

Uwe Nixdorff
Susanne Mohr-Kahaly
Stefan Wagner
Jürgen Meyer

Klinischer Stellenwert der Streßechokardiographie

Die Streßechokardiographie hat in den letzten Jahren einen festen Platz in der klinischen Routine zur Diagnostik und Verlaufsuntersuchung der koronaren Herzkrankheit eingenommen. Sie ist inzwischen als vertragsärztliche Leistung anerkannt. Hintergrund dieser Entwicklung ist der technische Gerätefortschritt: Zum einen die verbesserte echokardiographische Bildauflösung und zum anderen die digitalisierte Bildspeicherung eines ganzen Herzzyklus, welcher unter verschiedenen Belastungsbedingungen Bild-an-Bild-EKG-

synchronisiert befundet werden kann. Eine Myokardischämie kann durch umschriebene Kontraktionsstörungen des linksventrikulären Myokards wesentlich früher und damit sensitiver als im konventionellen Belastungs-EKG festgestellt werden. Auch Ausmaß und Lokalisation mit Zuordnung zur stenosierenden Koronararterie lassen sich feststellen. Durch Einsatz pharmakologischer Streßinduktoren (beispielsweise Dobutamin, Dipyridamol) können nicht ergometrierbare Patienten genauso zuverlässig untersucht werden.

Die Herz-Kreislaufkrankungen stellen weiterhin die Haupttodesursache in den entwickelten Industrienationen dar. Meist liegt ihnen die koronare Herzkrankheit zugrunde. Der bisher am häufigsten durchgeführte nichtinvasive diagnostische Test ist das Belastungs-EKG (81). Bei vielen Patienten besteht allerdings eine eingeschränkte Aussagekraft, und die Sensitivität besonders bei koronarer 1- und 2-Gefäßerkrankung ist unzufriedenstellend (13, 26, 46). Ein Teil der Patienten ist körperlich nicht belastbar.

In den 80er Jahren wurden nuklearmedizinische Methoden (Thallium-201-Myokardszintigraphie, Radionuklidventrikulographie) entwickelt (14, 34), deren Nachteile in hohem logistischen Aufwand, Strahlenbelastung des Patienten, hohen Kosten und nicht selten in falsch positiven Befunden liegen.

1979 wurde bereits von Wann und Mitarbeitern der Einsatz der zweidimensionalen transthorakalen Echokardiographie im Zusammenhang mit einer Fahrradbelastung zur Erfassung einer Myokardischämie beschrieben (88). Eine erste Ära der Streßechokardiographie Anfang der 80er Jahre (11, 12, 38, 63) konnte sich noch nicht durchsetzen. Der eigentliche Durchbruch erfolgte Anfang der 90er Jahre. Heute kann die Methode als etabliert gelten, wozu drei wesentliche technische Entwicklungen verhalfen:

① Verbesserung der Bildauflösung durch Entwicklung der Geräte- und insbesondere der Transducer-Technologie (27);

② die Bildakquirierung durch Digitalisierung anstatt der Analogtechnik mittels Videoaufzeichnung (73);

③ die Einführung alternativer Streßinduktoren (Pharmaka [12, 56], elektrische Stimulation [39]).

Als Folge dieser Möglichkeiten hat sich die Erfolgsrate der auswertbaren Bildgebung während der Streßechokardiographie auf 90 Prozent und mehr gesteigert (18, 74). Mit dem neugefaßten Einheitlichen Bewertungsmaßstab (EBM) wurde die Methode mit Wirkung vom 1. 1. 1996 in die vertragsärztliche Versorgung eingeführt.

Pathophysiologischer Hintergrund

Die Streßechokardiographie beruht auf drei grundlegenden Annahmen: Erstens auf der Induktion einer Myokardischämie, die in einer umschriebenen linksventrikulären kontraktions-respiratorischen Wandbewegungsstörung resultiert; zweitens darauf, daß diese spezifisch für eine Ischämie ist; und drittens darauf, daß die zweidimensionale Echokardio-

graphie selbige zuverlässig erfassen kann.

Experimentell konnten Tennant und Wiggers bereits 1935 zeigen, daß eine Koronarligatur zu raschen linksventrikulären Wandbewegungsstörungen führt, welche sich, wie später gezeigt wurde, echokardiographisch nachweisen lassen (79, 86). Hierbei korreliert das Ausmaß der regionalen Wandbewegungsstörung mit der Abnahme des subendokardialen Blutflusses (25).

