

Die koronare Herzkrankheit

Fortschritte in der Diagnostik

Prof. Dr. med. Stephan Achenbach, Dr. med. Annika Schuhbäck, Medizinische Klinik 2, Universitätsklinikum Erlangen
Prof. Dr. med. Frank Bengel, Klinik für Nuklearmedizin, Medizinische Hochschule Hannover

Die **koronare Herzkrankheit** (KHK) ist charakterisiert durch Ablagerungen in den Herzkranzgefäßen, die durch eine Arteriosklerose (Gefäßverkalkung) hervorgerufen sind. In den allermeisten Fällen bleibt das zunächst ohne jede Konsequenz. Kleine Ablagerungen in der Gefäßwand, auch **Plaques** genannt, beeinträchtigen den Blutstrom in den Herzkranzgefäßen nicht: Es treten keinerlei Beschwerden auf. Der Patient merkt nicht, dass die Arteriosklerose die Herzkranzgefäße befallen hat.

Bemerkbar können sich die **Plaques** in den Herzkranzgefäßen auf zwei Weisen machen: Zum einen können die arteriosklerotischen Plaques plötzlich einreißen, die dünne, glatte Gefäßinnenhaut über der Plaque weist dann Lücken auf und die raue Oberfläche der Plaque tritt mit dem Blutstrom in Kontakt. Dann bildet sich oft ein Blutgerinnsel auf der rauhen Oberfläche und eventuell ist das Blutgerinnsel so groß, dass es das Herzkranzgefäß an der Stelle des Plaque-Einrisses vollständig oder fast vollständig verschließt. Das ist der Mechanismus des Herzinfarkts und das ist auch der Grund, warum Infarkte oft „aus heiterem Himmel“ entstehen, denn der Einriss der arteriosklerotischen Ablagerung kündigt sich vorher nicht an.

Zum anderen nehmen die Plaques – unternimmt man nichts dagegen – an Zahl und Schweregrad zu. Manchmal vergrößern sich die Ablagerungen in den Herzkranzgefäßen so, dass sie den Blutstrom einengen. Dann wird der Herzmuskel hinter dieser Engstelle

(**Stenose**) vor allem in Situationen erhöhten Bedarfs nicht mehr ausreichend mit Blut und Sauerstoff versorgt. Das kann bei körperlicher Anstrengung sein, manchmal bei emotionaler Belastung und Ärger oder auch nach einer reichlichen Mahlzeit und beim Heraustreten in die Winterkälte. Die Patienten spüren dann Beschwerden, die sehr unterschiedlich sind: Typisch ist die **Angina pectoris**, also ein Enge- und Druckgefühl im Brustkorb, das auch in den Bauch, in den Hals oder Kiefer, in den Rücken oder in die Arme ausstrahlen kann (s. S. 17). Einige Patienten spüren brennende Beschwerden, ganz ähnlich dem Sodbrennen. Bei anderen Patienten steht Luftnot im Vordergrund. Wenn diese Beschwerden regelmäßig bei Belastung auftreten, dann spricht man von einer **stabilen Angina pectoris** (Brustenge).

Es ist wichtig, eine koronare Herzkrankheit als solche zu erkennen. Zum einen können die Therapien, die heute zur Verfügung stehen, die Beschwerden lindern und Belastungen wieder ermöglichen. Zum anderen ist es möglich, die Patienten mit koronarer Herzkrankheit durch eine Änderung des Lebensstils und mit Medikamenten vor einem Herzinfarkt zu schützen.

