

Stabile Angina pectoris: nicht-invasive Diagnostik

Rolf Handschin, Peter Rickenbacher

Kardiologie, Medizinische Universitätsklinik, Kantonsspital, Bruderholz

Quintessenz

- Für die initiale Abklärung einer vermuteten koronaren Herzkrankheit werden eine klinische Untersuchung, ein Ruhe-EKG, Laboruntersuchungen sowie bei intermediärer Vortestwahrscheinlichkeit ein nicht-invasiver Ischämietest empfohlen.
- Primär wird bei Patienten mit normalem Ruhe-EKG ein einfaches Belastungs-EKG durchgeführt. Dies gilt für beide Geschlechter.
- Bei Patienten, die physikalisch nicht belastet werden können oder die ein pathologisches Ruhe-EKG aufweisen, wird ein bildgebendes nicht-invasives Verfahren gewählt.
- Die bildgebenden nicht-invasiven Verfahren weisen eine höhere diagnostische Genauigkeit auf, sind aber mit einem grösseren Aufwand, höheren Kosten und zum Teil mit Strahlenbelastung verbunden.

Einführung

Grundlage der Diagnostik bei vermuteter koronarer Herzkrankheit (KHK) mit stabiler Angina pectoris (AP) ist die sorgfältige Anamnese bezüglich Symptomcharakter, kardiovaskulärer Risikofaktoren und Komorbidität, ergänzt durch körperliche Untersuchung, Ruhe-EKG, Laboruntersuchung und evtl. Röntgenbild des Thorax [1, 2]. Die klinische Untersuchung ist oft unauffällig, kann jedoch zum Beispiel Hinweise auf andere Manifestationen einer Arteriosklerose, eine Herzinsuffizienz oder eine valvuläre Herzkrankheit geben. Das Ruhe-EKG wird bei rund der Hälfte der Fälle von vermuteter AP normal sein. Pathologische Q-Wellen oder typische Repolarisationsstörungen weisen auf eine KHK hin, andere abnorme Befunde können differentialdiagnostisch weiterhelfen. An Blutuntersuchungen werden Blutbild, Glukose, Kreatinin, Gesamtcholesterin, HDL-Cholesterin, LDL-Cholesterin und Triglyzeride empfohlen. Das Thorax-Röntgenbild ist schliesslich in dieser Situation von beschränktem diagnostischem Nutzen und wird bei zusätzlichem Verdacht auf eine Herzinsuffizienz, valvuläre Herzkrankheit oder pulmonale Pathologie veranlasst.

Aufgrund der gewonnenen Informationen stellt sich für Patient und Arzt gleichermassen die Frage «Ist es das Herz?». Gelegentlich kann diese Frage, zum Beispiel bei anamnestisch eindeutig nicht-kardialen Thoraxschmerzen und tiefem Risikoprofil, klar mit Nein beantwortet werden, und eine weitere kardiale Diagnostik ist nicht erforderlich. Bei weiterbestehendem Verdacht auf eine

AP ist eine erste Abschätzung der Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen einer signifikanten KHK («Vortest-Wahrscheinlichkeit») aufgrund des Geschlechts, des Alters und des Symptomcharakters (Abb. 1) für die Planung der weiteren Abklärung sinnvoll [1–3]. Gemäss dem Bayes-Theorem ist die Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen einer Krankheit bei einem positiven oder negativen diagnostischen Test nicht nur abhängig von der Sensitivität und Spezifität dieses Tests, sondern auch von der Vortest-Wahrscheinlichkeit der Krankheit. Die «Nachttest-Wahrscheinlichkeit» ist direkt proportional zur Vortest-Wahrscheinlichkeit und zur Sensitivität eines Tests und indirekt proportional zur Spezifität des Tests. Da die verfügbaren nicht-invasiven Tests zur Abklärung der KHK eine suboptimale Sensitivität und Spezifität aufweisen, sind sie bei intermediärer Wahrscheinlichkeit besonders aussagekräftig für das Vorliegen einer KHK (individuell, ca. zwischen 10–15% und 85–90%), während sie eine sehr hohe oder sehr tiefe Vortest-Wahrscheinlichkeit nicht wesentlich modifizieren können. Diese Überlegungen sind am Beispiel des Belastungs-EKG in den Abbildungen 2 und 3 illustriert.