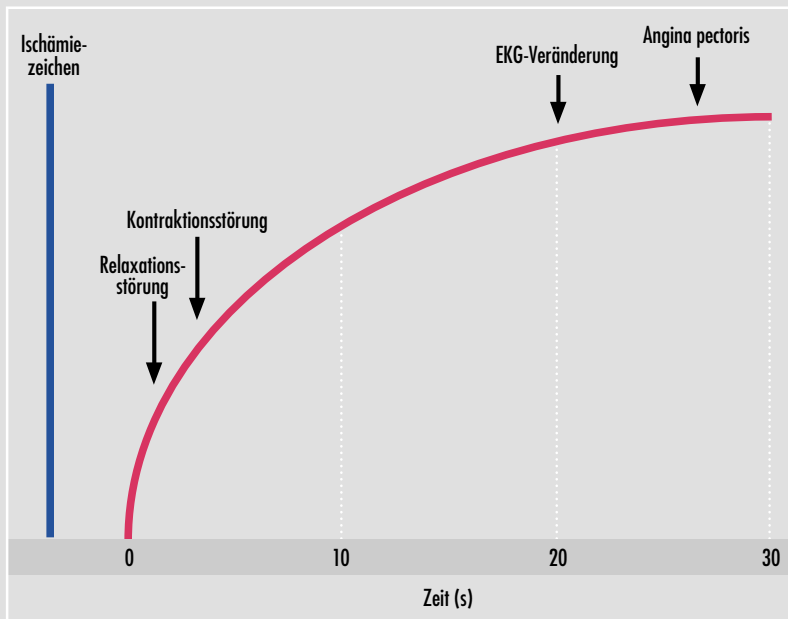
Entsprechend dem Konzept der Ischämiekaskade (*Grafik 1*; 50) kommt es in zeitlicher Folge nach Eintritt einer Perfusionsbehinderung mit unzureichender Sauerstoffversorgung des Gewebes zu einer Ischämie, die sich als erstes in einer Relaxations- und Kontraktionsstörung äußert. Besonders die Kontraktionsstörung läßt sich zuverlässig im Streßechokardiogramm nachweisen. Erst später kommt es zu linksventrikulären Füllungsdruckveränderungen, die ausschließlich invasiv erfaßbar sind, und schließlich zu ST-Streckenveränderungen im EKG, gefolgt von Angina-pectoris-Beschwerden, die im konventionellen Belastungs-EKG nachgewiesen werden. Der frühere Nachweis der Ischämie in der Streßechokardiographie erklärt deren höhere Sensitivität. Das frühere Auftreten von Wandbewegungsstörungen und ihre längere Persistenz nach Belastungsende spricht für höhergradige Formen der koronaren Herzkrankheit (46).

II. Medizinische Klinik und Poliklinik (Direktor: Prof. Dr. med. Jürgen Meyer) der Johannes-Gutenberg-Universität, Mainz

Grafik 1

DA

Ischämiekaskade



Ischämiekaskade: In der chronologischen Abfolge eines Ischämieereizes kommt es zunächst zur Relaxations- und Kontraktionsstörung, die echokardiographisch nachweisbar sind. Erst später entstehen die Erregungsrückbildungsstörung im EKG, wie sie im konventionellen Belastungs-EKG auftritt, und die Angina-pectoris-Symptomatik, wie sie der Patient aus dem Alltag schildert.

Bilderhebung und Analyse

Grundvoraussetzung der Streßechokardiographie ist die digitale Bildspeicherung, die anhand einer EKG-Triggerung die Akquirierung einer aus mindestens acht Bildern/Zyklus bestehenden Bildschleife (cine-loop) einer Herzaktion erlaubt. Immer wieder von neuem dargestellt, kann sie quasi „unendlich (endless)“ angeschaut werden. In dieser Weise können EKG-synchronisiert vier Bildschleifen verschiedener Belastungsstufen Seite an Seite auf dem Monitor wiedergegeben werden (quad-screen; *Abbildung 1*), wodurch für den befundenden Arzt ein unmittelbarer Vergleich der Wandbewegung inklusive provozierter Wandbewegungsstörungen ermöglicht wird. Zur Archivierung können die Bildschleifen auf eine magneto-optische Platte gespeichert werden. Diese EDV-Technologie wird entsprechend der Ergänzung der Ultraschallvereinbarung gemäß Paragraph 11 Bundesmantelvertrag-Ärzte als Mindestanforderung an die Ausstattung der Untersuchungsgeräte betrachtet.

