

Urhausen A<sup>1,2</sup>

## Die Echokardiographie in der Sportmedizin

<sup>1</sup>Clinique du Sport, Centre Hospitalier de Luxembourg - Clinique d'Eich, Luxembourg

<sup>2</sup>Sports Medicine Research Laboratory, Public Research Centre for Health, Luxembourg

### ZUSAMMENFASSUNG

Die Echokardiographie in der Sportmedizin dient als Gesundheitsvorsorge im Leistungssport, der Differentialdiagnostik zwischen sportbedingten und krankhaften kardialen Veränderungen, der Abklärung auffälliger Beschwerden und Befunde sowie der Verlaufskontrolle bei kardialen Erkrankungen. Das Risiko eines plötzlichen Herztodes beim Sport kann durch diese nicht-invasive Untersuchung vermindert werden. Die Stärke der Echokardiographie liegt primär in der Beurteilung des linken Ventrikels sowie von Herzklappen, Perikard und Aortendimensionen, während Pathologien des rechten Ventrikels und der Koronararterien schwierig zu erfassen bleiben. Dimensionale Veränderungen des Herzens, die auf trainingsbedingte kardiale Adaptationen hinweisen, können durch die Bestimmung von Herzvolumen und linksventrikulärer Muskelmasse unter Berücksichtigung von Wanddicken-Innendurchmesser-Verhältnis und Körperdimensionen quantifiziert werden. Neuere echokardiographische Techniken verbessern die Aussagen zur systolischen und diastolischen links- und rechtsventrikulären Funktion für klinische und wissenschaftliche Fragestellungen.

**Schlüsselwörter:** Sportlerherz, Kardiomyopathie, Tauglichkeitsuntersuchung

### SUMMARY

Echocardiography in sports medicine is helpful for the health prevention in competitive athletes, the differential diagnosis between sports related and pathological cardiac adaptations, the clarification of conspicuous complaints or findings as well as the follow-up of cardiac diseases. The risk of sudden cardiac death in sports may be decreased by this non-invasive examination. The strength of the echocardiography lies in the evaluation of the left ventricle as well as the valves, the pericardium and the aortic dimensions while the assessment of pathologies of the right ventricle and of the coronary arteries remain difficult. Dimensional changes of the heart pointing at training related adaptations may be quantified by the determination of the heart volume and the left ventricular muscle mass while considering the wall-thickness-internal diameter ratio and the body dimensions. Newer echocardiographic techniques improve the information about the systolic and diastolic left and right ventricular function for clinical purposes and research.

**Key Words:** athlete's heart, cardiomyopathy, screening

### VORAUSSETZUNGEN UND UNTERSUCHUNGSTECHNIKEN

Die Ultraschalluntersuchung des Herzens ist als nicht-invasive und risikofreie Untersuchungsmethode mit hoher Informationsdichte in der internistisch-leistungsphysiologischen Sportmedizin nicht wegzudenken und bleibt die kostengünstigste und am breitesten verfügbare Methode zur kardialen Bildgebung. Bei Sportlern bestehen in der Regel besonders gute transthorakale Untersuchungsbedingungen. Die Methode hat keine Kontraindikationen, erfordert aber bei sorgfältiger Durchführung einen Zeitaufwand von mindestens 15 Minuten. Die Echokardiographie ist untersucherabhängig und setzt somit einen erfahrenen Anwender voraus, in der Regel einen kardiologisch ausgebildeten Arzt oder speziell ausgebildetes technisches Personal mit Auswertung der Aufnahmen durch einen Arzt. Die Geräteausrüstung ist recht teuer und inzwischen auch im Laptop-Format erhältlich. Die Untersuchung wird in den verschiedenen Ländern recht unterschiedlich vergütet, was insbesondere beim Vergleich von Kosten-Nutzen-Berechnungen zwischen Europa und den USA zu berücksichtigen ist. Patienten- und auffällige Sportlerbefunde werden auf digitalen Medien gespeichert. Bei jeder Untersuchung sollten auch die Körperdimensionen (Größe, Gewicht, Körperoberfläche) und die Herzfrequenz notiert werden, weil diese Einfluss auf verschiedene strukturelle und funktionelle Messgrößen haben. Als Basisuntersuchung erfolgt die Echokardiographie in Kombination mit konventionellem gepulstem (PW), kontinuierlichem (CW) und Farbdoppler. Erweiterte Verfahren bei bestimmten Fragestellungen sind Gewebedoppler (TVI), Speckle tracking, 3D-Echokardiographie sowie die transösophageale und Stress-Echokardiographie (dynamische oder pharmakologische Belastung).