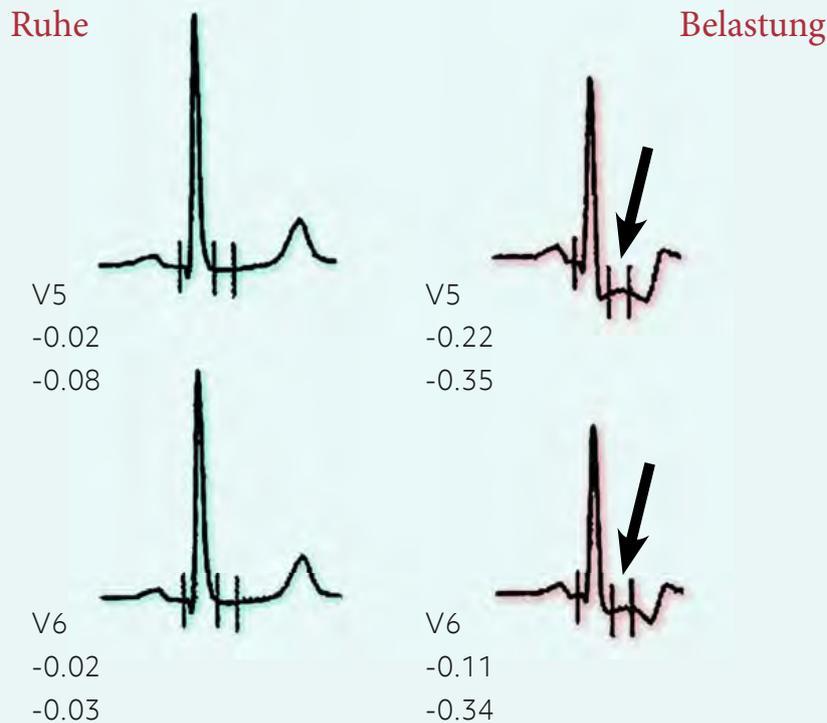


Abb. 1: Belastungs-EKG. In diesem Beispiel – dargestellt ist nur ein kleiner Ausschnitt – zeigt sich im Vergleich zwischen Ruhe und Belastung auf dem Fahrrad eine deutliche Veränderung der Form der Stromkurven (Pfeile). Es besteht eine sogenannte ST-Streckensenkung, die auf eine Durchblutungsstörung hinweist.

Beschwerden und Risikofaktoren

Leider sind die Symptome und Beschwerden der koronaren Herzkrankheit nicht immer eindeutig. Sie unterscheiden sich von Patient zu Patient oft stark, und es gibt auch andere Ursachen für Schmerzen im Brustkorb und in den benachbarten Körperregionen. Daher ist es für den behandelnden Arzt allein aufgrund des Beschwerdebildes meist nicht möglich, eindeutig zu erkennen, ob eine koronare Herzkrankheit vorliegt. Zwar sind manche Beschwerden vor allem für erfahrene Ärzte ein sehr deutlicher Hinweis auf eine KHK, während andere Beschwerden eher für andere Ursachen sprechen. Aber Sicherheit über die Diagnose lässt sich mit den Beschwerden allein nicht gewinnen. Dazu kommt der Einfluss des Geschlechts und des Alters. Aus Untersuchungen an Zehntausenden von Patienten weiß man, dass die oben geschilderten Beschwerden bei einem männlichen Patienten über 70 Jahre mit sehr

hoher Wahrscheinlichkeit auf das Vorliegen von Engstellen in den Herzkranzgefäßen hinweisen (fast 90% Wahrscheinlichkeit). Die absolut gleichen Beschwerden bei einem jüngeren Patienten oder bei einer Frau gehen aber mit einer wesentlich geringeren Wahrscheinlichkeit einher, dass Engstellen in den Herzkranzgefäßen vorliegen (etwa 35% Wahrscheinlichkeit bei einer 45-jährigen Frau). Die Wahrscheinlichkeit, dass eine koronare Herzkrankheit vorliegt, wird außerdem wesentlich von koronaren Risikofaktoren und Risikokrankheiten bestimmt: Rauchen, Bluthochdruck, Übergewicht, Fettstoffwechselstörung, Diabetes, familiäre Belastung durch koronare Herzkrankheit, Bewegungsmangel, Stress. Liegt einer oder liegen mehrere dieser Risikofaktoren vor, ist die Wahrscheinlichkeit einer koronaren Herzkrankheit deutlich erhöht.

Das Gespräch mit dem Arzt

Natürlich wird der Arzt oder die Ärztin eine gründliche Befragung hinsichtlich der Beschwerden und der Risikofaktoren durchführen. Gerade beim ersten Kontakt sollte der Arzt ausführlich mit dem Patienten sprechen. Nicht selten müssen Beschwerden und Lebensgewohnheiten mühsam erfragt werden. Laboruntersuchungen und Blutdruckmessung erfassen die Risikofaktoren. Obwohl die körperliche Untersuchung häufig keine zusätzlichen Informationen bezüglich der koronaren Herzkrankheit bringt, ist sie notwendig. Sie liefert z. B. Informationen über zusätzliche Erkrankungen und die Gefäßverhältnisse.

Sicherheit über die Diagnose ist im Einzelfall auf unterschiedlichen Wegen zu erhalten. Deshalb werden verschiedene Untersuchungsverfahren eingesetzt, um die Diagnose zu erhärten oder aber die Sorge zu entkräften, dass eine behandlungsbedürftige koronare Herzkrankheit vorliegt. Wichtig ist, dass dem Patienten erklärt wird, warum bestimmte Verfahren notwendig sind, um die Diagnose sicherzustellen.



EKG und Echokardiographie

Ein Ruhe-EKG ist nicht sehr hilfreich, um eine koronare Herzkrankheit zu erkennen. Falls in der Vergangenheit bereits ein Herzinfarkt abgelaufen ist, können sich Veränderungen im EKG zeigen. Das Ruhe-EKG kann bei koronarer Herzkrankheit aber auch vollkommen normal sein.