Die wichtigste Befundung der streßechokardiographischen Untersuchung ist die Wandbewegungsanalyse. Hierbei ist wegen des subjektiven Faktors die Untersuchungserfahrung von grundsätzlicher Bedeutung. Der erfahrene Echokardiograph muß eine Trainingsphase von mindestens 100 Untersuchungen absolviert haben, um eine ausreichende Qualitätssicherung zu gewährleisten (64). Mindestens vier Projektionen müssen angeschaltet werden: Der apikale 4- und 2-Kammerblick, die parasternal lange Achse und die parasternal kurze Achse auf Papillarmuskelebene. Die segmentale Wandbewegung ist nach dem Grad (Score) ihrer Veränderung zum Normalbefund zu bewerten: Hypo-, akinetisch oder dyskinetisch. Bei einem Herzgesunden kommt es bei der Belastung zu einer Hyperkinesie aller Wandabschnitte (51). Die Amerikanische Gesellschaft für Echokardiographie empfiehlt ein semiquantitatives Score-System (80). Hiernach werden die Kontraktilitätscores (Normo- bis Dyskinesie = 1 bis 4) jedem einzelnen von insgesamt 16 Segmenten des Ventrikels zugeord-



Abbildung 1: Typisches Beispiel eines pathologischen „Quad-Screen“, das systolische echokardiographische Bilder des linken Ventrikels auf verschiedenen Belastungsstufen wiedergibt. Anteroseptal bildet sich bis 150 Watt eine Akinesie (Pfeile) aus, demgegenüber steht eine Hyperkinesie der übrigen gesunden Herzmuskelareale.

net, aufsummiert und durch die dargestellten Segmente dividiert, um einen Score-Index zu erhalten. Strik特 quantitative Algorithmen sind bisher wissenschaftlichen Fragestellungen vorbehalten (5, 52, 56).

sammelt (Abbildung 2, 46). Normalwerte haben wir hierzu vorgelegt (47). Mittlerweile hat sich dieses Protokoll auch in anderen Zentren durchgesetzt. *Abbildung 2* zeigt eine kürzlich speziell für die Streßechokardiographie einge-

In sämtlichen Vergleichsstudien war die Methode dem konventionellen Belastungs-EKG signifikant überlegen (46, 75). Wir konnten weiterhin zeigen, daß die Aussagefähigkeit der Methode im Vergleich zum Belastungs-EKG

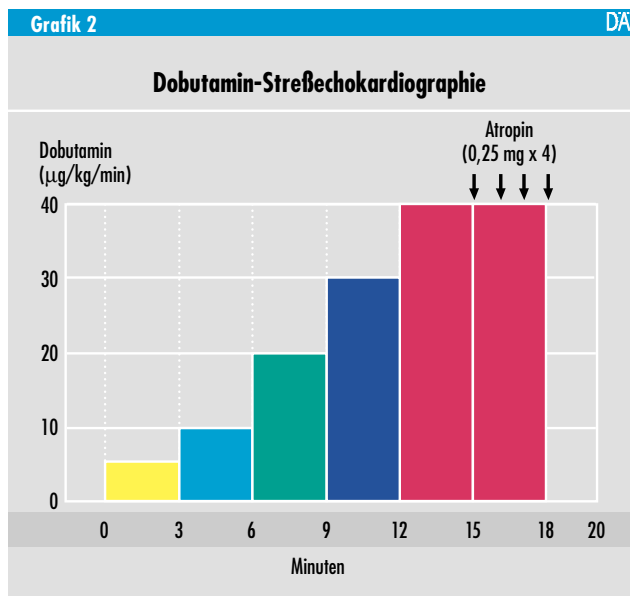


Abbildung 2: Arbeitsplatz und Gerätekonstellation für die dynamische Streßechokardiographie. Neben einem modernen Echokardiographiegerät mit zweitem Monitor für die Softwareapplikation der Streßechokardiographie wird eine halbschräge Ergometerliege verwendet, die zur Verbesserung der Echogenität zusätzlich nach links schwenkbar ist.

