie im Bereich des Apex eine hypokinetische Wandbewegungsstörung, was als Indikator für eine relevante myokardiale Durchblutungsstörung interpretiert wurde. Aufgrund der Befunde erfolgte im nächsten Schritt eine invasive

© CME-Verlag 2025

Koronarangiografie, die eine hochgradige Stenose der linken Vorderwanddarterie (LAD) bestätigte, die in derselben Sitzung mit einem Stent versorgt wurde. Dieses Fallbeispiel illustriert den klinischen Wert der Stressechokardiografie als funktionelles Verfahren zur Identifikation hämodynamisch relevanter Koronarstenosen bei Patienten mit typischer Symptomatik und moderater Vortestwahrscheinlichkeit.

Zur nicht invasiven Induktion einer myokardialen Belastung stehen sowohl physische als auch medikamentöse Verfahren zur Verfügung. Die klassische Methode im Rahmen der Stressechokardiografie ist die ergometrische Belastung mit standardisiertem Stufenprotokoll, bei dem in definierten Leistungsstufen (in der Regel Ruhe, submaximale, maximale Belastung und Postbelastung) kardiovaskuläre Parameter beurteilt werden [1]. Im Rahmen der medikamentösen Stressinduktion kommt in aller Regel primär Dobutamin zum Einsatz, das gewichtsadaptiv in ansteigender Dosierung intravenös appliziert wird. Die häufigsten Komplikationen im Rahmen des Stressechokardiogramms sind ventrikuläre Arrhythmien [1]. Der Einsatz von Dobutamin sollte daher vorzugsweise in Einrichtungen erfolgen, die eine adäquate Überwachung der Vitalparameter gewährleisten und nötigenfalls eine Notfallversorgung sicherstellen können. Der zeitlich verzögerte Wirkungseintritt der Inotropie unter Dobutamin verlangt allerdings Geduld und Erfahrung vom Untersucher. In der Myokard-Perfusions-SPECT sowie in der Stress-Perfusions-MRT hat sich Regadenoson zunehmend als pharmakologisches Stressmittel der Wahl etabliert und Adenosin weitergehend abgelöst [31]. Der Vorteil von Regadenoson liegt in der einfachen Handhabung als Einmalbolus über eine periphere Vene sowie in der kurzen Halbwertszeit. Zudem ist keine körpergewichtsadaptierte Dosierung erforderlich. Im Vergleich zu Adenosin sind unter Regadenoson signifikant weniger Nebenwirkungen, insbesondere weniger Fälle von atrioventrikulärem Bloc, dokumentiert. Darüber hinaus ist es mit gängigen kardiovaskulär wirksamen Medikamenten, wie z. B. ACE-Hemmern, risikoarm kombinierbar [29].

Ein direkter Vergleich zwischen Stress-Perfusions-MRT und Myokard-Perfusions-SPECT erfolgte im Rahmen der GadaCAD2-Studie [32]. Dabei zeigte die Stress-Perfusions-MRT eine höhere diagnostische Genauigkeit. Neben der Beurteilung einer myokardialen Perfusion erlaubt das Verfahren auch eine Gewebedifferenzierung durch Late Gadolinium Enhancement (LGE) sowie Aussagen zur ventrikulären Morphologie und Funktion. Somit kann die Methode auch dann hilfreich sein, wenn keine Ischämie vorliegt, aber strukturelle Herzerkrankungen vermutet werden. Trotz der überlegenen Sensitivität und Spezifität der Stress-Perfusions-MRT besteht in der klinischen Routine für dieses Verfahren weiterhin eine eingeschränkte Verfügbarkeit und keine regelhafte Kostenübernahme durch die gesetzliche Krankenversicherung [32].

FALLBEISPIEL 4: Funktionelle Bildgebung bei bekannter KHK und geplanter nicht kardialer Operation

Ein 79-jähriger Patient mit bekannter KHK und Zustand nach aortokoronarem Bypass erhielt aufgrund belastungsabhängiger thorakaler Beschwerden mit Angina pectoris eine medikamentöse Myokard-Perfusions-SPECT. Eine ergometrische Belastung war infolge ausgeprägter Hüftbeschwerden nicht durchführbar. Die Untersuchung ergab eine ausgeprägte Ischämie der Lateralwand mit einem betroffenen Myokardareal von 23 % (■ **Abb. 8**).