Bei KHK mit stabiler AP führt eine obstruktive arteriosklerotische Plaque in der Wand einer epikardialen Koronararterie zu einer Verminderung des Gefässdurchmessers (>50–70%) und damit zu einer Verminderung der regionalen Blutflussreserve des Myokards. Bei vermehrtem myokardialen Sauerstoffbedarf, wie zum Beispiel bei körperlicher Belastung, kommt es zu einem Missverhältnis zwischen Zufuhr und Bedarf. Dies löst die typische Sequenz der «Ischämiekaskade» aus, an deren Ende wie in Abbildung 4 dargestellt die AP steht [4].

Die heute in der Klinik verfügbaren Tests zum Nachweis einer KHK weisen entweder eine Koronaratheromatose/-stenose bildmorphologisch nach (invasive Koronarangiographie, nicht-invasive Angiographie im Computer- [CT] oder Magnetresonanztomographen [MRT]), koronarer Kalzium-Score im CT), stellen ein myokardiales Perfusionsdefizit dar (Myokardperfusionsszintigraphie [MPS], Myokardperfusion-Magnetresonanztomographie [PMRT]) oder lassen ischämiebedingte Veränderungen der elektrischen Eigenschaften und der Funktion des Myokards erkennen (Belastungs-EKG, Stress-Echokardiographie, Dobutamin-Stress-Magnetresonanztomographie [DSMRT]). Die nicht direkt die Koronararterien darstellenden Tests werden auch als funktionelle Tests bezeichnet. Die Fähigkeit eines Tests, eine KHK nachzuweisen, wird immer an der invasiven Koronarangiographie als «Goldstandard» gemessen.



Rolf Handschin

Die Autoren erklären, dass sie keine Interessenkonflikte im Zusammenhang mit diesem Beitrag haben.

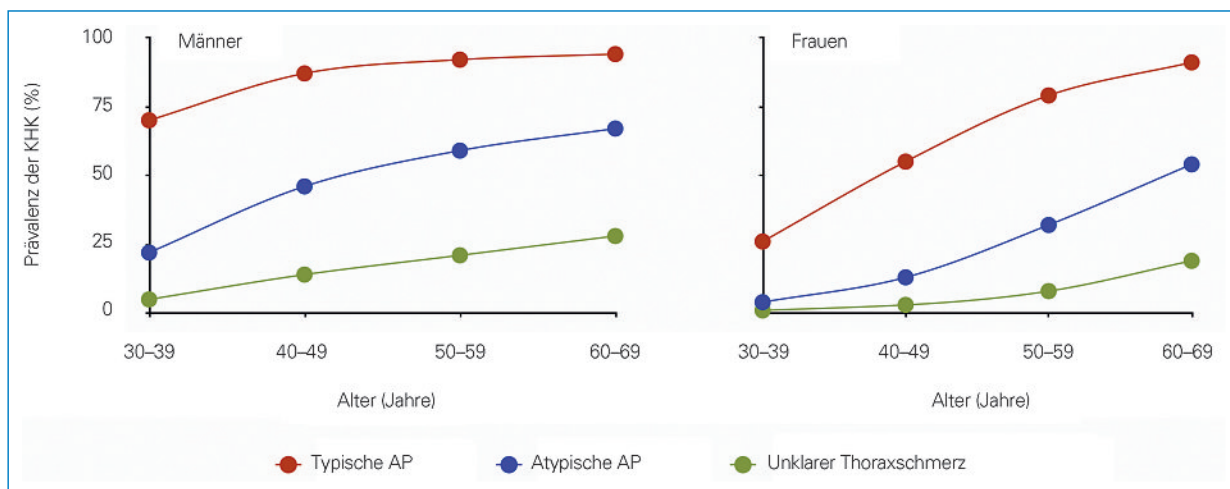


Abbildung 1

Prävalenz der KHK in Abhängigkeit von Geschlecht, Alter und Symptomcharakter (modifiziert nach [3]).