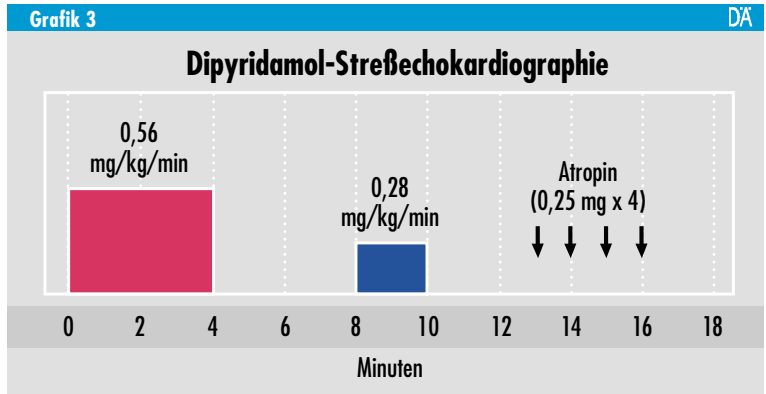
Dynamische Streßechokardiographie

Die körperliche Belastung ist der physiologischste Streßinduktor (59). Eine kontinuierliche echokardiographische Aufzeichnung – die in unseren Augen immer erstrebenswert ist – kann bei liegenden und sitzenden Fahrradprotokollen (24, 29, 74) vorgenommen werden. Im Gegensatz zu der in den USA gewohnheitsbedingt vorherrschenden Laufbandergometrie (Echokardiographie nur nach Belastung [42, 70]) ist die Bilderhebung während maximaler Belastung (peak exercise) möglich. Die Sensitivität kann dadurch trotz der diskutierten erschöpfenderen Belastung auf dem Laufband um etwa 30 Prozent erhöht werden (31, 69). Seit 1990 haben wir die besten Erfahrungen mit einer in 45-Gradposition halbaufrecht eingestellten Ergometerliege ge-

führte Liege, die die Echogenität durch Linksseitenlagerung erhöht. Das Stufen- oder Rampenprotokoll kann nach eigenem Belieben gewählt werden. Wir belasten in Anlehnung an das Jones-Protokoll (33). Die mittlerweile ausgesprochen umfangreiche Literatur weist im Mittel eine Sensitivität als auch Spezifität von 80 Prozent auf (24, 29, 31, 42, 46, 59, 69, 70, 74). Die Arbeitsgruppe von Linda Crouse, die weltweit die am häufigsten durchgeführten Streßechokardiographien überblickt, berichtet sogar über eine Sensitivität von 97 Prozent (18).



International übliches Titrationsprotokoll der Dobutamin-Streßechokardiographie



International übliches Titrationsprotokoll der Dipyridamol-Streßechokardiographie

weniger abhängig vom Schweregrad der koronaren Herzkrankheit ist, was von Ryan und Mitarbeitern in ähnlicher Weise beschrieben wird (46, 75). Die koronare 1-Gefäßkrankheit, die im Belastungs-EKG meistens verkannt wird (Sensitivität: 36 Prozent [75] bis 50 Prozent [46]), wird in der Streßechokardiographie ähnlich gut wie die 3-Gefäßkrankheit erkannt (Sensitivität: 75 Prozent [75] bis 85 Prozent [46]). Weiterhin gestattet die Methode eine topographische Zuordnung des Ischämieareals zu der Herzkranzarterie, was in der interventionellen Therapieplanung äußerst wichtig sein kann und durch die variable ST-Streckenvektorenablenkung des Belastungs-EKG entgegen der häufigen Annahme nicht gewährleistet wird (1). Es muß aber auch erwähnt werden, daß Ischämien im Versorgungsgebiet des RIVA am treffsichersten nachweisbar sind, gefolgt von RCA und RCX (Sensitivitäten in unserer Serie: 93 Prozent, 83 Prozent und 80 Prozent [46, 30, 74]).

Pharmakologische Streßechokardiographie

Die pharmakologische Streßechokardiographie hat zunehmend an Bedeutung gewonnen (32, 62, 78). Der Patient kann in der in der echokardiographischen Routine üblichen Linksseitenlagerung untersucht werden.

Die Echogenität ist wegen fehlender Körperbewegung und geringerer Tachypnoe mit geringerer Lungeninterferierung – Luft als schlechtester Schalleiter – zwischen Herz und Thorax besser. Ergometrisch nicht untersuchbare Patienten mit peripherer arterieller Verschlusskrankheit, orthopädischen (Arthrosen, WS-Syndrom) oder neurologischen (Paresen)

onsgebiet der stenosetragenden Koronararterie zu einer Wandbewegungsstörung. Beim Dobutamin-Protokoll gilt aber auch schon das segmentale Ausbleiben eines hyperdynamen Kontraktionsverhaltens als pathologisch (6, 61). Seit der Erstbeschreibung der Methode durch Berthe und Mitarbeiter sind zahlreiche Arbeiten (40, 78, 82) publiziert wor-

56, 71). Der Untersucher muß intensivmedizinisch erfahren sein, und eine Notfallausrüstung inklusive Defibrillator muß vor Ort zur Verfügung stehen. Kurzwirksame Beta-Rezeptorenblocker und Nitrate müssen verfügbar sein.

Seit kurzem steht eine neue katecholaminerge Substanz, Arbutamin, speziell für die Streßechokardiographie zur Verfügung. Die Applikation erfolgt über ein automatisches „feedback“-System, das die Titrierung an den individuellen Herzfrequenzanstieg durch ein geschlossenes Meß- und Infusionssystem adaptiert (28). Das System ist bereits durch das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte zugelassen.