In der konsekutiv durchgeführten invasiven Koronarangiografie zeigte sich ein Verschluss eines Bypasses, jedoch ohne Nachweis einer myokardialen

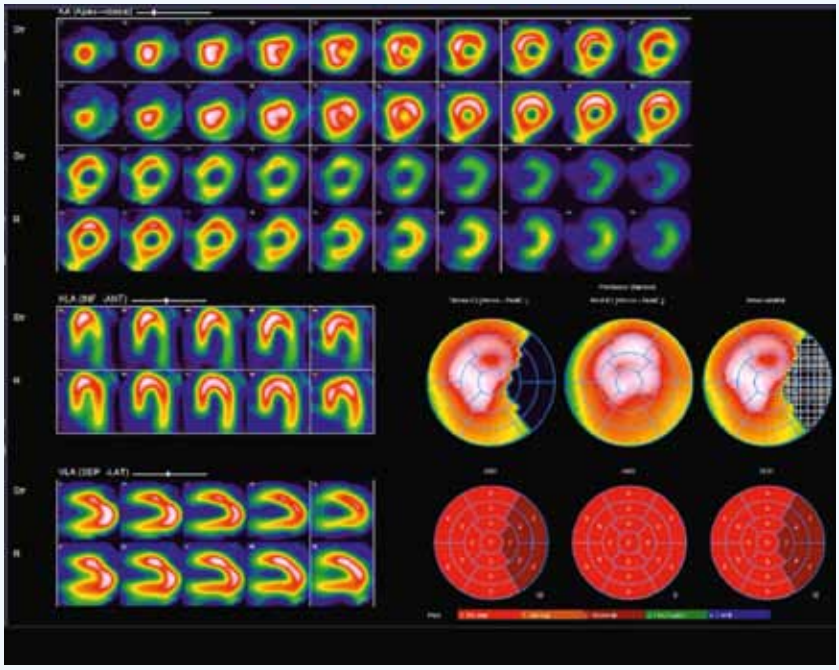


Abbildung 8
Myokard-Perfusions-SPECT mit großflächiger Myokardischämie
(mit freundlicher Genehmigung von PD Dr. med. Teresa Trenkwalder)

Narbe. Zusätzlich wurde eine filiforme Stenose der distalen Ramus circumflexus diagnostiziert und mithilfe eines Stenteinsatzes therapiert.

Der Patient stellte sich ein Jahr später erneut vor, diesmal zur kardiologischen Abklärung im Vorfeld einer geplanten Hüfttotalendoprothese. Aufgrund persistierender, jedoch atypischer thorakaler Beschwerden erfolgte eine erneute Myokardszintigrafie. Diese zeigte einen unauffälligen Befund ohne Hinweis auf eine relevante Ischämie. In der Folge konnte der Patient operativ versorgt werden. Dieses Fallbeispiel unterstreicht die Bedeutung der funktionellen Bildgebung bei Patienten mit bekannter KHK und erhöhter Vortestwahrscheinlichkeit, insbesondere auch im Vorfeld größerer operativer Eingriffe.

Die Auswahl der geeigneten Bildgebungsmodalität zur myokardialen Ischämiediagnostik hängt maßgeblich von patientenbezogenen Faktoren, der zugrunde liegenden Fragestellung sowie den lokal verfügbaren Ressourcen und der diagnostischen Expertise des Zentrums ab. Nur bei ausreichender Erfahrung mit der jeweiligen Methode ist eine valide Befundinterpretation gewährleistet. Perspektivisch gewinnt die multimodale Bildgebung zunehmend an Bedeutung. Anstelle einer Entscheidung für ein einzelnes Verfahren rückt die kombinierte Nutzung komplementärer Techniken in den Vordergrund, mit dem Ziel, die diagnostische Genauigkeit und klinische Relevanz zu verbessern [3].