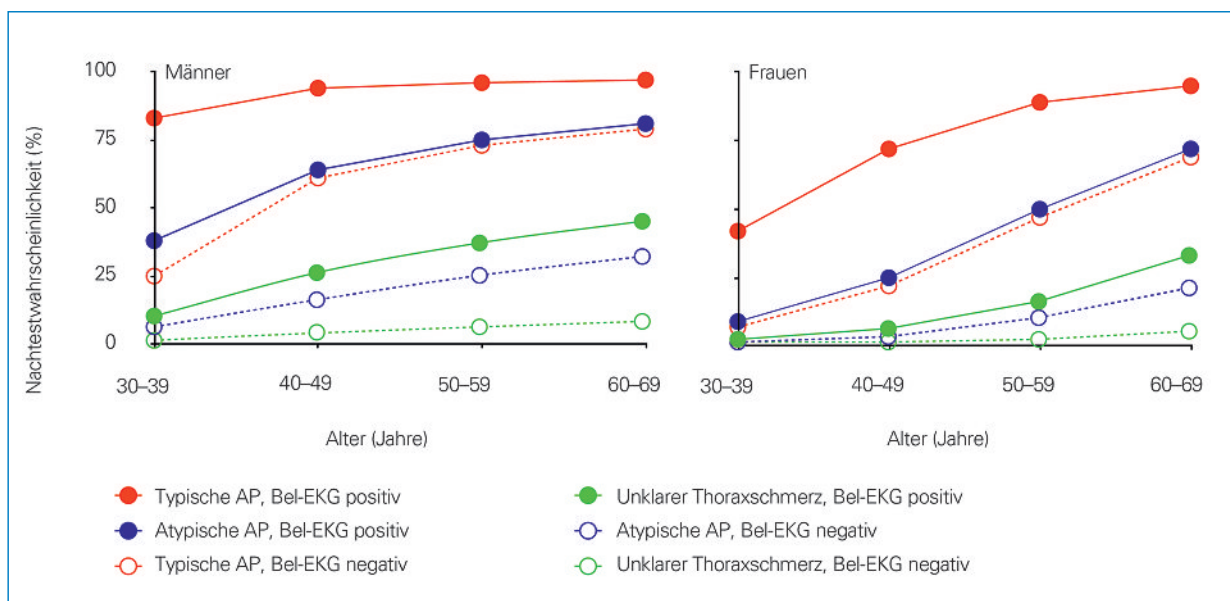


Abbildung 2

Nachtest-Wahrscheinlichkeit für KHK aufgrund klinischer Kriterien und unter Einbezug des Resultats des Belastungs-EKG (modifiziert nach [1]). Bel-EKG = Belastungs-EKG.

Die einzelnen Tests ermöglichen nicht nur den Nachweis einer KHK, sondern auch gewisse prognostische Aussagen und können damit die therapeutische Strategie beeinflussen. Im folgenden Abschnitt werden Testprinzip, Indikationen und Kontraindikationen, Vor- und Nachteile sowie Sensitivität und Spezifität der einzelnen nicht-invasiven Modalitäten zusammengefasst (Tab. 1 [↔](#)).

Belastungsmethoden

Alle funktionellen Tests bedienen sich einer körperlichen (physikalischen) oder pharmakologischen Belastung. Bei der Fahrrad- oder Laufband-Ergometrie wird physikalisch belastet. Dies führt via Herzfrequenzanstieg und Kontraktilitätszunahme zu einer Erhöhung des myokardialen Sauerstoffverbrauchs. Auch die Stress-Echokardiographie und das MPS werden wenn immer

möglich mit einer physikalischen und damit physiologischen Belastung kombiniert.

Nicht alle Patienten sind aber, zum Beispiel aus orthopädischen Gründen oder bei peripher-arterieller Verschlusskrankheit, in der Lage, die für einen aussagekräftigen Test erforderliche körperliche Leistung zu erbringen. In diesen Fällen ist eine pharmakologische Belastung, immer in Kombination mit einer der nachfolgend beschriebenen bildgebenden Methoden, notwendig. In der Regel wird bei der Stress-Echokardiographie und der DSMRT zur Simulation einer körperlichen Belastung Dobutamin (bei ungenügendem Herzfrequenzanstieg kombiniert mit Atropin) als inotrop- und chronotrop-positiv wirkender Stressor verwendet. Ein ganz anderes «Belastungs»-Prinzip wird bei Untersuchungen der Myokardperfusion angewandt: Hier wird mit Adenosin (oder Dipyridamol) eine Vasodilatation der gesunden Koronargefäße provo-