Ebenso zeigt die für die Kardiologie so wichtige Ultraschalluntersuchung des Herzens, die **Echokardiographie**, Engstellen in den Herzkranzgefäßen nicht an, denn diese können im Ultraschall wegen ihrer Position und ihrer kleinen Dimensionen nicht gesehen werden. Wie beim EKG kann die Echokardiographie zwar Hinweise geben, falls in der Vergangenheit – vielleicht unbemerkt – bereits ein Herzinfarkt stattgefunden hat. Aber selbst bei hochgradigen Engstellen der Herzkranzgefäße ist die Echokardiographie vollkommen unauffällig, solange der Herzmuskel selbst keinen Schaden genommen hat und normal arbeitet.

In Ruhe sind also alle Untersuchungsbefunde häufig normal. Engstellen in den Herzkranzgefäßen wirken sich ja auch typischerweise bei körperlicher Belastung aus, wenn also der Herzmuskel erhöhten Bedarf an Blutversorgung hat, die Herzkranzgefäße aber wegen der Engstellen nicht ausreichend Blut und Sauerstoff liefern können.

Um eine koronare Herzkrankheit nachzuweisen, werden deshalb oft Belastungsuntersuchungen eingesetzt, die nach dem folgenden Prinzip funktionieren: Der Patient muss sich entweder körperlich belasten oder es werden Medikamente zur Steigerung der Herzfrequenz gegeben und/oder es wird durch spezielle Medikamente der Sauerstoffbedarf des Herzmuskels gesteigert. Wenn Engstellen vorliegen, kann der Sauerstoffbedarf im dahinterliegenden Abschnitt des Herzmuskels nicht gedeckt werden. Diesen Sauerstoffmangel, **Ischämie**, versucht man mit diagnostischen Verfahren nachzuweisen.

Belastungs-EKG

Das Belastungs-EKG gehört zur Basisdiagnostik der KHK. Dabei wird der Patient typischerweise auf einem Fahrrad, manchmal auch auf einem Laufband, körperlicher Belastung ausgesetzt. Während des Belastungs-EKGs wird das komplette EKG des Patienten kontinuierlich abgeleitet und daraufhin beurteilt, ob sich Veränderungen zeigen, die für eine Minderdurchblutung des Herzens sprechen (Abb. 1, S. 23). Manche Medikamente, zum Beispiel Digitalis, können zu EKG-Veränderungen während der Belastung führen. Solche Medikamente müssen also vor dem Belastungs-EKG abgesetzt werden. Patienten müssen sich während des Belastungs-EKGs stark anstrengen, sonst ist die Aussagekraft des Belastungs-EKGs gering. Aber auch bei vollständiger Ausbelastung kann ein Belastungs-EKG eine falsche Aussage liefern. In einigen Fällen zeigen sich EKG-Veränderungen, obwohl keine Engstellen vorliegen. Das kann insbesondere bei Frauen vorkom-

men. Die Aussagekraft des Belastungs-EKGs ist bei Frauen geringer als bei Männern. Ebenso ist es möglich, dass trotz einer oder mehrerer Engstellen keine EKG-Veränderungen auftreten.

Trotz dieser Einschränkungen ist das Belastungs-EKG ein wertvolles Untersuchungsverfahren. Es ist sehr sicher und liefert auch Aussagen über die Grenzen der Belastbarkeit des einzelnen Patienten. Allerdings kann es wegen der manchmal eingeschränkten Aussagekraft sein, dass der behandelnde Arzt nach dem Belastungs-EKG weitere Untersuchungsverfahren empfiehlt.

Myokardszintigraphie (SPECT) und PET-Untersuchung

Bei der Myokardszintigraphie (**Single Photon Emission Computed Tomography, SPECT**) versucht man, Durchblutungsstörungen des Herzmuskels direkt sichtbar zu machen. Hierzu wird unter Belastung