### INDIKATIONEN

In der Sportmedizin ist die Echokardiographie die Methode der Wahl zur primären Abklärung auffälliger herzbezogener Befunde aus Anamnese (z.B. Schwindel, Synkopen, unklare Krampfanfälle, familiäre Vorerkrankungen), klinischer Untersuchung (z.B. Marfan-Habitus, Herzgeräusch, Bluthochdruck) oder EKG (z.B. Repolarisationsstörungen, Hinweise auf vermehrte Rechts- oder Linksherzbelastung, Extrasystolie).

Die Stärke der Echokardiographie liegt primär in der Beurteilung des linken Ventrikels sowie von Herzklappen, Perikard und Aortendimensionen. Sie ist eine wichtige Methode für die Diagnostik der hypertrophen Kardiomyopathie (HCM), die in den meisten Statistiken bei jüngeren Sportlern die häufigste Ursache für den plötzlichen Herztod darstellt. Bei Sportlern mit langjährigem Anabolikakonsum kann eine Echokardiographie relevante kardiale Nebenwirkungen wie eine linksventrikuläre Hypertrophie oder Relaxationsstörung aufdecken (6).

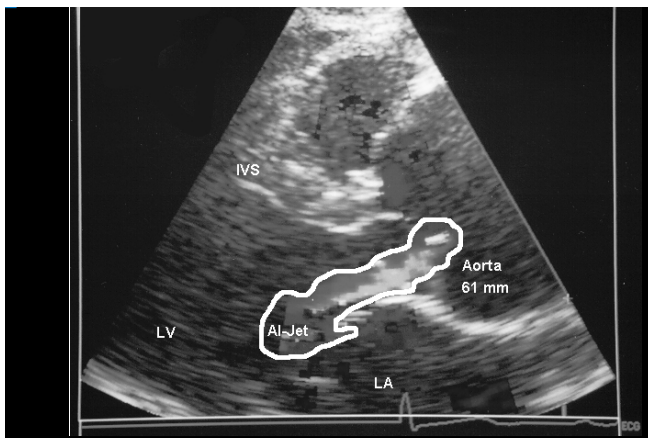
Bei Personen mit bekannten Risikofaktoren oder manifesten Herzkreislauferkrankungen sind regelmäßige echokardiographische Untersuchungen im Längsverlauf zur Beurteilung der körperlichen Belastbarkeit und Abschätzung akuter Risiken bis

accepted: October 2013

published online: December 2013

DOI: 10.5960/dzsm.2013.101

Urhausen A: Die Echokardiographie in der Sportmedizin. Dtsch Z Sportmed 64 (2013) 357-361.



**Abbildung 1:** Zufallsbefund einer ausgeprägten Aortenwurzel Dilatation von 61 mm (Normalwert bis 40 mm) mit Aorteninsuffizienz im Farbdopplerechokardiogramm bei einem Sportler ohne Marfan-Habitus (absolutes Sportverbot und OP-Indikation). IVS = interventrikuläres Septum, LV = linker Ventrikel, LA = linker Vorhof, Al-Jet = Aorteninsuffizienz-Rückfluss.

hin zur Festlegung des Zeitpunkts für einen eventuellen invasiven kardialen Eingriff notwendig. Beispielsweise sind beim Koronarpatienten die Größe der Infarkt Narbe und die myokardiale Funktion, beim Hypertoniker das Ausmaß der linksventrikulären Hypertrophie und diastolischen Funktionseinschränkung sowie bei Personen mit Klappenvitien insbesondere der Stenosegrad oder die Auswirkungen auf Durchmesser und Funktion volumenbelasteter Herzhöhlen von Bedeutung. Bei Patienten mit einer dynamischen Einengung oder Z.n. Klappenersatz ist eine Belastungsechokardiographie zur Abschätzung des Druckgradienten 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, nicht selten ist er aber mit Herzrhythmusstörungen assoziiert. In einigen Fällen mit strukturellen Klappenveränderungen und Mitralklappeninsuffizienz ist von einem erhöhten Risiko für kardiale Komplikationen auszugehen.