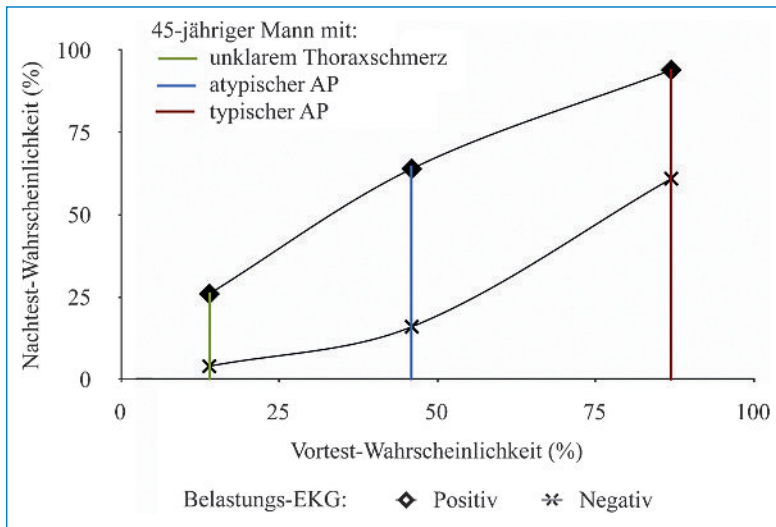


Abbildung 3 Vor- und Nachtest-Wahrscheinlichkeit für KHK aufgrund klinischer Kriterien und unter Einbezug des Resultates des Belastungs-EKG am Beispiel eines 45-jährigen Mannes. Der grösste diagnostische Nutzen des Belastungs-EKG besteht bei intermediärer Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen einer KHK: bei atypischer AP liegt die Vortest-Wahrscheinlichkeit im vorliegenden Beispiel bei 46%. Die Nachtest-Wahrscheinlichkeit steigt bei einem positiven Test (ST-Senkung 0,1–0,14 mV) auf 64% und sinkt bei negativem Test (ST-Senkung <0,04 mV) auf 16%.

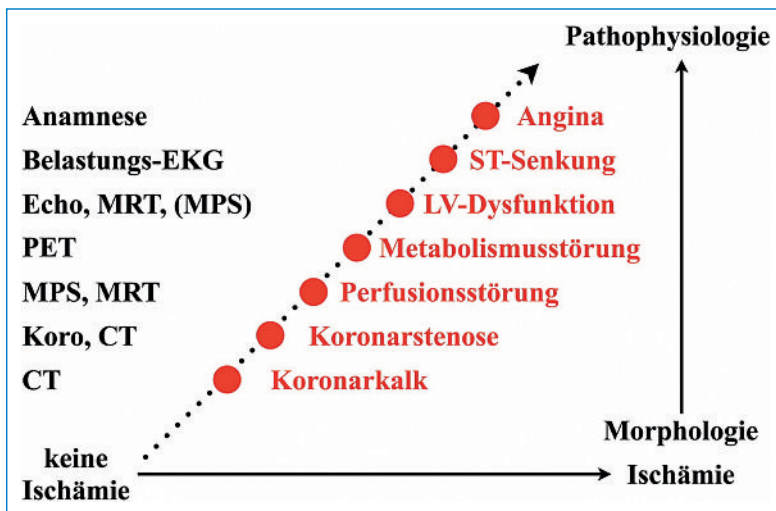


Abbildung 4 Ischämische Kaskade. Die aufgeführten morphologischen Veränderungen führen erst bei fortgeschrittenem Schweregrad zu Manifestationen einer Myokardischämie, welche mit nicht-invasiven Belastungstests zu einem unterschiedlichen Zeitpunkt erfasst werden (modifiziert nach [4]).

Echo = Stress-Echokardiographie; MRT = kardiale Magnetresonanztomographie; MPS = Myokardperfusionsszintigraphie; PET = Positronen-Emissions-Tomographie; Koro = Koronarangiographie; CT = Computertomographie; LV-Dysfunktion = linksventrikuläre Dysfunktion.

ziert, worauf sich durch einen «Steal-Effekt» minderperfundierte Myokardareale von gesunden unterscheiden lassen.

Eine physikalische oder pharmakologische Belastung sollte zur Erhöhung der diagnostischen Aussagekraft ohne antiischämische Therapie erfolgen. Die Adenosinbelastung erfordert zudem vor der Untersuchung den Verzicht auf Kakao-, Koffein- oder Teein-haltige Speisen und Getränke, damit die Adenosinwirkung nicht antagonisiert wird.

Komplikationen treten bei gut selektioniertem Patientengut sowohl bei der physikalischen wie der pharmakologischen Belastung selten auf. Bei der physikalischen Belastung wird das Risiko von Myokardinfarkt und Tod mit 0,036 bzw. 0,005% angegeben [5]. Auch die pharmakologischen Belastungsmethoden sind trotz häufiger milder Nebenwirkungen sicher. Unter hochdosiertem Dobutamin kommt es in 3–4% zu meist selbstlimitierenden Kammertachykardien. Unter Adenosin sind Bronchospasmen bei Asthmapatienten und in 4% höhergradige AV-Blockierungen zu beobachten. Allgemein gelten als absolute Kontraindikationen für eine physikalische oder pharmakologische Belastung ein akuter Myokardinfarkt, eine akute Lungenembolie, eine Aortendissektion, symptomatische Arrhythmien, eine symptomatische schwere Aortenklappenstenose und eine akute Myokarditis. Medikamentenbezogene, spezifische Kontraindikationen sind zusätzlich für Dobutamin eine ungenügend kontrollierte arterielle Hypertonie (systolisch >200 mm Hg, diastolisch >110 mm Hg) und für Adenosin eine Hypotonie (systolisch <90 mm Hg), ein schlecht kontrolliertes Asthma bronchiale und höhergradige AV-Blockierungen. Für beide gilt zudem die instabile AP als Kontraindikation.

