

Abklärung bei vermuteter stabiler koronarer Herzkrankheit

PD Dr. med. Ronny R. Büchel

Klinik für Nuklearmedizin, Herzbildgebung, UniversitätsSpital Zürich



Die Abklärung bei vermuteter koronarer Herzkrankheit ist aufgrund der Vielfalt der heute verfügbaren bildgebenden Modalitäten zunehmend komplex geworden. Dieser Artikel soll einen Überblick geben und aufzeigen, wie durch die richtige Wahl der Untersuchungsmodalität ein möglichst maximaler klinischer Benefit erreicht werden kann.

Einführung

Die Differentialdiagnose bei Patienten, welche sich mit Thoraxschmerzen präsentieren, ist breit gefächert und reicht von relativ benignen Entitäten hin zu potentiell lebensbedrohlichen Erkrankungen. In der Primärversorgung werden in der Schweiz 3–5% der Arztbesuche durch Thoraxbeschwerden verursacht, wobei ca. 20% dieser Patienten an einen Spezialisten oder ans Spital weiterverwiesen werden zur Abklärung bei vermuteter koronarer Herzkrankheit (KHK) [1]. Die diesbezüglichen Abklärungsmöglichkeiten sind vielfältig und haben in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten teils massive technologische Fortschritte erfahren. Gleichzeitig gibt der vermehrte Einsatz dieser Techniken mitunter Anlass zu Bedenken vor dem Hintergrund steigender Gesundheitskosten, aber auch im Hinblick auf angemessene Anwendung und potentielle Gefahren für den Patienten. Der vorliegende Artikel möchte einen pragmatischen Überblick geben zur Abklärung von Patienten mit stabilen Thoraxbeschwerden und vermuteter KHK mit dem Ziel, aufzuzeigen, wie durch die richtige Wahl von Modalitäten (oder deren Kombination) ein möglichst maximaler klinischer Benefit bezüglich Diagnostik und Patientenmanagement erreicht werden kann.

Vortestwahrscheinlichkeit

Die Vortestwahrscheinlichkeit (VTW) für das Vorliegen einer KHK bildet die Grundlage, welche das initiale diagnostische Vorgehen bestimmen sollte. Die aktuellen Richtlinien der «Europäischen Gesellschaft für Kardiologie» erlauben das rasche Abschätzen dieser Wahr-

scheinlichkeit anhand weniger klinischer Merkmale in einer Übersicht (Tab. 13 in [2]). Zu beachten gilt, dass dieses aktuelle Modell (wie auch andere häufig verwendete, wie der AGLA-Score) die Vortestwahrscheinlichkeit weiterhin wahrscheinlich deutlich überschätzen. Basierend auf dem Bayes-Prinzip hängt von der VTW die diagnostische Wertigkeit der einzelnen Untersuchungsmodalitäten ab. Ist die VTW sehr hoch, also über 85%, so kann vom Vorliegen einer KHK als Ursache für die Symptome ausgegangen werden. In diesem Fall muss eine weitere Risikostratifizierung erfolgen, eine Sekundärprävention und v.a. eine medikamentöse anti-ischämische Therapie etabliert werden. Liegt die VTW hingegen unter 15%, so müssen keine weiteren diagnostischen Abklärungen hinsichtlich KHK erfolgen. Dies betrifft Frauen mit atypischer Angina unter 50 Jahren oder mit nicht-anginösen Schmerzen unter 60 Jahren. Die VTW ist dann so tief, dass jeglicher hierfür verfügbare Test bei Positivität die Nachtestwahrscheinlichkeit nicht genügend erhöhen kann, um einen klinischen Benefit daraus zu gewinnen. Bei einer VTW zwischen 15–85% soll schliesslich nicht-invasiv abgeklärt werden. Die primäre Durchführung einer invasiven Koronarangiographie ist dann nicht sinnvoll, da nur bei einem Bruchteil der Patienten eine KHK vorliegt [3]. Als rein diagnostisches Mittel zur Abklärung einer KHK sollte die invasive Koronarangiographie heutzutage vor dem Hintergrund ihrer invasiven Natur, der Strahlenbelastung von bis zu 10 Millisievert (mSv), und schliesslich auch aus Kostengründen nicht mehr eingesetzt werden [4, 5]. Vielmehr gilt es, diejenigen Patienten optimal vorgängig identifizieren zu können, die allenfalls von einer Revaskularisation profitieren können. Die nicht-invasive Bildgebung kann hier einen