© CME-Verlag 2025

FAZIT

- Die frühzeitige Detektion der KHK ist entscheidend zur Prävention schwerer kardiovaskulärer Ereignisse.
- Moderne Bildgebungsmodalitäten spielen in der Früherkennung eine zunehmend wichtige Rolle und sind gegenüber klassischen Biomarkern überlegen.
- Die multimodale Bildgebung bietet komplementäre Informationen und sollte integrativ eingesetzt werden.
- Die Auswahl des bildgebenden Verfahrens sollte individuell, indikationsbezogen und unter Berücksichtigung verfügbarer Ressourcen erfolgen.
- Low-Dose-CT mit Berechnung des Agatston-Score dient als einfaches, kostengünstiges und strahlungsarmes Verfahren zur Abschätzung des kardiovaskulären Langzeitrisikos; bereits vorhandene Thorax-CT-Aufnahmen können hierfür rückwirkend ebenfalls genutzt werden.
- Die CCTA ist die etablierte Erstliniendiagnostik beim klinischen Verdacht auf KHK und ermöglicht sowohl die Stenosebeurteilung als auch den Nachweis vulnerabler Plaques mit hohem Ischämierisiko.
- Neben der rein anatomischen Diagnostik bietet die funktionelle Bildgebung wichtige Zusatzinformationen und gewinnt immer mehr an Bedeutung.
- Vor allem die Stress-Perfusions-MRT ermöglicht bei ausgewählten Patienten eine differenzierte morphologische und funktionelle kardiale Beurteilung.

LITERATUR

1. https://www.krankenkasseninfo.de/ratgeber/nachrichten/neue-kassenleistung-herz-ct-seit-1-januar-2025-62213.html; veröffentlicht am 23.06.2025 von Redaktion krankenkasseninfo.de
2. Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF). Nationale VersorgungsLeitlinie Chronische KHK, Langfassung, Version 7.0. 2024
3. Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e. V. (2024) Pocket-Leitlinie: Chronisches Koronarsyndrom (Version 2024). https://leitlinien.dgk.org/ (Kurzfassung der 2024 ESC guidelines on the management of chronic coronary syndromes)
4. Flohr T. Technische Grundlagen der Herz-CT. Praxisbuch Herz-CT. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg 2013:3–15
5. Berman DS, Arnson Y, Rozanski A. Coronary Artery Calcium Scanning. JACC Cardiovasc Imaging 2016;9:1417–1419
6. Choi HYJ. Coronary Artery Calcium Scoring for Prevention of Cardiovascular Disease. Am Fam Physician 2022;106:93–94
7. Cleveland Clinic. Calcium Score Test. https://my.clevelandclinic.org/health/diagnostics/16824-calcium-score-screening-heart-scan; abgerufen im August 2025
8. Orringer CE, Blaha MJ, Blankstein R et al. The National Lipid Association scientific statement on coronary artery calcium scoring to guide preventive strategies for ASCVD risk reduction. J Clin Lipidol 2021;15:33–60
9. Maron DJ, Budoff MJ, Sky JC et al. Coronary Artery Calcium Staging to Guide Preventive Interventions. JACC Adv 2024;3:101287
10. Mehta A, Vasquez N, Ayers CR et al. Independent Association of Lipoprotein(a) and Coronary Artery Calcification With Atherosclerotic Cardiovascular Risk. J Am Coll Cardiol 2022;79:757–768
11. Grundy SM, Stone NJ. 2018 Cholesterol Clinical Practice Guidelines: Synopsis of the 2018 American Heart Association/American College of Cardiology/Multisociety Cholesterol Guideline. Ann Intern Med 2019;170:779–783