Dipyridamol-Protokoll

Dipyridamol bewirkt über eine Hemmung des Adenosinabbaus eine arterioläre Dilatation (37). Bei Vorliegen einer signifikanten Koronarstenose kommt es zur Provokation eines sogenannten Steal-Effektes: Das Gefäßbett hinter der Stenose ist metabolisch-autoregulativ bereits maximal dilatiert, während die pharmakologische Dilatation „gesunder“ Gefäßbezirke zur relativen Abnahme der Kollateralversorgung und konsekutiven Ischämie mit Wandbewegungsstörungen führt, die echokardiographisch nachgewiesen werden (60). Eine Antagonisierung dieses Effektes ist durch Aminophyllin möglich (10), weswegen die Patienten auch keine Xanthin-haltigen Getränke, wie Cola, Kaffee und Tee, zu sich genommen haben dürfen. Die obstruktive Lungenerkrankung stellt eine Kontraindikation für die Untersuchung dar (62). Das in *Grafik 3* illustrierte Titrationsprotokoll ist international üblich. Im Vergleich zu den anderen Streßinduktoren werden 1- und 2-Gefäßkrankheiten schlechter erfaßt, was sich auch in den vorliegenden Studien in niedrigeren Sensitivitäten ausdrückt (36, 44, 84). Andererseits sind die positiven Befunde sehr spezifisch (36, 44, 84) und erreichen oft 100-Prozent-Werte. Die meisten Erfahrungen stammen aus Italien; in den USA und den übrigen europäischen Ländern hat sich die Methode vergleichsweise schlechter

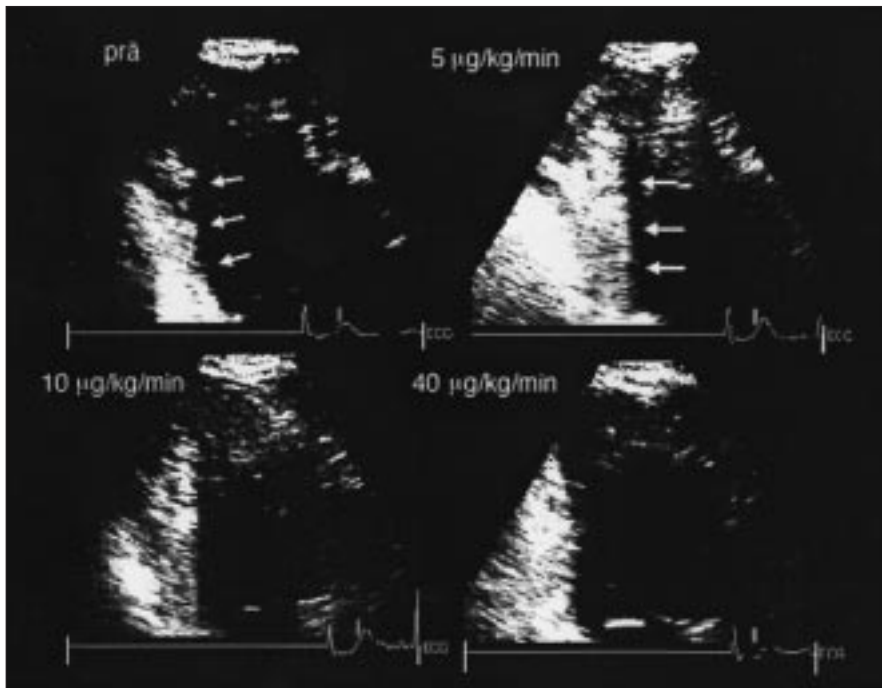


Abbildung 3: Typisches Beispiel einer Dobutamin-Streßechokardiographie, die bei einem Patienten mit Zustand nach Hinterwandinfarkt eine deutlich bessere Kontraktion im Infarktareal (Pfeile) unter niedrig dosierter Infusion als Hinweis noch vitalen Myokards aufzeigt.

Begleiterkrankungen als auch Patienten mit Trainingsmangel (Adipositas, höheres Alter) können der Ischämiediagnostik zugeführt werden.