Belastungs-EKG

Die einfache Durchführbarkeit, hohe Verfügbarkeit und das gute Kosten-Nutzen-Verhältnis machen das Belastungs-EKG zur ersten Wahl bei der Abklärung einer stabilen AP. Der unter physikalischer Belastung erhöhte Sauerstoffverbrauch kann bei höhergradigen Koronarstenosen zu einer Myokardischämie führen. Es werden Symptome, die körperliche Leistungsfähigkeit, das hämodynamische Verhalten und EKG-Veränderungen (ST-Strecke, Arrhythmien) in die Beurteilung miteinbezogen, wobei zur Diagnose einer Ischämie neben den klinischen Symptomen vor allem die ST-Strecken-Veränderungen (≥1 mm horizontale oder deszendierende ST-Strecken-Senkung oder -Hebung für ≥60–80 msec nach Ende des QRS-Komplexes während oder nach Belastung) dienen. Der diagnostische Wert des Belastungs-EKG liegt in der relativ hohen Spezifität, während die Sensitivität tiefer liegt als bei bildgebenden Methoden. Im Durchschnitt weist der Test in Metaanalysen eine Sensitivität von 68% und eine Spezifität von 77% zur Detektion von Koronarstenosen ≥50% auf [1, 2]. Eine prospektive Analyse an Patienten mit möglichst geringem Zuweisungs-Bias ergab eine Sensitivität von 45% und eine Spezifität von 85% [6]. Die Integration von Blutdruck- und Herzfrequenzverhalten sowie vor allem der körperlichen Leistungsfähigkeit in die Interpretation erlaubt zudem wichtige Aussagen bezüglich der Prognose und der funktionellen Einschränkung durch eine Myokardischämie. Dies kann für Therapieentscheide hilfreich sein. Bei Frauen scheinen die Sensitivität und auch die Spezifität der Untersuchung etwas tiefer zu liegen als bei Männern.

Der Nutzen des Belastungs-EKG ist bei Patienten mit abnormalem Ruhe-EKG eingeschränkt. So sollte bei

Präexzitation, Linksschenkelblock, ventrikulärer Schrittmacherstimulation und vorbestehenden ST-Strecken-Senkungen von >0,1mV (z.B. infolge linksventrikulärer Hypertrophie oder Digitalistherapie) und natürlich auch für Patienten, die physikalisch nicht belastbar sind, primär eine der nachfolgend beschriebenen bildgebenden Methoden gewählt werden.

Stress-Echokardiographie

Die Stress-Echokardiographie bedient sich einer physikalischen oder pharmakologischen Belastung mit Dobutamin, um als Ausdruck einer belastungsabhängigen Myokardischämie reversible regionale Myokardkontraktilitätsstörungen nachzuweisen. Es wird eine durchschnittliche Sensitivität und Spezifität von 79% bzw. 82% für die physikalische und 86% bzw. 84% für die Dobutaminbelastung zur Detektion von Koronarstenosen ≥50% erreicht [7]. Die Stress-Echokardiographie ist also sensitiver als das Belastungs-EKG. Sie hat zudem eine leicht höhere Spezifität als die MPS.

Vorteile der Methode sind der limitierte apparative Aufwand, zusätzlich gewonnene Informationen (z.B. Ventrikel- und Herzklappenfunktion, pulmonalarterieller Druck u.a.) und die fehlende Strahlenbelastung. Insbesondere die physikalische Stress-Echokardiographie erfordert aber aufgrund der Patientenbewegungen (Atmung, Körperbewegung) und der limitierten Untersuchungszeit ein hohes Mass an Erfahrung und Können vom Untersucher. Ungenügende Schallfenster verunmöglichen bei ca. 15% der Patienten eine aussagekräftige Untersuchung. Hilfreich kann bei einem Teil dieser Fälle die Verwendung von Ultraschallkontrastmitteln zur besseren Abgrenzung des Myokards vom blutgefüllten Ventrikelkavum sein. Dieselben Kontrastmittel er-

möglichen auch die Darstellung der Myokardperfusion, sind aber für diese Applikation in der Schweiz noch nicht zugelassen.