© CME-Verlag 2025

12. Hecht H, Blaha MJ, Berman DS et al. Clinical indications for coronary artery calcium scoring in asymptomatic patients: Expert consensus statement from the Society of Cardiovascular Computed Tomography. J Cardiovasc Comput Tomogr 2017;11:157–168
13. Van Gelder IC, Rienstra M, Bunting KV et al. 2024 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). Eur Heart J 2024;45:3314–3414
14. Hulten EA, Carbonaro S, Petrillo SP et al. Prognostic Value of Cardiac Computed Tomography Angiography. J Am Coll Cardiol 2011;57:1237–1247
15. Paech DC, Weston AR. A systematic review of the clinical effectiveness of 64-slice or higher computed tomography angiography as an alternative to invasive coronary angiography in the investigation of suspected coronary artery disease. BMC Cardiovasc Disord 2011;11:32
16. Alkadhi H, Morsbach F. CT-Koronarangiographie: Genauigkeit und Indikationen. Praxisbuch Herz-CT. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg 2013:63–70
17. Scot-Heart Investigators. CT coronary angiography in patients with suspected angina due to coronary heart disease (SCOT-HEART): an open-label, parallel-group, multicentre trial. Lancet 2015;385:2383–2391
18. Douglas PS, Hoffmann U, Patel MR et al. Outcomes of Anatomical versus Functional Testing for Coronary Artery Disease. New Engl J Med 2015;372:1291–1300
19. Antonopoulos AS, Angelopoulos A, Tsioufis K et al. Cardiovascular risk stratification by coronary computed tomography angiography imaging: current state-of-the-art. Eur J Prev Cardiol 2022;29:608–624
20. Cury RC, Leipsic J, Abbara S et al. CAD-RADS™ 2.0 – 2022 Coronary Artery Disease – Reporting and Data System. Radiol Cardiothorac Imaging 2022;4
21. Si-Mohamed SA, Boccalini S, Lacombe H et al. Coronary CT Angiography with Photon-counting CT: First-In-Human Results. Radiology 2022;303:303–313
22. Kwan AC, Gransar H, Tzolos E et al. The accuracy of coronary CT angiography in patients with coronary calcium score above 1000 Agatston Units: Comparison with quantitative coronary angiography. J Cardiovasc Comput Tomogr 2021;15:412–418
23. Chan K, Wahome E, Tsiachristas A et al. Inflammatory risk and cardiovascular events in patients without obstructive coronary artery disease: the ORFAN multicentre, longitudinal cohort study. Lancet 2024;403:2606–2618
24. Sechtem U, Seitz A, Ong P et al. Management des chronischen Koronarsyndroms. Herz 2022;47:472–482
25. Sechtem et al. Herz 2022; Bergamaschi et al. Diagnostics 2023
26. Sandek A, Hasenfuß G. Geschlechtsspezifische Unterschiede in der Kardiologie. Die Innere Medizin 2023;64:727–735
27. Pellikka PA, Nagueh SF, Elhendy AA et al. American Society of Echocardiography Recommendations for Performance, Interpretation, and Application of Stress Echocardiography. J Am Soc Echocardiogr 2007;20:1021–1041
28. Sicari R, Nihoyannopoulos P, Evangelista A et al. Stress Echocardiography Expert Consensus Statement – Executive Summary: European Association of Echocardiography (EAE). Eur Heart J 2008;30:278–289
29. S1-Leitlinie Myokard-Perfusions-SPECT(-CT). Version: 5.0; Stand: 31.07.2023
30. Greenwood JP, Maredia N, Younger JF et al. Cardiovascular magnetic resonance and single-photon emission computed tomography for diagnosis of coronary heart disease (CE-MARC): a prospective trial. Lancet 2012;379:453–460
31. Silber S, Keller M. Verdacht auf KHK: Wie heute in der hausärztlichen Praxis vorgehen? MMW Fortschr Med 2025;167:42–47
32. Arai AE, Schulz-Menger J, Shah DJ et al. Stress Perfusion Cardiac Magnetic Resonance vs SPECT Imaging for Detection of Coronary Artery Disease. J Am Coll Cardiol 2023;82:1828–1838

© CME-Verlag 2025

Referenten

PD Dr. med. Philipp Nicol
Facharzt für Innere Medizin - Schwerpunkt Kardiologie
KARDIOLOGIE 360° IN MÜNCHEN
Dienerstr. 12
80331 München