Dobutamin-Protokoll

Dobutamin ist ein synthetisches Katecholamin, das in niedriger Dosierung einen positiv inotropen Effekt, in höherer Dosierung einen positiv chronotropen Effekt besitzt (56). Eine stufenweise Titrierung hat sich international etabliert (*Grafik 2*; 6, 61), in deren Rahmen wir Normalwerte erstellt haben (56). Wenn die submaximale Herzfrequenz ($[(220 - \text{Lebensalter}] \times 0,85)$ nicht erreicht wird, wird Atropin fraktioniert auf der höchsten Dobutaminstufe appliziert (22). Durch den erhöhten Sauerstoffverbrauch kommt es im Perfusi-

den, die in der Regel mit der dynamischen Streßechokardiographie vergleichbare Sensitivitäten und Spezifitäten aufweisen (12, 32). Prinzipiell können in seltenen Fällen gravierende Arrhythmien auftreten. In einer Serie von 1 118 konsekutiven Patienten kam es zu keinem Todesfall, Myokardinfarkt oder Kammerflimmern, aber doch bei 3,5 Prozent zu nicht-anhaltenden ventrikulären Tachykardien (48). Eine hypotensive Blutdruckreaktion unter Dobutamin kommt bei 20 Prozent der Untersuchungen vor (41, 56). Grund ist meist, im Gegensatz zum dynamischen Protokoll, keine schwere Ischämie, sondern ein durch die inotrope Wirkung bedingter Druckgradient im linksventrikulären Ausflußtrakt oder die stimulierende periphere Wirkung auf Alpha- und Beta-2-Rezeptoren (41,

durchgesetzt (60, 62). Dies gilt auch für die direkte Verwendung von Adenosin, das in der Dosierung zwischen 140 und 180 µg/kg KG/min eingesetzt wird (3, 90). Nebenwirkungen wie Kopfschmerzen, Schwindel und Übelkeit, die auch vom Dipyridamol bekannt sind, treten bei fast allen Patienten auf.

Vorhofstimulation

Schnelles atriales Pacing in Kombination mit der transösophagealen Echokardiographie ist entsprechend eigener Erfahrungen und der Literatur sensitiv, konnte sich aber als semi-invasive Untersuchungstechnik nicht routinemäßig durchsetzen und bleibt spezifischen Fragestellungen vorbehalten (37, 39).

Vergleich zu nuklearmedizinischen Verfahren

Die Übersicht der Literatur, die die Streßechokardiographie direkt mit szintigraphischen Methoden vergleicht, zeigt gute korrelierende Resultate (23, 38, 43, 70). Dies gilt für die Thallium-Spect-Technik, die Technetium-Szintigraphie, Radionuklidventrikulographie als auch die Positronenemissionstomographie (23, 38, 43, 70). Die Differenzierung von in Ruhe bereits bestehenden Veränderungen (Zustand nach Infarkt) und den streßinduzierten Veränderungen kann szintigraphisch besser erfolgen, während die Spezifität meist auf seiten der Echokardiographie besser ist (29, 70). Die Echokardiographie gewährleistet zudem gleichzeitig eine Orientierung über linksventrikuläre Funktion und Herzklappen. Der geringere logistische und finanzielle Aufwand als auch die fehlende Strahlenbelastung haben in vielen Institutionen zum Vorzug der streßechokardiographischen Methoden geführt.

Streß-Doppler-echokardiographie

Die Applikation der Doppler-echokardiographie im Rahmen von Belastungsprotokollen wurde bisher verhältnismäßig wenig beschrieben und kann bisher noch nicht als etabliert gelten. Trotzdem hat sie potentielle Einsatzgebiete.

Zum einen kann sie eine Bedeutung in der Diagnostik der koronaren Herzkrankheit haben, indem sie durch die Erhebung des transmitralen Flußprofils Aussagen zur diastolischen Funktion gestattet, die in der Ischämiekaskade früher gestört ist als die systolische Funktion (50) (Grafik 1). Wir haben Normalwerte hierzu vorgelegt und festgestellt, daß der empfindlichste und gleichzeitig am wenigsten variable Parameter die frühdiastolische Flußgeschwindigkeit darstellt (55). Es konnte gezeigt werden, daß diastolische Doppler-Parameter bei koronarer 1-Gefäßkrankheit sensitiver als neue Wandbewe-