Myokardperfusionsszintigraphie (MPS)

Die MPS weist die myokardiale Perfusion durch Anreicherung von Radionukliden im Myokard mittels Messung unter einer Gamma-Kamera nach. Verwendet werden ²⁰¹Thallium, ^{99m}Technetium-Sestamibi und ^{99m}Technetium-Tetrofosmin, welche alle eine ähnliche diagnostische Akkuranz aufweisen. Verglichen wird die Radionuklidbelegung des Myokards nach einer Injektion unter Belastung mit derjenigen in Ruhe. Reversible Minderbelegungen zeigen ein belastungsabhängiges Perfusionsdefizit und damit eine Myokardischämie an. Die Untersuchungstechnik ist standardisiert und sehr robust. Es werden, unabhängig ob eine physikalische oder pharmakologische Belastung gewählt wird, je nach Metaanalyse durchschnittliche Sensitivitäten von 85–90% und Spezifitäten von 70–75% zur Detektion

Aufgrund der gewonnenen Informationen stellt sich die Frage «Ist es das Herz?»

von Koronarstenosen ≥50% beschrieben [8]. Die MPS ist damit sensitiver zum Nachweis einer Koronarstenose als das Belastungs-EKG

und erlaubt zusätzlich, Ausmass und Lokalisation der Ischämie festzustellen, was wiederum eine prognostische Bedeutung hat und die Therapie beeinflussen kann (medikamentöse versus revaskularisierende Therapie, gezielte Koronarinterventionen zur Symptombehandlung bei bekannter koronarer Mehrgefässerkrankung). Nachteile der MPS sind sicherlich die erhebliche Strahlenbelastung und der apparative Aufwand.

Tabelle 1. Sensitivität, Spezifität, prognostischer Wert, Vor- und Nachteile der nicht-invasiven Tests bei vermuteter koronarer Herzkrankheit mit stabiler AP.

	Sensitivität*	Spezifität*	Prognostischer Wert	Vorteile	Nachteile
Belastungs-EKG	68	77	+++	Verfügbarkeit, Einfachheit, Preis	Weniger sensitiv als bildgebende Methoden, Patient muss physikalisch belastbar sein
Stress-Echo	79	82	+++	Verfügbarkeit, Herzmorphologie und -funktion abgebildet	Abhängig vom Untersucher und Schallfenster
MPS	87	73	+++	Standardisiert, extensiv untersucht	Strahlung, Aufwand
PMRT	91	81	++	Herzmorphologie und -funktion abgebildet, Kombination mit direkter Narbendarstellung	Verfügbarkeit/Aufwand, Gadolinium- und Magnetfeld-Kontraindikationen
DSMRT	83	86	++	Herzmorphologie und -funktion abgebildet, Kombination mit direkter Narbendarstellung	Verfügbarkeit/Aufwand, (Gadolinium- und) Magnetfeld-Kontraindikationen
CT-Angio	97	87	+	Schnelle Bildaquisition, extrakardiale Strukturen abgebildet	Strahlung, Kontrastmittel-Kontraindikationen
MR-Angio	87	70	-		Aktuelle Techniken ungenügend

* Goldstandard invasive Koronarangiographie, Nachweis von Stenosen >50%.
 Stress-Echo = Stress-Echokardiographie (physikalische Belastung); MPS = Myokardperfusionsszintigraphie (physikalische Belastung);
 PMRT = Perfusions-Magnetresonanztomographie; DSMRT = Dobutamin-Stress-Magnetresonanztomographie;
 CT-Angio = Computertomographie-Koronarangiographie; MRT-Angio = Magnetresonanztomographie-Koronarangiographie.

Magnetresonanztomographie (MRT)

Die sich immer weiter verbreitende kardiale MRT ist im Vergleich zu den vorgängig beschriebenen bildgebenden Tests eine junge Technik. Sie bietet zwei komplett verschiedene Methoden zum Nachweis einer Myokardischämie. Entweder wird die myokardiale Perfusion unter Vasodilatatorbelastung durch Verfolgen der Passage eines gadoliniumhaltigen Kontrastmittel-Bolus ins Myokard und die dort zu beobachtende Signalanhebung abgebildet. Diese ist bei einer Ischämie reversibel inhomogen. Oder aber es werden wie bei der Stress-Echokardiographie reversible Wandbewegungsstörungen unter einer Dobutaminbelastung zur Diagnose einer Myokardischämie gesucht. Beide Methoden sind aufgrund der bisher vorliegenden vergleichenden Untersuchungen der MPS und der Stress-Echokardiographie ebenbürtig bezüglich der diagnostischen Genauigkeit. Die PMRT erreicht eine mittlere Sensitivität von 91% und Spezifität von 81%, die DSMRT eine mittlere Sensitivität von 83% und Spezifität von 86% [9].