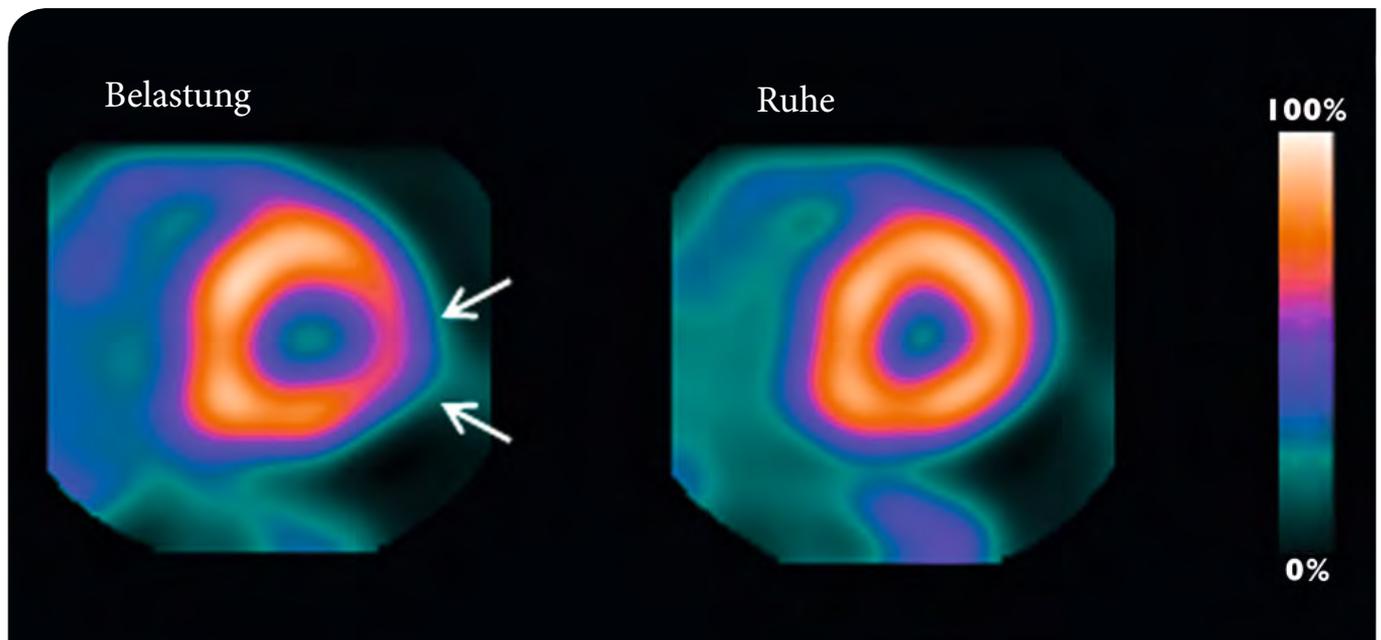


Abb. 2: Untersuchung des Herzens mittels Myokardszintigraphie. Dargestellt ist jeweils ein scheibenförmiger Schnitt durch die linke Herzkammer. Im linken Bild zeigt sich nach Belastung eine verminderte Tracer-Anreicherung in der Seitenwand der linken Herzkammer (Pfeile). Im rechten Bild, aufgenommen in Ruhe ohne Belastung, ist die Durchblutungsstörung nicht mehr nachweisbar. Das Befundbild ist typisch für eine bedeutsame Verengung der Circumflexarterie (welche die Seitenwand der linken Herzkammer versorgt).

ein schwach radioaktiver Stoff (**Tracer**) in die Vene gespritzt. Der Tracer reichert sich im Herzmuskelgewebe entsprechend der Durchblutung an. Dann werden mit speziellen Kameras Aufnahmen des Herzmuskels angefertigt, die die Anreicherung des radioaktiven Stoffes anzeigen. In Bereichen, die während der Belastung normal durchblutet werden, reichert sich viel dieser Substanz an. In Gebieten des Herzmuskels, die von einem Gefäß mit bedeutender Engstelle versorgt werden, reichert sich weniger an und dieser Unterschied wird sichtbar gemacht (Abb. 2). Oft wird an einem zweiten Tag noch eine Ruheuntersuchung ohne Belastung gemacht, um zu sehen, ob sich auch Narben nach einem Herzinfarkt finden und um solche Narben von Minderdurchblutungen unter Belastung zu unterscheiden. Die Aussagen der SPECT-Untersuchung sind genauer als die des Belastungs-EKGs. Fehleinschätzungen können vorkommen, insbesondere bei übergewichtigen Patienten. Ein Vorteil der SPECT ist je-

doch, dass sie auch bei Patienten, die körperlich nicht belastbar sind, eingesetzt werden kann. In solchen Fällen wird die Belastung mit Medikamenten durchgeführt, die den Sauerstoffbedarf des Herzmuskels steigern.

Ein der SPECT-Untersuchung ähnliches, aber noch genaueres Verfahren ist die PET-Untersuchung (**Positronenemissionstomographie**). Auch hier wird ein schwach radioaktives Medikament gespritzt, und es werden Aufnahmen gemacht, die die Durchblutung und den Stoffwechsel des Herzmuskels anzeigen. Die PET-Untersuchung kann die Durchblutung absolut messen, also in ml Blut pro Gramm Gewebe pro Minute, und gilt als Referenzverfahren. Sie ist jedoch auch teurer und aufwendiger als die anderen bildgebenden Techniken.