PD Dr. med. Teresa Trenkwalder
Klinik für Herz- und Kreislauferkrankungen
TUM Klinikum
Deutsches Herzzentrum
Lazarettstr. 36
80636 München

Veranstalter

CME-Verlag – Fachverlag für medizinische Fortbildung GmbH
Siebengebirgsstr. 15
53572 Bruchhausen
redaktion@cme-verlag.de

Fortbildungspartner

Diese Fortbildung wurde im Erstellungsjahr 2025
von GE HealthCare gesponsert.

Transparenzinformation

Ausführliche Informationen zu Interessenkonflikten und Sponsoring
sind online einsehbar unterhalb des jeweiligen Kursmoduls.

In dieser Arbeit wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit das generische Maskulinum verwendet. Weibliche und anderweitige Geschlechteridentitäten werden dabei ausdrücklich mitgemeint, soweit es für die Aussage erforderlich ist.

Bildnachweis

Titelbild: ©doraclub – Adobe Stock

CME-Test

Die Teilnahme am CME-Test ist nur online möglich.
Scannen Sie den nebenstehenden QR-Code mit Ihrem Mobiltelefon/Tablet oder gehen Sie auf die Website: **www.cme-kurs.de**

Teilnehmer aus Österreich: Die erworbenen CME-Punkte werden gemäß § 14 Abs. 4 Diplom-Fortbildungs-Programm der Österreichischen Ärztekammer (DFP) im gleichen Umfang als DFP-Punkte anerkannt.

© CME-Verlag 2025

CME-Fragebogen

Bitte beachten Sie:
- Die Teilnahme am nachfolgenden CME-Test ist nur online möglich unter: www.cme-kurs.de
- Diese Fortbildung ist mit 2 CME-Punkten zertifiziert.
- Es ist immer nur eine Antwortmöglichkeit richtig (keine Mehrfachnennungen).

Welche Aussage zum Agatston-Score ist korrekt?

- ☐ Es handelt sich um ein invasives Verfahren zur Bestimmung von Koronarstenosen.
- ☐ Der Agatston-Score dient zur Abschätzung des kardiovaskulären Langzeitrisikos.
- ☐ Er ist nur für symptomatische Patienten geeignet.
- ☐ Er ist nur bei hoher Vortestwahrscheinlichkeit aussagekräftig.
- ☐ Er gibt Auskunft über die Funktion des Myokards.

Wann ist die CT-Koronarangiografie (CCTA) als First-Line-Diagnostik besonders empfohlen?

- ☐ Ausschließlich zur Therapiekontrolle bei bekannter KHK
- ☐ Bei extrem hohen kardiovaskulären Risiko
- ☐ Bei Patienten mit niedriger bis intermediärer Vortestwahrscheinlichkeit auf KHK
- ☐ Bei Patienten mit Herzinsuffizienz und reduzierter Ejektionsfraktion
- ☐ Ausschließlich bei Patienten mit Kontraindikationen für Stresstests

Welchen Vorteil weist die CT-Koronarangiografie auf?

- ☐ Sie weist funktionelle Störungen mit hoher Sensitivität und Spezifität nach.
- ☐ Neben Stenosebeurteilung ermöglicht sie die Identifikation vulnerabler Plaques.
- ☐ Sie ist strahlungsfrei.
- ☐ Sie ersetzt die invasive Koronarangiografie.
- ☐ Sie hat eine hohe Auflösung für Störungen der Mikrozirkulation.

Welche Aussage zu innovativen Technologien in der kardialen Bildgebung bei KHK ist korrekt?

- ☐ Künstliche Intelligenz wird in der Auswertung von Koronarkalk bereits routinemäßig eingesetzt.
- ☐ Die Photon-Counting-CT ist ausschließlich für wissenschaftliche Fragestellungen geeignet.
- ☐ Moderne Technologien wie Photon-Counting-CT und KI-gestützte Auswertungen verbessern die diagnostische Präzision und Risikostratifizierung.
- ☐ Perivaskuläres Fettgewebe wird üblicherweise in der Echokardiografie mitbeurteilt.
- ☐ Die Photon-Counting-CT hat in der Versorgungsrealität inzwischen die CT-Koronarangiografie weitgehend verdrängt.