Ronny R. Büchel

entscheidenden Beitrag leisten, indem sie die diagnostische Ausbeute einer ggf. indizierten nachfolgenden invasiven Koronarangiographie erhöht und damit deren Einsatz als therapeutische Modalität (nach Ausschöpfen aller medikamentösen Optionen) erst legitimiert [6]. Es kommen hierfür grundsätzlich zwei verschiedene Ansätze zum Tragen: Die nicht-invasive Abklärung mittels Computertomographie (CT) erlaubt eine morphologisch/anatomische Beurteilung der Koronarien. Die nicht-invasive Abklärung mittels funktioneller Modalitäten hingegen ermöglicht (direkt oder indirekt) eine Beurteilung der Myokardperfusion.

CT-Koronarangiographie

Die CT erlaubt einerseits die Detektion und Quantifizierung von Koronarkalk im nativen Verfahren (Kalzium-Scoring), andererseits erlaubt sie unter Verwendung von Kontrastmittel als CT-Koronarangiographie eine exakte morphologische Beurteilung der Koronarien mit sehr hoher Sensitivität für die Detektion von Koronarläsionen (verkalkte und nicht-verkalkte). Die exzellente Sensitivität führt in einer Population mit tiefer bis mittlerer VTW zu einem sehr hohen negativen prädiktiven Wert. Das bedeutet, dass die CT-Koronarangiographie

eine KHK in diesen Fällen mit sehr hoher Sicherheit ausschliessen kann. Der Logik folgend sollte sie also primär dann eingesetzt werden, wenn die VTW für eine KHK unter 50% liegt, wenn das Ziel also vorderhand der Ausschluss einer KHK ist (Abb. 1). Die Spezifität der CT-Koronarangiographie hingegen ist moderat, da sie bei Vorliegen von Koronarverkalkungen dazu führt, dass der Stenosegrad systematisch eher überschätzt wird. Eine gewichtige Stärke der Untersuchung ist die sehr tiefe Strahlenbelastung, welche heutzutage routinemässig im Bereich von 2–3 mSv [7], mit modernsten Scannern aber auch stetig unter 1 mSv zu liegen kommt [8]. Gleichzeitig sind nur sehr geringe Kontrastmittelmengen im Bereich von 30–60 ml nötig.

Nebst dem Ausschluss einer KHK spielt die CT-Koronarangiographie zudem eine wichtige Rolle in der Risikostratifizierung: Sie erlaubt eine sichere Abgrenzung von Patienten mit gänzlich blanden Koronarien gegenüber solchen mit nicht-obstruktiven oder eben obstruktiven Koronarläsionen, was wiederum das weiterführende Therapiemanagement massgeblich beeinflusst. So konnte in einer kürzlich publizierten grossen Studie mit über 13 000 Patienten gezeigt werden, dass Patienten mit ausgeprägten Koronarverkalkungen deutlich stärker von einer prophylaktischen Statintherapie hinsichtlich der Verhinderung von künftigen kardiovaskulären Ereignissen profitieren als Patienten mit wenig oder gar keinen Koronarverkalkungen [9]. Auch bei der Auswahl von Patienten, die von einer prophylaktischen Gabe von Aspirin profitieren können, scheint das Vorhandensein bzw. die Ausprägung von Koronarverkalkungen eine wesentliche Rolle zu spielen, was den Stellenwert der personalisierten Risikostratifizierung mittels CT weiter in den Vordergrund rückt [10]. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund kürzlich publizierter Studien (ASPREE, ARRIVE, ASCEND), welche den Nutzen einer (generellen) primärprophylaktischen Gabe von Aspirin klar in Frage stellen. Wichtige Voraussetzung und mitunter Limitation für die CT-Koronarangiographie ist die optimale Patientenselektion und -vorbereitung. Ein tiefe Herzfrequenz (ideal <65/min) sollte das Ziel sein, was häufig nur mit dem Einsatz von Betablockern erreicht werden kann. Die CT-Koronarangiographie ist nicht geeignet bei Patienten mit gehäuften Extrasystolen, Tachyarrhythmien, ungenügender Möglichkeit, die Herzfrequenz mittels Betablocker zu senken, schwer eingeschränkter Nierenfunktion oder bei bekannten schweren Allergien auf jodhaltige Kontrastmittel. Ebenso ist die Modalität für sich alleine genommen nicht geeignet bei Patienten mit bekannter KHK und stattgehabter Revaskularisation – es sei denn als Ergänzung zu einer funktionellen Abklärung im Sinne einer hybriden Bildgebung.