Nachteil beider Verfahren ist, dass eine Strahlenbelastung in Kauf genommen werden muss.

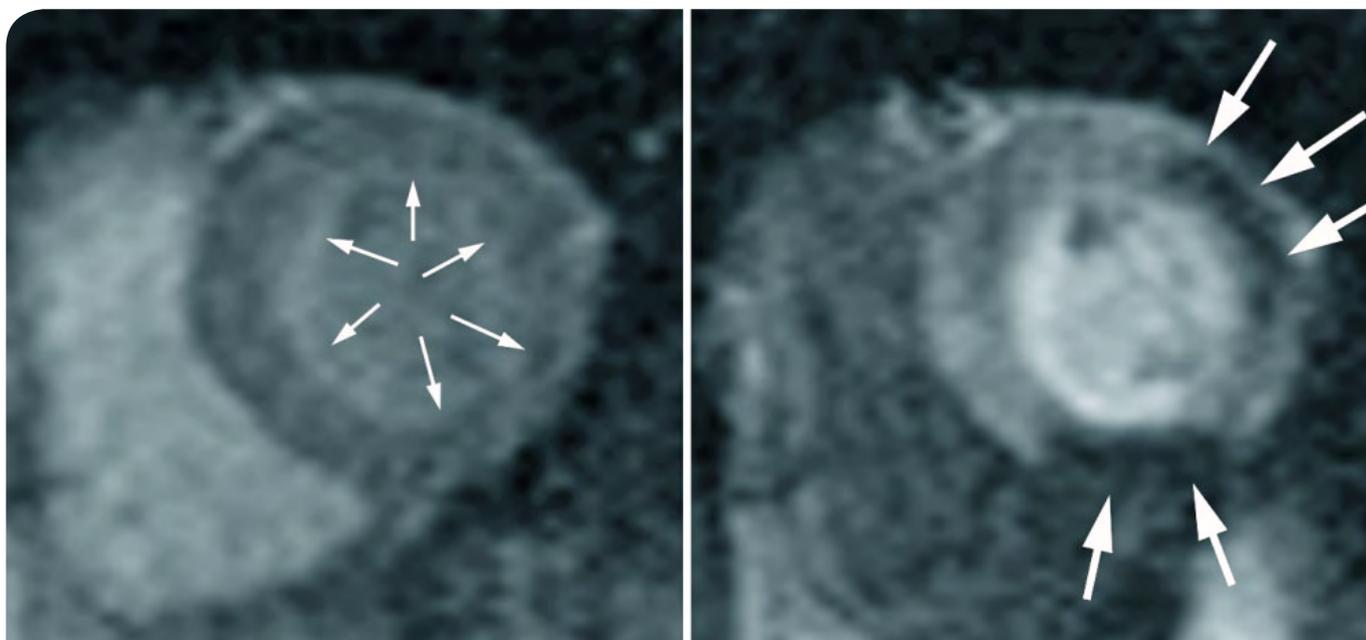


Abb. 3: Untersuchung des Herzens mittels Stress-MRT. Im linken Bild zeigt sich eine normale Kontrastmittelanreicherung im Herzmuskel der linken Herzkammer, der auf diesem Schnittbild als ringförmige Struktur zu erkennen ist (Pfeile). Im rechten Bild: Untersuchung eines Patienten mit Engstellen in zwei Herzkranzgefäßen (Circumflexarterie und rechte Herzkranzarterie). In den von diesen Gefäßen versorgten Anteilen des Herzmuskels der linken Herzkammer findet sich eine geringere Anreicherung von MRT-Kontrastmittel, sie bleiben schwarz (Pfeile), während die normal durchbluteten Anteile hellgrau sind.

Stress-MRT (Magnetresonanztomographie)

Auch mittels Magnetresonanztomographie kann untersucht werden, ob es unter Belastung zur Minderdurchblutung einzelner Bereiche des Herzmuskels kommt. Hierzu wird ein spezielles Medikament verabreicht, welches den Blutfluss in gesunden Herzkranzgefäßen erhöht. Gefäße mit Engstellen können den Blutfluss nicht in demselben Maß steigern, es kommt zu einer relativen Minderdurchblutung der von erkrankten Gefäßen versorgten Abschnitte des Herzmuskels. Durch eine Injektion von Kontrastmittel kann diese Minderdurchblutung sichtbar gemacht werden (s. Abb. 3). Die Magnetresonanztomographie gilt als relativ zuverlässig zur Erkennung von Engstellen der Herzkranzgefäße. Allerdings erfordern die Untersuchung und die Interpretation der erhaltenen Bilder große Erfahrung. Nicht alle Zentren können diese Untersuchung anbieten. Manche Patienten, zum Beispiel mit Schrittmacher, können mit der Magnetresonanztomographie nicht un-

tersucht werden, manche Patienten empfinden die Enge in der Magnettröhre als extrem unangenehm.