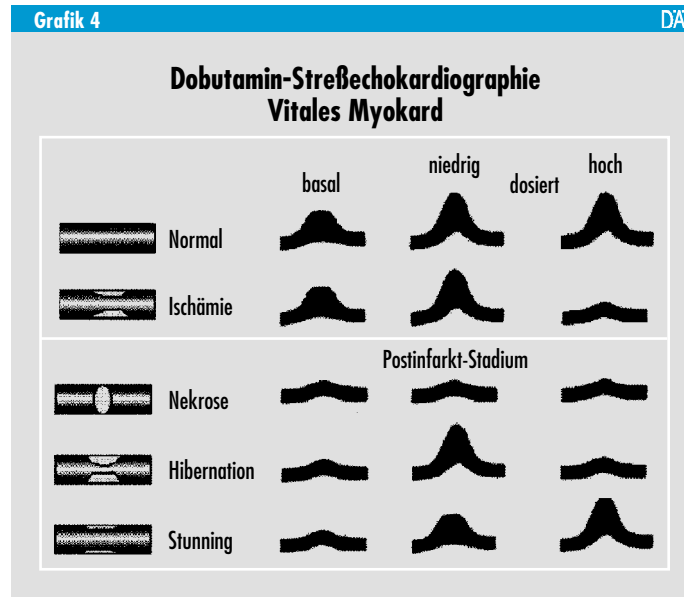
sein. Die funktionelle Stenosekomponente von Herzklappen oder Klappenprothesen kann unter den definierten Belastungsbedingungen eingeschätzt werden (4, 15, 17). Bei Klappeninsuffizienzen bleibt die zweidimensionale Echokardiographie diagnostisch interessant. Eine laufende Studie in unserer Institution untersucht die linksventrikulären Volumenveränderungen bei mittel- bis hochgradiger Aortenklappeninsuffizienz, die bei zunehmenden Volumina und fehlender Funktionsreserve (fehlender Anstieg der Auswurfraction) eher einer operativen Sanierung bedarf. Vorläufige Ergebnisse sind ermutigend (35).

Mittels CW-Dopplertechnik kann auch unter Belastung über den Trikuspidalinsuffizienzjet die Abschätzung der Drücke im kleinen Kreislauf gelingen (9). Veränderungen des Herzzeitvolumens können sowohl Doppler-echokardiographisch als auch über die planimetrisch bestimmten Volumina festgestellt werden; die Fehlerbreite ist aber nicht unerheblich (47, 56, 87).

Indikationsstellung

Primärdiagnostik der koronaren Herzkrankheit

Die dynamische Streßechokardiographie und die Dobutamin-Streßechokardiographie haben sich als gleichwertige Methoden in der Diagnosestellung der koronaren Herzkrankheit bewährt (21, 32). Dies gilt nicht nur für die relativ vorselektierten Kollektive publizierender Fachkliniken, sondern auch bei einer Bevölkerungsgruppe niedrigerer Prävalenz, wie der der Praxis (7). Das Geschlecht und die hypertensive Herzkrankheit beeinflussen die Aussagekraft nicht (58, 77). Die Differenzierung zur dilatativen Kardiomyopathie kann im Einzelfall schwierig sein (16). Entgegen dem konventionellen Belastungs-EKG stellen die Digitalisierung und der Schenkelblock keine Limita-



Schema der echokardiographischen myokardialen Wandbewegung und -verdickung unter der Dobutamin-Infusion. Die erste Spalte stellt den schematischen Koronarbefund dar, in der zweiten werden die Myokardzustände benannt, und in der dritten bis fünften Spalte ist die Kontraktion vor einer, unter niedrig und hoch dosierter Infusion illustriert.

gungsstörungen sind (20). Andererseits bleiben die Parameter wenig spezifisch.

Ein erweitertes Indikationsspektrum über die Diagnostik der koronaren Herzkrankheit hinaus kann die Funktionsdiagnostik von Herzvitien

tionen in der Ischämiediagnostik dar (2, 13). Die Kontrolle einer eingeleiteten antiischämischen Medikation ist zuverlässiger (53). Soweit durchführbar und auswertbar, sollte das konventionelle Belastungs-EKG in der Primärdiagnostik der koronaren Herzkrankheit nicht prinzipiell durch die Streßechokardiographie abgelöst werden, sondern als Stufendiagnostik ähnlich den nuklearmedizinischen Verfahren eingesetzt werden.

Koronare Revaskularisation

Mittlerweile liegen zahlreiche Studien vor, die die streßechokardiographische Erfolgskontrolle einer Koronarangioplastie beschreiben (49). Unsere Arbeitsgruppe zeigte zudem die Nachweisbarkeit der Restenose oder der Neuentwicklung einer postinterventionellen Stenose (Sensitivität 83 Prozent) (45). Auch die Durchgängigkeit aortokoronarer Bypässe kann mit einer Sensitivität von 89 Prozent relativ zuverlässig geprüft werden (76).

Risikostratifikation

Die Abwägbarkeit des Risikos kardialer Ereignisse nach einem Myokardinfarkt ist durch die Streßechokardiographie gut möglich. Bei komplikationslosem Verlauf ist auch das Streßechokardiogramm in 95 Prozent unauffällig, während 80 Prozent der Patienten mit schwerwiegenden kardialen Problemen einen pathologischen Befund aufweisen (72).

Auch die präoperative Risikoinschätzung vor nichtkardialer Operation kann besonders gut durch die Dobutamin-Streßechokardiographie vorgenommen werden (68). Ein negativer Befund macht perioperative kardiale Probleme sehr unwahrscheinlich (19).

