

A. Urhausen, W. Kindermann

## Echokardiographie in der Sportmedizin

Institut für Sport- und Präventivmedizin,  
Universität des Saarlandes, Saarbrücken

### Zusammenfassung

Die Echokardiographie in der Sportmedizin dient als Gesundheitsvorsorge im Leistungssport, der Differentialdiagnostik zwischen sportbedingten und krankhaften Veränderungen sowie der Abklärung auffälliger Beschwerden und Befunde. Das Risiko des plötzlichen Herztodes beim Sport kann durch diese nicht-invasive Untersuchung vermindert werden. Dimensionale Veränderungen des Herzens, die auf trainingsbedingte kardiale Adaptationen hinweisen, können durch die echokardiographische Bestimmung von Herzvolumen und linksventrikulärer Muskelmasse erfasst werden.

### Voraussetzungen

Die ein- und zweidimensionale Ultraschalluntersuchung des Herzens ist heute als nicht-invasive und risikofreie Untersuchungsmethode mit hoher Informationsdichte in der internistisch-leistungsphysiologischen Sportmedizin nicht mehr wegzudenken. Die Methode ist untersucherabhängig und erfordert somit einen erfahrenen Anwender, in der Regel einen kardiologisch ausgebildeten Arzt oder speziell ausgebildetes technisches Personal mit Auswertung der erhobenen Aufnahmen durch einen Arzt. Außerdem ist die Geräteausrüstung recht teuer. Neben einer routinemäßigen schriftlichen Dokumentation sollten Patienten- und auffällige Sportlerbefunde auf Video bzw. digitalen Medien gespeichert werden. In der Regel erfolgt die Echokardiographie heute in Kombination mit einer Doppleruntersuchung, wobei sich neben dem konventionellen gepulsten und kontinuierlichen Doppler der Farbdoppler insbesondere aufgrund der besseren Möglichkeit zur Vitienbeurteilung etabliert hat.

### Indikationen

Die Echokardiographie ist die Methode der Wahl zur primären Abklärung auffälliger herzbezogener Befunde aus Anamnese (z.B. Schwindel, Synkopen, familiäre Vorerkrankungen), klinischer Untersuchung (z.B. Marfan-Habitus, Herzgeräusch, Bluthochdruck) oder EKG (z.B. Repolarisationsstörungen, Hinweise auf vermehrte Rechts- oder Linksherzbelastung, Extrasystolie). Sie ist die Referenzmethode für die Diagnostik der hypertrophen Kardiomyopathie (HCM), die bei jüngeren Sportlern die häufigste Ursache für den plötzlichen Herztod darstellt. Bei Personen mit bekannten Risikofaktoren oder manifesten Herzkreislauferkrankungen sind regelmäßige echokardiographische Untersuchungen zur Beurteilung der körperlichen Belastbarkeit und Abschätzung akuter Risiken sowie längerfristiger Wechselwirkungen zwischen sportlicher Aktivität und kardialer Erkrankung notwendig. Beispielsweise sind beim Koronarpatienten die Größe der Infarkt Narbe und myokardiale Funktion, beim Hypertoniker das Ausmaß der linksventrikulären Hypertrophie und diastolischen Funktionseinschränkung (Doppler)

oder bei Personen mit Klappenvitien insbesondere der Stenosegrad von Bedeutung. Bei Patienten mit Z.n. Klappenersatz ist eine Belastungsechokardiographie zur Abschätzung des Klappengradienten unter Belastung sinnvoll. Der Mitralklappenprolaps ist vorrangig eine echokardiographische Diagnose, in der gesunden Bevölkerung beträgt die Häufigkeit ca. 5%. In der Regel ist der Mitralklappenprolaps ein prognostisch günstiger Befund ohne Krankheitswert. In einigen Fällen mit strukturellen Klappenveränderungen und Mitralinsuffizienz ist jedoch von einem erhöhten Risiko für kardiale Komplikationen auszugehen.

Bei Sportlern mit langjährigem Anabolikakonsum sollte eine Echokardiographie zum Ausschluss kardialer Nebenwirkungen wie linksventrikuläre Hypertrophie erfolgen. Bei Personen mit überdurchschnittlicher Körpergröße wurde auch ohne sonstige Marfan-Symptome eine deutlich höhere Inzidenz kardialer Marfan-Manifestationen nachgewiesen (Abb. 1), so dass insbesondere bei Basketball- und Volleyballspielern eine Echokardiographie mit Messung des Aortenwurzeldurchmessers empfohlen wird. Hingegen ist die konventionelle Doppler-Echokardiographie nicht geeignet, ein unvollständig geschlossenes foramen ovale im Rahmen einer Tauchtauglichkeitsuntersuchung auszuschließen. Hierzu wäre eine transösophageale Kontrastechokardiographie notwendig.