Stress-Echokardiographie

Wiederum ähnlich funktioniert die Stress-Echokardiographie (s. Abb. 4 oben). Während der Herzschlag bei Patienten mit Engstellen der Herzkranzgefäße unter Ruhebedingungen oft ganz normal pumpet, führt die Mangelversorgung bei Belastung dazu, dass die Pumpkraft in den Abschnitten des Herzmuskels nachlässt, die von Gefäßen mit Engstellen versorgt werden. Die Belastung wird entweder durch Fahrradfahren oder durch ein Medikament erreicht, welches den Herzmuskel schneller und kräftiger pumpen lässt. In der Echokardiographie (Ultraschalluntersuchung) kann man diesen Unterschied zwischen normaler und herabgesetzter Pumpkraft erkennen und so Patienten mit Engstellen der Herzkranzgefäße herausfinden. Auch hierzu ist spezielle Erfahrung vonnöten. Außerdem lassen sich nicht alle Patienten mit Ultraschall so

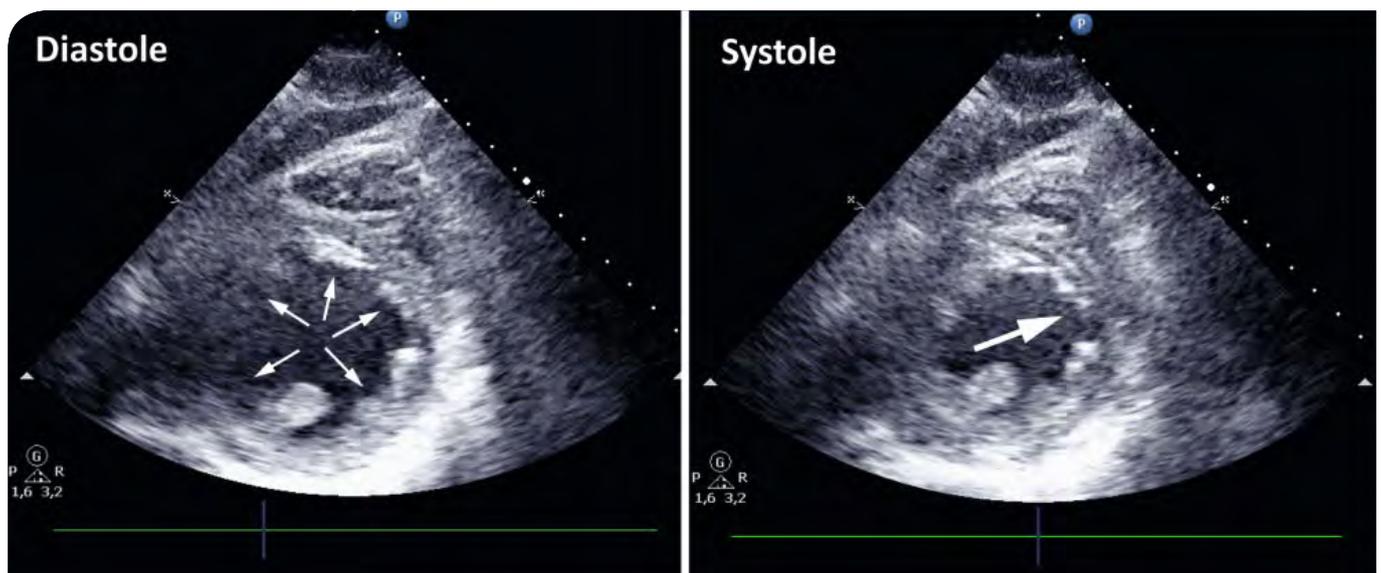


Abb. 4: Untersuchung des Herzens mittels Stress-Echokardiographie. Ebenso wie bei Abb. 3 ist ein Schnittbild quer durch die linke Herzkammer gezeigt. Die Muskelwand der linken Kammer stellt sich deshalb wie ein Ring dar (Pfeile links). Im Vergleich von Diastole (Entspannungsphase des Herzschlags, links) zur Systole (in der die linke Herzkammer zusammengezogen ist) zeigt sich, dass ein Teil des Herzmuskels an der Einwärtsbewegung nicht teilnimmt, sondern zurückbleibt (Pfeil rechts). Dies weist auf eine Durchblutungsstörung hin.

gut untersuchen, dass man nach kleinen Bereichen mit herabgesetzter Pumpleistung schauen kann, schon gar nicht, wenn sich der ganze Körper durch die Belastung recht stark bewegt. Doch in erfahrenen Händen ist auch diese Untersuchung zuverlässig.