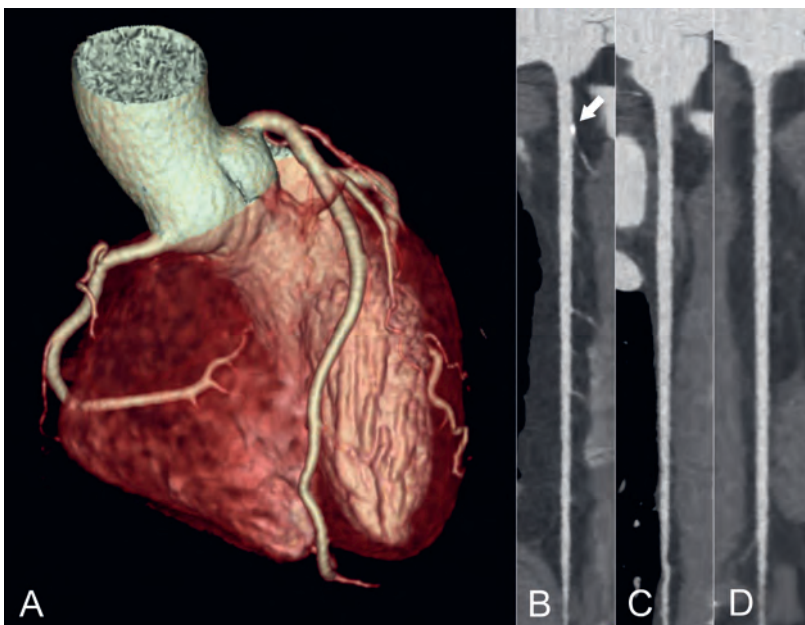


Abbildung 1: Nicht-invasive Abklärung einer 64-jährigen Frau mit atypischer Angina pectoris (Vortestwahrscheinlichkeit ca. 28%) mittels CT-Koronarangiographie. Das Volume Rendering (A) zeigt eine normale Koronaranatomie, während in den multiplanaren Rekonstruktionen des R. interventricularis anterior (RIVA, B), des R. circumflexus (RCX, C) und der A. coronaria dextra (ACD, D) eine kleine und verkalkte, aber nicht-obstruktive Koronarplaque mit einer Lumeneinengung <20% im proximalen RIVA ersichtlich wird. Eine obstruktive koronare Herzkrankheit als Ursache für die Beschwerden ist damit ausgeschlossen. BMI 24 kg/m². Effektive Strahlenbelastung 0,6 mSv. Kontrastmittelmenge 40 ml.

Anatomie versus Funktion

Die Diagnose der KHK ist nach wie vor definiert über einen Stenosegrad [2]. Diese Definition ist und bleibt problematisch, da der morphologisch bestimmte Schweregrad einer Lumeneinengung in den meisten Fällen keine Rückschlüsse auf die konsekutive hämodynamische Relevanz erlaubt. Ob eine Ischämie vorliegt, lässt sich bei einem Stenosegrad <90% nicht akkurat vorhersagen (Abb. 2) [11]. Konkret heisst das, dass im Fall einer anatomisch/morphologisch, z.B. mittels der CT-Koronarangiographie, nachgewiesenen Stenose zwischen 50 und 90% ein funktioneller Test notwendig ist, um deren hämodynamische Relevanz beurteilen zu können. Die funktionellen Tests sind aber auch dann als primäre Modalitäten wichtig, wenn vorderhand deutliche Koronarverkalkungen zu erwarten sind, oder wenn die VTW zwischen 50–85% liegt.