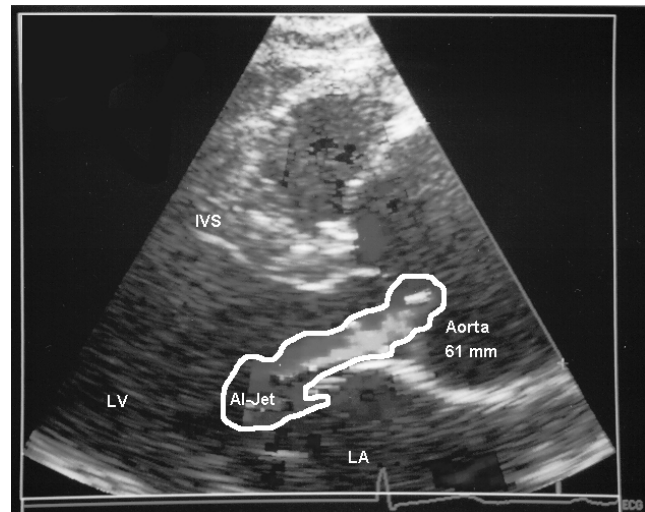


Abbildung 1: Zufallsbefund einer ausgeprägten Aortenwurzeldilatation (Normalwert bis 37 mm) mit Aorteninsuffizienz im Farbdopplerechokardiogramm bei einem Sportler ohne Marfan-Habitus (absolutes Sportverbot und OP-Indikation wegen Gefahr einer akuten Aortendissektion).

IVS = interventrikuläres Septum  
LV = linker Ventrikel  
LA = linker Vorhof  
AI-Jet = Aorteninsuffizienz-Rückfluss

Bei Bundeskaderathleten ist die Echokardiographie Bestandteil der durch den Bereich Leistungssport finanzierten sportmedizinischen Gesundheitsbeurteilung an den DSB-lizenzierten Untersuchungszentren und sollte bei allen Sportlern zumindest einmal - möglichst im Rahmen der ersten Untersuchung - und in Sportarten mit hoher kardiozirkulatorischer Beanspruchung alle zwei Jahre durchgeführt werden. Auf Landeskaderebene wird eine Angleichung an das Untersuchungsschema der Bundeskader ebenfalls angestrebt. Im Deutschen Fußballbund ist die Echokardiographie im Rahmen der jährlichen Sporttauglichkeitsuntersuchung für alle Spieler der 1. und 2. Bundesliga Pflicht. Eine echokardiographische Basisuntersuchung liefert wichtige Vergleichsdaten für eine eventuell später notwendige Abklärung im Krankheitsfall.

## Bestimmung von Herzvolumen und linksventrikulärer Muskelmasse

Unter leistungsphysiologischen Gesichtspunkten ermöglicht die Echokardiographie eine Bestimmung des Herzvolumens zur Beurteilung der kardialen Adaptation an das bisher absolvierte ausdauerorientierte Training (4) und somit möglicherweise eine Abschätzung des noch vorhandenen Entwicklungsspielraums.

In der Sportmedizin hat die echokardiographische Herzvolumenbestimmung aufgrund der fehlenden Strahlenbelastung und dem höheren sonstigen Informationsgehalt die röntgenologische Methode inzwischen abgelöst. Die kombinierte ein- und zweidimensionale Methode zur Bestimmung des Herzvolumens (3) basiert auf der modifizierten Simpson-Regel und berechnet zunächst aus dem im parasternalen M-Mode gemessenen totalen enddiastolischen linksventrikulären Tiefendurchmesser auf Papillarmuskel- und Mitralklappenebene sowie dem von apikal gemessenen totalen Längsdurchmesser von Ventrikelspitze bis Mitralingebene den totalen enddiastolischen linksventrikulären Innendurchmesser; daraus errechnet sich in einem zweiten Schritt das Gesamtherzvolumen mittels Regressionsgleichung. Somit ist diese Methode nur bei harmonischen Herzhöhlenverhältnissen gültig, bietet aber eine gute Übereinstimmung zu röntgenologischen und magnetresonanztomographischen Ergebnissen. Bei Kindern und Jugendlichen mit entsprechend kleineren Körperdimensionen wird die Gesamtherzgröße durch diese Methode überschätzt. Der Vorteil der Methode besteht jedoch darin, dass man im ersten Zwischenschritt das enddiastolische Gesamtvolumen des linken Ventrikels erhält und die Möglichkeit hat, die linksventrikuläre Muskelmasse über die zusätzliche Einbeziehung der korrespondierenden enddiastolischen Innendurchmesser (von parasternal auf Papillarmuskel- und Mitralklappenebene sowie von apikal) zu berechnen (3). Die so ermittelte linksventrikuläre Muskelmasse ist wesentlich exakter im Vergleich zu der häufig angewandten Methode nach *Devereux* (2). Letztere ist zwar einfacher (weniger aufwendig) zu handhaben, führt jedoch insbesondere bei vergrößerten Herzen, auch bei Sporthertzen, zu einer mit der Herzgröße zunehmenden Überschätzung im Vergleich zu den mittels Magnetresonanztomographie gemessenen Ergebnissen und muss insgesamt kritisch betrachtet werden. Eine weitere echokardiographische Methode zur Bestimmung der Gesamtherzgröße (1) zeigt zwar auch bei Patienten mit asymmetrischer Herzvergrößerung eine gute Übereinstimmung mit der röntgenologischen Messung, bietet jedoch keine Möglichkeit zur linksventrikulären Muskelmassenbestimmung. In der klinischen Kardiologie ist die Angabe der linksventrikulären Muskelmasse wesentlich verbreiteter als das Herzvolumen.