Welche Aussage zur funktionellen Bildgebung bei KHK trifft zu?

- ☐ Sie ist bei niedriger Vortestwahrscheinlichkeit immer die Methode der Wahl.
- ☐ Sie ist bei mäßiger oder hoher Vortestwahrscheinlichkeit geeignet.
- ☐ Funktionelle Verfahren sind in aller Regel strahlenintensiver als CT.
- ☐ Stress-Perfusions-MRT ist in Deutschland flächendeckend verfügbar.
- ☐ Die Myokard-Perfusions-SPECT ist strahlungsfrei.

Welcher Vorteil spricht besonders für die Stress-Perfusions-MRT?

- ☐ Die flächendeckende Verfügbarkeit
- ☐ Sie liefert vor allem anatomische Informationen.
- ☐ Höhere diagnostische Genauigkeit als CT-Verfahren, keine Strahlenbelastung, Gewebedifferenzierung möglich
- ☐ Sie ist preiswerter als alle anderen Verfahren.
- ☐ Sie ersetzt die invasive Koronarangiografie.

© CME-Verlag 2025

CME-Fragebogen (Fortsetzung)

Welche Einschränkung besteht gegenwärtig für die Stress-Perfusions-MRT in der klinischen Routine?

- ☐ Es gibt keine Einschränkungen, das Verfahren ist breit einsetzbar.
- ☐ Es ist bei Patienten mit Kardiomyopathie kontraindiziert.
- ☐ Die hohe Strahlenbelastung
- ☐ Verfügbarkeit ist limitiert, Kostenerstattung ist häufig nicht gewährleistet.
- ☐ Der große Zeitaufwand

Was ist essenziell für die Auswahl des geeigneten bildgebenden Verfahrens bei Verdacht auf KHK?

- ☐ Ausschließlich die Verfügbarkeit der jeweils modernsten Technologie
- ☐ Primär der Patientenwunsch
- ☐ Patientenspezifische Faktoren, klinische Indikation und vorhandene Ressourcen bestimmen die Auswahl.
- ☐ Die invasive Koronarangiografie sollte stets priorisiert werden, sofern nicht vom Patienten abgelehnt.
- ☐ Alle funktionellen Verfahren sind gleichwertig und untereinander austauschbar

Welche Aussage bezüglich der opportunistischen Kalkdetektion in Routine-Thorax-CT ist richtig?

- ☐ Es besteht kein Nutzen, sie führt zu Fehldiagnosen und unnötigen Folgeuntersuchungen.
- ☐ Sie ersetzt eine CT-Koronarangiografie bei symptomatischen Patienten mit intermediärem Risiko.
- ☐ Sie ermöglicht eine Früherkennung von Koronarkalk in bereits vorhandenen CT-Aufnahmen ohne wesentlichen Zusatzaufwand.
- ☐ Die Beurteilung von Koronarkalk ist in konventionellen Thorax-CTs aufgrund der geringen Bildqualität nicht möglich.
- ☐ Sie ist nur bei symptomatischen Patienten sinnvoll.

Welcher der folgenden Aspekte ist bei medikamentösen kardialen Belastungstests zu berücksichtigen?

- ☐ Sie sind völlig risikofrei und benötigen kein Monitoring.
- ☐ Adenosin ist gegenwärtig das bevorzugte Arzneimittel in Deutschland.
- ☐ Bei Dobutamin besteht kein Risiko für Arrhythmien.
- ☐ Medikamentöse Belastungstests können zu unerwünschten Arrhythmien führen und erfordern eine Überwachung der Vitalparameter.
- ☐ Sie können auch in der Hausarztpraxis ohne Monitoring problemlos durchgeführt werden.

 © CME-Verlag 2025