Stress-Elektrokardiogramm

Seit Jahrzehnten ist das Stress-Elektrokardiogramm (Stress-EKG) eine der am häufigsten eingesetzten nicht-invasiven Modalitäten im Rahmen der KHK-Abklärung aufgrund seiner guten Verfügbarkeit, der niedrigen Kosten und der fehlenden Strahlenbelastung. Allerdings ist seine diagnostische Wertigkeit im besten Fall moderat. Insbesondere seine Sensitivität ist mit 45–50% besorgniserregend tief. Dies hat dazu geführt, dass z.B. die aktuellen NICE-Richtlinien für das Vereinigte Königreich empfehlen, das Stress-EKG zur Abklärung bei vermuteter KHK gar nicht mehr einzusetzen [12]. Unbestritten bleibt allerdings die prognostische Wertigkeit des Stress-EKGs [13].

Stress-Echokardiographie

Wie das Stress-EKG ist auch die Stress-Echokardiographie gut verfügbar und geht nicht mit einer Strahlenbelastung einher. Sie beruht auf der Detektion von Ischämie-bedingten myokardialen Wandbewegungsstörungen, welche allerdings – wie auch EKG-Veränderungen – relativ spät in der Ischämiekaskade auftreten. Die Sensitivität ist daher wahrscheinlich etwas tiefer als diejenigen der nachfolgend beschriebenen Perfusionsabklärungen. Hingegen ist sie sehr spezifisch, sofern denn das Schallfenster eine gute Bildqualität erlaubt. Letztere ist nebst der Untersucherabhängigkeit die Hauptlimitation dieser Modalität, da auch unter Verwendung von Kontrastmittel die Qualität ungenügend bleiben kann und weiter auch Linksschenkelblock, Extrasystolie oder Vorhofflimmern die Beurteilung der Wandmotilität erschweren können.

Magnetresonanztomographie

Die Magnetresonanztomographie (MRI) des Herzens ist aufgrund ihrer exzellenten Darstellung von Weichteilgewebe mit hohem Kontrast und mit guter räumlicher Auflösung prädestiniert für die Untersuchung des Herzens und der Klappen. Insbesondere für die Evaluation der links- und rechtsventrikulären Funktion stellt sie den Goldstandard dar. Auch Fibroseareale (z.B. nach stattgehabtem Myokardinfarkt) sind, nach Applikation von Gadolinium-haltigen Kontrastmitteln, gut detektierbar. Schliesslich ist mittels der sogenannten «First-pass»-Untersuchung eine Möglichkeit zur direkten Beurteilung der Myokardperfusion gegeben. Zu beachten gilt, dass für die Perfusionsanalyse die räumliche Auflösung tiefer ausfällt als z.B. bei der Beurteilung der Wandbewegung (ca. 1,5 bis 2,5 × 1,5 bis 2,5 mm) und dass das linksventrikuläre Myokard in der Routine lediglich in drei bis vier Schichten abgebildet wird. So kann z.B. die Perfusion apikal/periapikal nicht immer mitbeurteilt werden. Nachdem viele Jahre die MRI als völlig unbedenklich betrachtet wurde, haben sich in der jüngeren Vergangenheit die Hinweise gehäuft, dass auch mit MRI-Untersuchungen potentielle Risiken für die Patienten einhergehen: Einerseits hat sich gezeigt, dass gewisse Gadolinium-haltige Kontrastmittel sich im Gehirn anreichern mit bislang ungewissem Effekt. In diesem Zuge wurden für die linearen Gadolinium-haltigen Kontrastmittel die europäischen und nordamerikanischen Zulassungen zwischenzeitlich sistiert. Ebenso ungewiss sind die Auswirkungen von DNA-Doppelstrangbrüchen, welche nach Herz-MRI-Untersuchungen nachgewiesen wurden [14]. Die Indikation für eine Herz-MRI sollte daher