Obwohl der Bezug des Herzvolumens auf die Körperoberfläche oder die fettfreie Körpermasse genauer wäre, ist die Angabe der Herzgröße pro Kilogramm Körpergewicht allgemein üblich. Bei Männern beträgt die normale Herzgröße 10-12 (Grauzone bis 13) ml pro kg, bei Frauen 9-11 (Grauzone bis 12) ml pro kg Körpergewicht.

## Problemfälle

Die Doppler- Echokardiographie ermöglicht in der Regel die Differenzierung zwischen einer physiologischen und pathologischen linksventrikulären Hypertrophie, wenn man die Voraussetzungen und Grenzwerte für eine Sporthertzvergrößerung zugrundelegt (7). Gesunde Ausdauersportler können eine in Ruhe grenzwertig erniedrigte Verkürzungsfraktion (eindimensionaler systolischer Funktionsparameter) bei gleichzeitig leicht dilatiertem linkem Ventrikel

aufweisen, zeigen aber unter Belastung im Gegensatz zu einer beginnenden dilatativen Kardiomyopathie ein normales Kontraktionsverhalten. In wenigen Einzelfällen mit unklaren Beschwerden, Repolarisationsauffälligkeiten im EKG und mäßiggradiger Wandverdickung zwischen 13-16 mm kann die Abgrenzung von einer HCM problematisch sein (5, 6). Hier können neuere echokardiographische Verfahren wie der kardiale Gewebedoppler Hilfestellung leisten.

Zur Diagnosesicherung der arrhythmogenen rechtsventrikulären Kardiomyopathie oder von angeborenen fehlerhaften Koronararterienabgängen als weitere potenzielle Ursachen für einen plötzlichen Herztod insbesondere bei jüngeren Sportlern ist die Echokardiographie nur unter außergewöhnlich guten Schallbedingungen geeignet.

Für die Diagnostik einer entzündlichen kardialen Mitbeteiligung im Rahmen eines Infektgeschehens oder einer Myokarditis zeigt die Echokardiographie insbesondere im Hinblick auf die Myokarditis keine charakteristischen Befunde, kann aber nicht selten wichtige Hinweise liefern: Insbesondere können ein Perikarderguss, regionale systolische oder auch diastolische Wandbewegungsstörungen, eine Ventrikeldilatation, eine eingeschränkte globale systolische Funktion oder Auffälligkeiten an den Herzklappen vorliegen. Im Zweifelsfall sollte mittels Stressechokardiographie das Kontraktions- und Relaxationsverhalten beurteilt werden.

## Fazit

Bei Sportlern mit hohem Trainingsumfang ist die Echokardiographie ein wichtiger Bestandteil der Gesundheitsvorsorge. Für die Diagnostik der HCM ist sie die Referenzmethode.

Für die Abklärung auffälliger EKG-Veränderungen und entzündlicher kardialer Mitbeteiligungen bei Infektionen kann die Echokardiographie wichtige Hinweise liefern.

In den meisten Fällen ist echokardiographisch eine Differenzierung zwischen physiologischer Sporthertzhypertrophie und pathologischer Hypertrophie möglich.

Herzvolumen und linksventrikuläre Muskelmasse können echokardiographisch zuverlässig bestimmt werden.

## Literatur

1. *Bubenheimer P*: Echokardiographische Herzvolumenbestimmung. Herz und Gefäße 12 (1992) 127-130.
2. *Devereux RB, Alonso DR, Lutas EM, Gottlieb GJ, Campo E, Sachs I, Reichel N*: Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy: comparison to necropsy findings. Am J Cardiol 57 (1986) 450-458.
3. *Dickhuth HH, Urhausen A, Huonker M, Heitkamp H, Kindermann W, Simon G, Keul J*: Die echokardiographische Herzgrößenbestimmung in der Sportmedizin. Dtsch Z Sportmed 41 (1990) 4-12.
4. *Kindermann W*: Das Sporthertz. Dtsch Z Sportmed 51 (2000) 307-308.
5. *Pelliccia A, Maron BJ, Spataro A, Proschan MA, Spirito P*: The upper limit of physiologic cardiac hypertrophy in highly trained elite athletes. N Engl J Med 324 (1991) 295-301.
6. *Urhausen A, Kindermann W*: Echocardiographic findings in strength- and endurance-trained athletes. Sports Med 13 (1992) 270-284.
7. *Urhausen A, Monz T, Kindermann W*: Echocardiographic criteria of physiological left ventricular hypertrophy in combined strength- and endurance-trained athletes. Int J Card Imaging 13 (1997) 43-52.

Korrespondenzadresse:  
Prof. Dr. med. Axel Urhausen  
Institut für Sport- und Präventivmedizin  
Universität des Saarlandes  
66041 Saarbrücken  
e-mail: a.urhausen@rz.uni-sb.de