Computertomographie

Als Alternative zu den bisher geschilderten Belastungsuntersuchungen kann der Arzt auch eine Computertomographie (CT) der Herzkranzgefäße in Erwägung ziehen. Durch die rasche Weiterentwicklung der CT-Geräte ist das Interesse an Information besonders groß. Deswegen folgt im Anschluß der Artikel [Computertomographie des Herzens – heutige Möglichkeiten](#) (s. S. 30).

Herzkatheteruntersuchung

Nicht immer ist zur Diagnostik der koronaren Herzkrankheit ein Herzkatheter erforderlich. Wenn aufgrund des Beschwerdebildes der Verdacht auf eine koronare Herzkrankheit besteht, eine Belastungsuntersuchung aber nachweist, dass keine größere Minderdurchblutung vorliegt, so kann zunächst eine Behandlung mit Medikamenten erfolgen mit dem Ziel, die Beschwerden des Patienten zu lindern und, was sehr wichtig ist, alle Risikofaktoren für ein Fortschreiten der Erkrankung oder einen eventuellen Herzinfarkt zu minimieren.

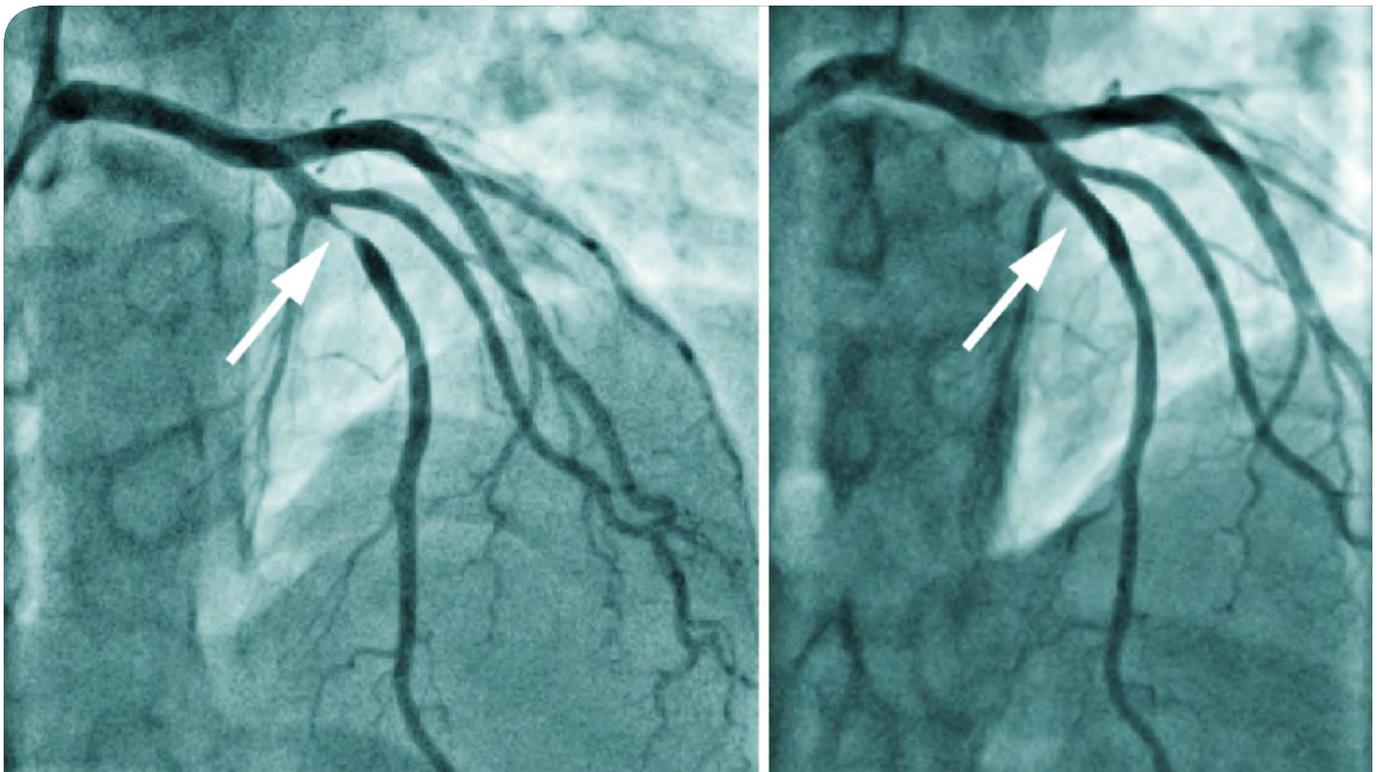


Abb. 5: Herzkatheteruntersuchung. Dargestellt ist hier ein Bild der linken Herzkranzarterie. Man sieht auf dem linken Bild deutlich eine Einengung des ansonsten schwarz angefärbten Gefäßes (Pfeil). Rechts ist zu erkennen, dass nach Aufdehnungsbehandlung und Einsetzen eines Stents die Engstelle nicht mehr vorhanden ist.