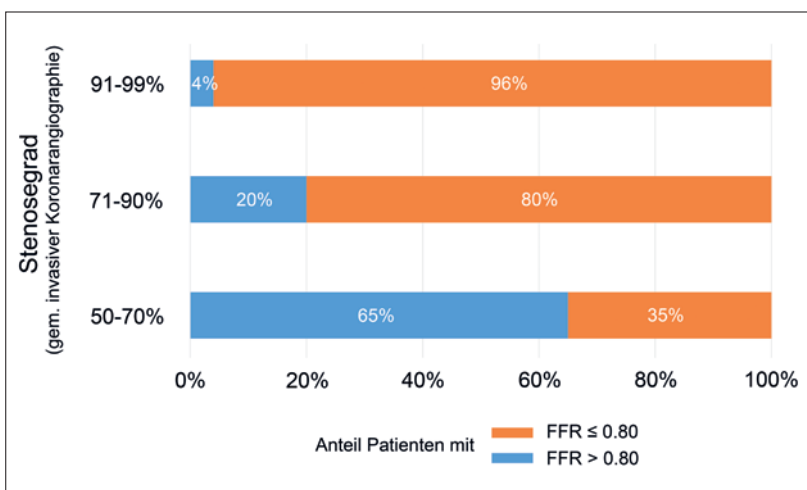


Abbildung 2: Anteil der Patienten mit normaler und pathologischer fraktioneller Flussreserve (FFR) gemäss Stenosegrad. Eine FFR ≤ 0,8 spricht für das Vorliegen einer Ischämie und damit für hämodynamische Relevanz. (Quelle der Daten: [11].)

wie bei Untersuchungen mit ionisierenden Strahlen gut begründet sein. Die Herz-MRI ist nicht geeignet für Patienten mit Klaustrophobie oder eingeschränkter Kooperationsfähigkeit (Atemanhalten), mit Allergien gegen Gadolinium-haltige Kontrastmittel, mit Extrasystolie oder Vorhofflimmern und für solche mit schwer eingeschränkter Nierenfunktion.

Einzelphotonen-Emissions-Computertomographie

Die Beurteilung der Myokardperfusion mittels Einzelphotonen-Emissionscomputertomographie (SPECT) beruht auf dem Prinzip der perfusionsabhängigen Radionuklidaufnahme (meist ^{99m}Tc Technetium gelabelte Tracer) in viablen Myozyten und der nachfolgenden Detektion der beim Zerfall des Radionuklids ausgesendeten Gammastrahlung. Ein Vorteil der Myokardperfusion-SPECT ist die Möglichkeit, verschiedenste Stressmethoden anzuwenden: Physikalische Belastung (Laufband oder Ergometer) ist genauso möglich wie pharmakologische Belastung mit Dobutamin oder Vasodilatoren (Regadenoson, Adenosin oder Dipyridamol). Lediglich mit Ausnahme von schwangeren Patientinnen lässt sich mit der SPECT praktisch jeder Patient vollumfänglich abklären. Eine weitere Stärke der Methode ist die sehr robuste

Datenlage hinsichtlich der diagnostischen und prognostischen Wertigkeit aufgrund der jahrzehntelangen Erfahrung [15]. Im Gegensatz zur Herz-MRI erlaubt die SPECT eine dreidimensionale Perfusionsabklärung des gesamten Herzens und damit eine sehr akkurate Bestimmung der Ischämiebelastung. Die Strahlenbelastung für eine kombinierte Ruhe-/Stress-Perfusionsabklärung mittels SPECT liegt im europaweiten Mittel bei 8–9 mSv. Mit modernen Geräten (mit Cadmiumzinktellurid-basierten Detektoren) sind routinemässig 5 mSv üblich.

Positronen-Emissions-Tomographie

Anders als bei der MRI und der SPECT, wo die Detektion eines minderperfundierte Myokardareals immer an das Vorhandensein eines (mutmasslich) normal perfundierte Referenzareals gebunden ist (relative Perfusionsabklärung), erlaubt die Positronen-Emissions-Tomographie (PET) zusätzlich auch eine absolute Quantifizierung des myokardialen Blutflusses (in ml Blut pro Myokardmasse und Zeit) (Abb. 3). Dies erlaubt auch die Detektion von globalen Störungen der Myokardperfusion, z.B. bei diffusen Mikrozirkulationsstörungen oder bei ausgeglichenen Ischämieverhältnissen bei koronarer Dreifässerkrankung und ist u.a. nebst der exzellenten Bildqualität Grund für die diagnostische