Das Potential der Methode liegt in der fehlenden Strahlenbelastung, der konstant guten Einsehbarkeit des Herzens, der zusätzlich gelieferten herzmorphologischen und funktionellen Informationen und der Kombinationsmöglichkeit mit dem Nachweis von Myokardinfarktmarken durch lokale Gadoliniumanreicherung auf Spätaufnahmen (sog. late gadolinium enhancement). Normale Untersuchungen bedeuten eine sehr tiefe Inzidenz an kardiovaskulären Ereignissen und Tod über mehrere Jahre. Nachteile sind die begrenzte Verfügbarkeit von entsprechend ausgerüsteten Geräten für die zeitaufwendigen Untersuchungen und eine schlechte Bildqualität bei kardialen Arrhythmien. Die Untersuchung in der engen Röhre ist für klaustrophobe Patienten ein Problem, und Untersuchungen an Patienten mit gewissen implantierten Geräten (heutige Schrittmacher und Defibrillatoren, Insulinpumpen, Kochlea-Implantate u.a.) sind kontraindiziert. Zudem gilt bei schwer niereninsuffizienten Patienten die relative Kontraindikation für eine Gadoliniumapplikation.

Computertomographie (CT)

Anstelle der invasiven Koronarangiographie mittels Herzkatheter stehen heute nicht-invasive Methoden zur Darstellung der Koronarien zur Verfügung. Einerseits die CT und andererseits die MRT. Letztere erreicht bis heute keine genügende örtliche Auflösung zur akkuraten Beurteilung des Koronararterienlumens mit Ausnahme der proximalen Gefässabschnitte. Sie ist deshalb aktuell nur zur Darstellung von angeborenen Koronar-anomalien empfohlen. Die kontrastmittelgestützte CT-Angiographie hingegen erlaubt, bei tiefen Herzfrequenzen und stabilem Sinusrhythmus innert weniger Sekunden die Koronararterien abzubilden. Die dabei erreichte mittlere Sensitivität und Spezifität zur Detektion einer Koronarstenose von $\geq 50\%$ beträgt 97% bzw. 87% [10]. Die CT erlaubt zudem die Bestimmung des koronaren Kalzium-Scores, der die gesamthaften atherosklerotischen Veränderungen der Koronararterien misst. Der

Vorteil der Methode ist, dass sie ohne arterielle Punktion und Herzkatheter auskommt und auch extrakardiale Strukturen mitabbildet. Nachteil ist die zwar dank technischer Verbesserungen sinkende, aber immer noch erhebliche Strahlenbelastung (min. 2 mSv für die CT-Angiographie). Es gelten zudem die allgemeinen Kontraindikationen für jodhaltige Röntgenkontrastmittel. Bis heute herrscht aufgrund der vorliegenden Daten Uneinigkeit über den Sinn des Einsatzes der CT-Koronarangiographie und des koronaren Kalzium-Scores.

Zusammenfassung

Für die Mehrzahl der Patienten mit vermuteter stabiler AP und intermediärer Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen einer KHK ist das Belastungs-EKG der Test der Wahl zum Nachweis einer induzierbaren Myokardischämie. Alternativ steht eine Reihe von bildgebenden Techniken zur Verfügung, welche entweder direkt die Koronaratomie darstellen oder die funktionellen Konsequenzen einer signifikanten Koronarstenose nachweisen. Die bildgebenden nicht-invasiven Verfahren weisen im Vergleich mit dem Belastungs-EKG eine höhere diagnostische Genauigkeit auf, sie können mit physikalischer und medikamentöser Belastung kombiniert werden, sie erlauben eine Aussage über Lokalisation und Ausmass einer Myokardischämie sowie über die linksventrikuläre Funktion, sind aber mit einem grösseren Aufwand, höheren Kosten und zum Teil mit Strahlenbelastung verbunden. Sie kommen deshalb primär zum Einsatz, wenn eine physikalische Belastung nicht möglich oder das Ruhe-EKG bereits pathologisch ist.