Wenn eine CT gemacht wurde und keine Engstellen zeigte, ist eine Herzkatheteruntersuchung nicht nötig. Sie wird empfohlen, wenn aufgrund des Beschwerdebilds und der durchgeführten Untersuchungen anzunehmen ist, dass ein größerer minderdurchbluteter Bereich vorliegt, wenn die Beschwerden ausgeprägt sind oder wenn sie sich nicht ausreichend mit Medikamenten behandeln lassen. Bei der Herzkatheteruntersuchung wird ein sehr dünner Kunststoffschlauch (**Katheter**) über die Pulsader in der Leiste oder am Handgelenk unter Röntgenkontrolle bis in die Herzkranzgefäße vorgeschoben. Es wird dann Kontrastmittel (eine jodhaltige und deshalb im Röntgenbild dunkel erscheinende Flüssigkeit) in die Herzkranzgefäße eingespritzt, und in Röntgenaufnahmen kann man beurteilen, ob und in welchem Ausmaß Einengungen vorliegen (s. Abb. 5, S. 28). Bei Bedarf kann die Herzkatheteruntersuchung erweitert werden um Ultraschallaufnahmen innerhalb des Gefäßes oder um Messungen des Blutdrucks vor und hinter einer Engstelle, um zu entscheiden, ob und wie diese behandelt werden sollte. Die Behandlung von Engstellen kann dann durch den Katheter erfolgen (Stentbehandlung). Andere Möglichkeiten sind eine Bypassoperation oder zunächst eine Behandlung mit Medikamenten. Risiken der Herzkatheteruntersuchung ergeben sich vor allem aus der Kontrastmittelgabe, die zu allergischen Reaktionen und eventuell zur Beeinträchtigung der Nierenfunktion führen kann, sowie durch die Tatsache, dass der Katheter in die Blutgefäße eingeführt werden muss, wobei Gefäß- und Nervenverletzungen sowie Blutungen auftreten können. Insgesamt ist aber die Herzkatheteruntersuchung ein komplikationsarmer Eingriff. Die Häufigkeit ernsthafter Komplikationen liegt im Promillebereich.

Zusammenfassung

Insgesamt stehen also viele verschiedene Verfahren zur Verfügung, um bei Patienten, bei denen der Verdacht auf das Vorliegen einer stabilen koronaren Herzkrankheit besteht, weitere Abklärung zu betreiben. Alle Verfahren haben ihre Besonderheiten, Stärken und Schwächen. An Bedeutung gewonnen hat in den letzten Jahren einerseits die CT, die aber nur bei einigen Patienten eingesetzt werden sollte und in den meisten Fällen nicht die erste Wahl darstellt, und die **FFR-Messung** (s. S. 82 f.) im Rahmen der Herzkatheteruntersuchung. Welche Methode für den jeweiligen Patienten zu empfehlen ist, hängt von vielen Faktoren ab. Dazu zählen Eigenschaften des Patienten, wie zum Beispiel körperliche Belastbarkeit, Herzfrequenz und Körpergewicht. Dazu zählt aber auch das genaue Beschwerdebild und wie hoch der Arzt die Wahrscheinlichkeit von Verengungen der Herzkranzgefäße einschätzt. Schließlich spielt auch eine Rolle, ob im Einzugsgebiet des Patienten eventuell Ärzte und Zentren mit ganz besonderer Erfahrung für das eine oder andere Verfahren zu finden sind, denn die Expertise für ein bestimmtes Verfahren hat auch Einfluss auf die Aussagekraft. Die Entscheidung über den besten Weg zur Diagnose der koronaren Herzkrankheit ist also eine individuelle – zum Glück stehen viele verschiedene Verfahren zur Verfügung, aus denen die optimale gewählt werden kann.

Nicht vergessen werden sollte, dass die koronare Herzkrankheit eine Systemerkrankung ist. Die Arteriosklerose kann nicht nur die Herzkranzgefäße, sondern auch die Halsgefäße und die Bein-Becken-Gefäße befallen. Deshalb sollten, wenn eine koronare Herzkrankheit festgestellt wurde, auch diese Gefäße z. B. mit einer Ultraschalluntersuchung der Halsgefäße und mit einer ABI-Messung (Knöchel-Arm-Index) untersucht werden, um auch da Engstellen rechtzeitig zu erkennen.