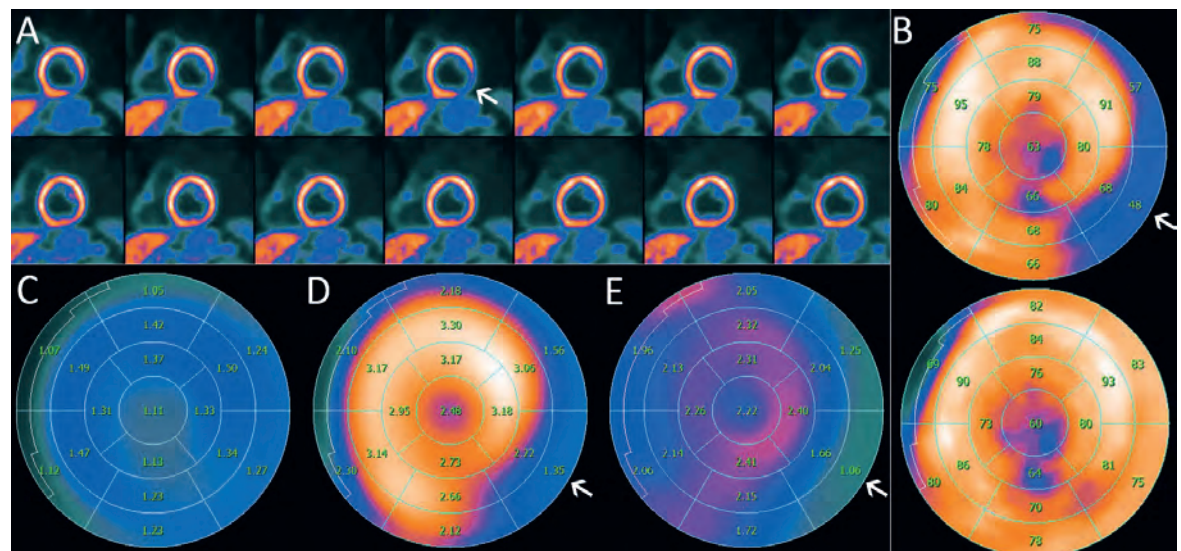


Abbildung 3: 13N-Ammoniak-Myokardperfusion-Positronen-Emissions-Tomographie einer 73-jährigen Patientin mit typischer Angina pectoris (Vortestwahrscheinlichkeit 68%). Die semiquantitative Auswertung der Untersuchung zeigt in den ausgewählten Kurzachsen (A) eine relative Minderperfusion (blau/violett) unter Stimulation mit Adenosin (obere Reihe) in der lateralen und inferolateralen Wand (weisser Pfeil) des linksventrikulären Myokards, wohingegen in Ruhe (untere Reihe) eine allseits homogene (gelb) Perfusion zur Darstellung kommt. Das Ausmass dieser Ischämie kommt in den polar plots (B; oben mit Adenosin, unten in Ruhe) gut zur Darstellung (weisser Pfeil). Die quantitative Auswertung in Ruhe (C) zeigt weitgehend normale Ruheflusswerte um 1,2 ml/min/g, während die hyperämischen Flusswerte (D) unter Adenosin laterobasal bis inferolateral (weisser Pfeil) pathologisch tief sind, was konsekutiv zu einer pathologisch verminderten (<2,0) koronaren Flussreserve (E) in diesen Arealen (weisser Pfeil) führt. Die Patientin hat folglich eine Ischämie im mutmasslichen Versorgungsgebiet des Ramus circumflexus als Ursache für ihre Beschwerden und damit liegt eine relevante obstruktive koronare Herzkrankheit vor.

Wertigkeit, welche diejenige der anderen Perfusionsabklärungen übersteigt [16]. Entgegen der weitverbreiteten Meinung ist die Strahlenbelastung der Perfusionsabklärung mittels PET deutlich tiefer als jene der SPECT und liegt – je nach Tracer und Detektoren – im Bereich von 1–3 mSv. Allerdings ist die Myokardperfusions-PET auch eine technisch relativ anspruchsvolle Untersuchung mit entsprechend eingeschränkter Verfügbarkeit und vergleichsweise höheren Kosten.