Prognostische Information

Auch ohne vorausgegangenen Infarkt kann durch den streßechokardiographischen Befund eine Voraussage des klinischen Verlaufs und der Letalität erfolgen (67). Die Dipyridamol-Streßechokardiographie übertrifft hierbei sogar angiographische Parameter (83).

Vitales Myokard

Experimentell ist bekannt, daß nach einem Myokardinfarkt nicht-kontrahierendes, aber noch vitales Myokard neben der irreversiblen Nekrose existiert. Dessen kontraktile Reserve ist durch sympathomimetische Stimulation diagnostizierbar und therapeutisch durch Reperfusionmaßnahmen wieder zur Kontraktion zu bringen („hibernating myocardium“ = Myokard im Winterschlaf; 85). Klinisch wurde die niedrig dosierte Dobutamin-Streßechokardiographie zum Vitalitätsnachweis erstmals durch Pierard und Mitarbeiter im Vergleich zur Positronenemissionstomographie bei Patienten mit Infarkt und Thrombolyse beschrieben (*Abbildung 3, Grafik 4*) (66). Weiterhin wird das „gelähmte“ Myokard („stunned myocardium“) unterschieden, das sich in der Regel bei ausreichender Perfusion wieder ohne therapeutisches Zutun normalisiert. Zahlreiche Arbeiten belegen die echokardiographische Möglichkeit der Differen-

zierung dieser Myokardzustände (8, 54, 89). Für die Entscheidung zur postinfarziellen Revaskularisationstherapie wird die Methode neben dem Vermeiden unnötiger interventioneller und operativer Eingriffe und Risiken für den Patienten auch in Anbetracht der technisch weiterentwickelten Möglichkeiten (Angioplastie, Atherektomie, Stent-Implantation, Bypassoperation) zum einen und des Kostendrucks im Gesundheitswesen zum anderen immer wichtiger.

Zitierweise dieses Beitrags:

Dt Ärztebl 1997; 94: A-1723-1728 [Heft 25]

Die Zahlen in Klammern beziehen sich auf das Literaturverzeichnis im Sonderdruck, anzufordern über die Verfasser.

Anschrift für die Verfasser

Dr. med. Uwe Nixdorff
II. Medizinische Klinik und Poliklinik
Johannes-Gutenberg-Universität
Langenbeckstraße 1
55131 Mainz

Einfluß von Atherosklerose und Apolipoprotein E auf das Auftreten einer Demenz

Eine holländische Studie untersuchte den Zusammenhang von Atherosklerose, Apolipoprotein E und dem Auftreten einer Demenz. 284 Patienten mit Demenz (207 mit Alzheimer-Demenz und 77 mit vaskulärer Demenz) wurden mit 1 698 Patienten ohne Demenz verglichen. Das Vorliegen einer Atherosklerose wurde durch Sonographie der hirnversorgenden Gefäße sowie das Verhältnis aus systolischem Blutdruck von Fuß und Arm bestimmt. Apolipoprotein E wurde quantitativ sowie durch Bestimmung der Untergruppen (Genotypen $\epsilon 2$, $\epsilon 3$ und $\epsilon 4$) ermittelt.

Alle Indikatoren der Atherosklerose waren sowohl mit der Alzheimer-Demenz (Faktor 1,3 bis 1,8) als auch mit der vaskulären Demenz (Faktor 1,9 bis 3,2) assoziiert, der Schweregrad der Atherosklerose korrelierte mit dem Schweregrad der Demenz. Patienten mit schwerer Atherosklerose wiesen dreimal häufi-

ger eine Alzheimer-Demenz auf als solche ohne Atherosklerose. Der Apolipoprotein-E-Genotyp $\epsilon 4$ erhöhte bei Patienten mit schwerer Atherosklerose das Risiko einer Demenz jeglicher Ursache um den Faktor 4,5, das Risiko einer Alzheimer-Demenz um den Faktor 3,9 und das einer vaskulären Demenz sogar um den Faktor 19,8.

Die Autoren folgern, daß die Demenz mit ihren Hauptuntergruppen Alzheimer-Demenz und vaskuläre Demenz mit der Atherosklerose assoziiert ist und daß Interaktionen von Apolipoprotein E und der Atherosklerose in der Ätiologie der Alzheimer-Demenz eine Rolle spielen. acc

Hofman A et al.: Atherosclerosis, apolipoprotein E, and prevalence of dementia and Alzheimer's disease in the Rotterdam Study. *Lancet* 1997; 349: 151-54.

Prof. Albert Hofman, Dept. of Epidemiology and Biostatistics, Erasmus University Medical School, PO Box 1738, 3000 DR Rotterdam, Niederlande.