Korrespondenz:

Prof. Dr. Peter Rickenbacher
Kardiologie, Medizinische Universitätsklinik
Kantonsspital Bruderholz
CH-4101 Bruderholz
peter.rickenbacher@ksbh.ch

Empfohlene Literatur

- The Task Force on the Management of Stable Angina Pectoris of the European Society of Cardiology. Guidelines on the management of stable angina pectoris: executive summary. *Eur Heart J.* 2006;27:1341-81.
- Gibbons RJ, Chatterjee K, Daley J, et al. ACC/AHA/ACP-ASIM guidelines for the management of patients with chronic stable angina: executive summary and recommendations: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Management of Patients With Chronic Stable Angina). *Circulation.* 1999;99:2829-48.
- Sicari R, Nihoyannopoulos P, Evangelista A, Kasprzak J, Lancellotti P, Poldermans D, et al. on behalf of the European Association of Echocardiography. Stress echocardiography expert consensus statement. *Eur J Echocardiogr.* 2008;9:415-37.
- Klocke FJ, Baird MG, Lorell BH, Bateman TM, Messer JV, Berman DS, et al. American College of Cardiology, American Heart Association, American Society for Nuclear Cardiology/ACC/AHA/ASNC guidelines for the clinical use of cardiac radionuclide imaging – executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (ACC/AHA/ASNC Committee to Revise the 1995 Guidelines for the Clinical Use of Cardiac Radionuclide Imaging). *J Am Coll Cardiol.* 2003;42:1318-33.
- Nandalur KR, Dwamena BA, Choudhri AF, et al. Diagnostic performance of stress cardiac magnetic resonance imaging in the detection of coronary artery disease: a meta-analysis. *J Am Coll Cardiol.* 2007;50:1343-53.

Die vollständige nummerierte Literaturliste finden Sie unter www.medicalforum.ch

Stabile Angina pectoris: nicht-invasive Diagnostik /

Angor stable: Diagnostic non invasif

Weiterführende Literatur (Online-Version) / Références complémentaires (online version)

- 1 The Task Force on the Management of Stable Angina Pectoris of the European Society of Cardiology. Guidelines on the management of stable angina pectoris: executive summary. *Eur Heart J.* 2006;27:1341–81.
- 2 Gibbons RJ, Chatterjee K, Daley J, et al. ACC/AHA/ACP-ASIM guidelines for the management of patients with chronic stable angina: executive summary and recommendations: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Management of Patients With Chronic Stable Angina). *Circulation.* 1999;99:2829–48.
- 3 Diamond G, Forrester J. Analysis of probability as an aid in the clinical diagnosis of coronary artery disease. *N Engl J Med.* 1979;300:1350–8.
- 4 Nesto RW, Kowalchuk GJ. The ischemic cascade: temporal sequence of hemodynamic, electrocardiographic and symptomatic expressions of ischemia. *Am J Cardiol.* 1987;59:23–30C.
- 5 Stuart RJ, Ellestad MH. National survey of exercise stress testing facilities. *Chest.* 1980;77:94–7.
- 6 Froelicher VF, Lehmann KG, Thomas R, et al. The electrocardiographic exercise test in a population with reduced workup bias: diagnostic performance, computerized interpretation, and multivariable prediction. Veterans Affairs Cooperative Study in Health Services #016 (QUEXTA) Study Group. *Quantitative Exercise Testing and Angiography. Ann Intern Med.* 1998;128:965–74.
- 7 Sicari R, Nihoyannopoulos P, Evangelista A, Kasprzak J, Lancellotti P, Poldermans D, et al. on behalf of the European Association of Echocardiography. Stress echocardiography expert consensus statement. *Eur J Echocardiogr.* 2008;9:415–37.
- 8 Klocke FJ, Baird MG, Lorell BH, Bateman TM, Messer JV, Berman DS, et al. American College of Cardiology, American Heart Association, American Society for Nuclear Cardiology ACC/AHA/ASNC guidelines for the clinical use of cardiac radionuclide imaging – executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (ACC/AHA/ASNC Committee to Revise the 1995 Guidelines for the Clinical Use of Cardiac Radionuclide Imaging). *J Am Coll Cardiol.* 2003;42:1318–33.
- 9 Nandalur KR, Dwamena BA, Choudhri AF, et al. Diagnostic performance of stress cardiac magnetic resonance imaging in the detection of coronary artery disease: a meta-analysis. *J Am Coll Cardiol.* 2007;50:1343–53.
- 10 Schuetz GM, Zacharopoulou NM, Schlattmann P, et al. Meta-analysis: noninvasive coronary angiography using computed tomography versus magnetic resonance imaging. *Ann Intern Med.* 2010;152:167–77.