Vergleich der Modalitäten und Empfehlungen

Wie im Ansatz erwähnt, bringt jede der beschriebenen Abklärungsmodalitäten unterschiedliche Vor- und Nachteile mit sich, birgt mitunter aber auch potentielle Gefahren. Gleichzeitig erfolgt die KHK-Abklärung bei stabilen Thoraxschmerzen meist hochelektiv. Umso essentieller ist daher in der Abklärung der KHK die optimale, patientenspezifische Wahl der Untersuchungsmodalität. Nicht nur um einen möglichst grossen Ertrag im Hinblick auf diagnostische und prognostische Wertigkeit zu erzielen, sondern auch im Sinne einer Risikominimierung. Keine der genannten Modalität stellt in jedem Fall die beste Wahl dar! Zwar werden in der jüngeren Literatur immer wieder und gerne Vergleiche hinsichtlich der diagnostischen Genauigkeit der verschiedenen Modalitäten gezogen

mit allerdings sich oft widersprechenden Resultaten. Entsprechend gross sind die Überlappungen von Sensitivität und Spezifität der einzelnen Modalitäten. Unbestritten ist, dass der negative prädiktive Wert der CT-Koronarangiographie bei tiefer bis mittlerer VTW derart hoch ist, dass sie ein ideales Werkzeug zum Ausschluss der KHK darstellt. Gleichzeitig scheint die Flussquantifizierung mittels PET ein entscheidender Vorteil gegenüber SPECT und MRI zu sein [17]. Hingegen ist, mit Ausnahme des Stress-EKGs, die diagnostische Wertigkeit der übrigen, oben genannten Modalitäten, wahrscheinlich in geübten Händen etwa vergleichbar. Dies allerdings immer unter der Voraussetzung, dass eine adäquate Belastung der Patienten erreicht werden kann. Gerade die bildgebenden Perfusionsabklärungen bieten hier Vorteile, da auch rein physikalisch nicht belastbare Patienten mittels pharmakologischer Stimulation mit Vasodilatoren oder Dobutamin adäquat gestresst werden können. Angesichts der erwähnten Eigenheiten der Modalitäten, greift der reine Vergleich von Sensitivität und Spezifität allerdings zu kurz und erweist sich als wenig hilfreich für generell gültige Empfehlungen. Dies drückt sich auch in den aktuell gültigen Richtlinien der «Europäischen Gesellschaft für Kardiologie» (ESC) aus, welche zwar zur Abklärung bei vermuteter KHK einen bildgebenden Test empfehlen, aber sich nicht darauf festlegen, welcher dies sein soll [2].

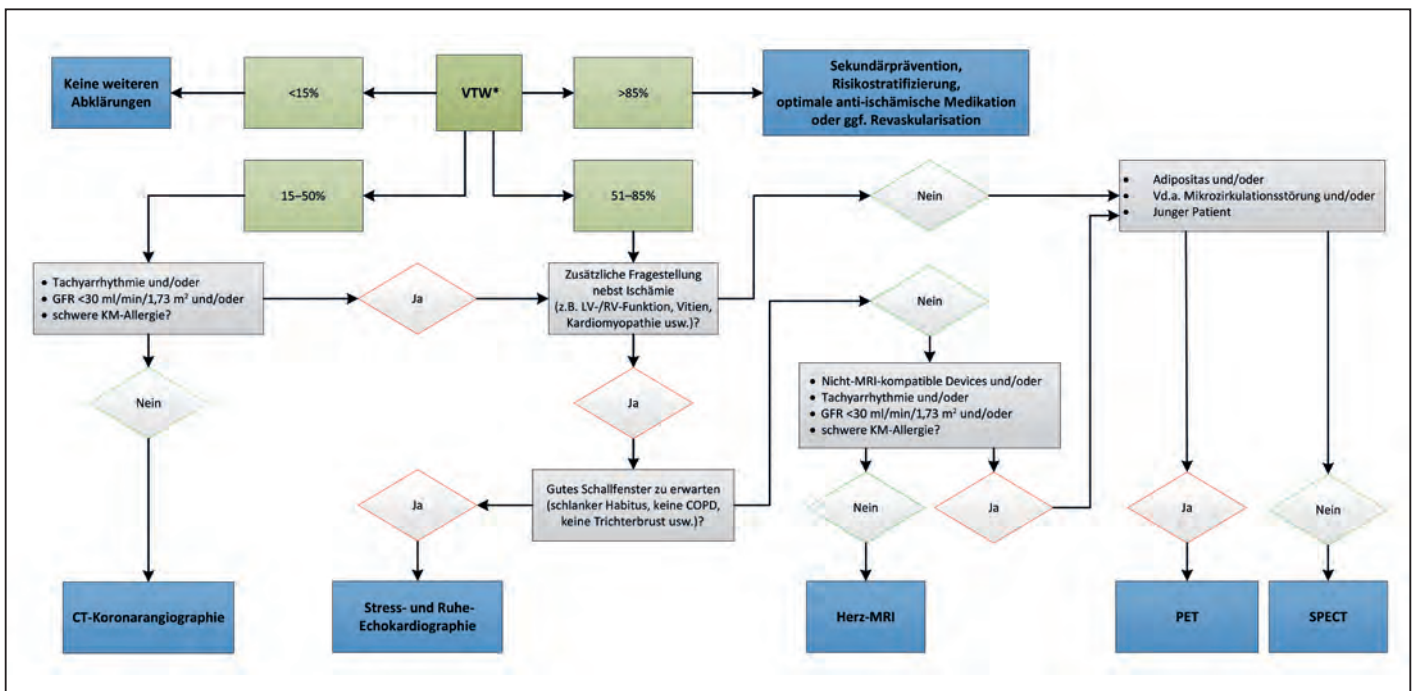


Abbildung 4: Empfehlung zum Abklärungsalgorithmus bei Verdacht auf koronare Herzkrankheit.

* Vortestwahrscheinlichkeit gemäss Tabelle 13 der ESC-Guidelines 2013 zum Management der stabilen koronaren Herzkrankheit [2].

Korrespondenz:
PD Dr. med. Ronny R. Büchel
Klinik für Nuklearmedizin
UniversitätsSpital Zürich
Rämistrasse 100
CH-8091 Zürich
ronny.buechel[at]usz.ch

Vor diesem Hintergrund und wegen der Vielzahl von patientenspezifischen Gegebenheiten, die es miteinzubeziehen gilt, aber auch aufgrund der teils rasanten technischen Entwicklungen in den verschiedenen Gebieten gestaltet sich die Wahl der optimalen Modalität insbesondere für Primärversorger, aber auch für niedergelassene Kardiologen nicht immer einfach.

Abbildung 4 stellt den Versuch dar, basierend auf der VTW, eine pragmatische Wegleitung hin zur Wahl der

optimalsten ersten Bildgebung in der Abklärung bei vermuteter KHK zu geben. Es gilt zu beachten, dass der dargestellte Algorithmus nicht alle Eventualitäten abzudecken vermag und keine Hinweise darauf gibt, welche weiteren diagnostischen und allenfalls therapeutischen Schritte nach erfolgter Erstabklärung nötig sein können. Erschwerend kommt hinzu, dass nicht selten auch eine Kombination von verschiedenen Modalitäten in Form von hybrider Bildgebung, z.B. als SPECT/CT, PET/CT oder PET/MR in Betracht gezogen werden muss. Es ist daher schlussendlich oft der multimodale kardiale Imaging-Experte, der als Ansprechperson dienen kann. Er oder sie wird im optimalen Fall alle bildgebenden Modalitäten mit grosser Expertise beherrschen oder zumindest uneingeschränkt Zugriff darauf haben, um möglichst objektiv ein diagnostisches Vorgehen zu empfehlen, welches im Sinne von moderner und effektiver «precision medicine» optimal auf den Patienten und dessen Fragestellung zugeschnitten ist.

Disclosure statement

Der Autor hat keine finanziellen oder persönlichen Verbindungen im Zusammenhang mit diesem Beitrag deklariert.

Literatur

Die vollständige Literaturliste finden Sie in der Online-Version des Artikels unter <https://doi.org/10.4414/smfm.2019.08335>.

Das Wichtigste für die Praxis

- Ausgangspunkt für jegliche weitere Abklärung bei vermuteter koronarer Herzkrankheit ist die Vortestwahrscheinlichkeit.
- Eckpfeiler einer optimalen Abklärungsstrategie ist die differentielle Bildgebung, d.h. aus einem multimodalen Spektrum verschiedener Modalitäten mit ganz unterschiedlichen Ansätzen gilt es, diejenige(n) heranzuziehen, die für einen spezifischen Patienten die bestmögliche Antwort liefern kann.
- Das Schema in Abbildung 4 kann als pragmatischer Wegweiser für die Wahl der primären Abklärung dienen.
- Wichtigste Ansprechperson ist die Expertin oder der Experte auf dem Gebiet der multimodalen Herzbildgebung mit Expertise in allen Modalitäten.