Bei Personen mit überdurchschnittlicher Körpergröße wurde auch ohne sonstige Marfan-Symptome eine deutlich höhere Inzidenz kardialer Marfan-Manifestationen nachgewiesen (Abb. 1). Insbesondere bei Basketball- und Volleyballspielern, aber auch bei Hochspringern, wird daher eine Echokardiographie mit Messung des Aortenwurzel durchmessers empfohlen (4). Normalerweise haben Sportler lediglich um 2 bis 3 mm weitere Durchmesser von Sinus Valsalva bzw. Aortentaschenanus. Hingegen ist die konventionelle Doppler-Echokardiographie nicht geeignet, ein unvollständig geschlossenes Foramen ovale im Rahmen einer Tauchtauglichkeitsuntersuchung auszuschließen, wird dafür aber auch nicht als Routinemethode ohne klinisches Verdachtsmoment empfohlen. Hier wäre dann eine transösophageale Kontrastechokardiographie notwendig.

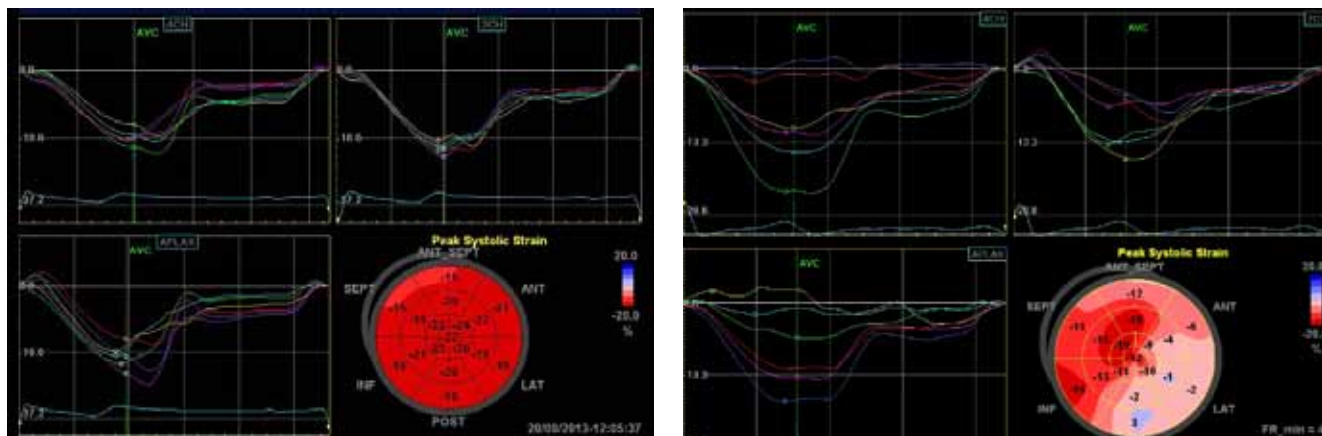
Bei Freizeitsportlern gehört die Echokardiographie in der Regel nicht zum Basis-Screening, sondern ist eine der wichtigsten weiterführenden Untersuchungen. Einige für die sportliche Belastbarkeit relevante kardiale Erkrankungen entziehen sich jedoch der Kombination Anamnese – klinische Untersuchung – EKG und können frühzeitig nur echokardiographisch festgestellt werden. Dies

kann auch bei der Zukunftsplanung jugendlicher Leistungssportler eine Rolle spielen, wobei bezüglich der HCM zu bedenken ist, dass die phenotypische Ausbildung der Wandhypertrophie in der Regel erst nach Eintritt der Pubertät bis hin zum mittleren und sogar höheren Erwachsenenalter erfolgt. Bei Bundeskaderathleten ist die Echokardiographie Bestandteil der durch den Bereich Leistungssport finanzierten sportmedizinischen Gesundheitsbeurteilung an den DOSB-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 erfolgt in der Regel eine Angleichung an das Untersuchungsschema der Bundeskader. Im Deutschen Fußballbund ist die Echokardiographie im Rahmen der jährlichen Sporttauglichkeitsuntersuchung für alle Spieler der 1. und 2. Bundesliga Pflicht. Dies ist auch bei Leistungs- und Profisportlern in vielen anderen europäischen Ländern der Fall.

#### 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. Einzelne Weltklasseathleten in Ausdauersportarten weisen allerdings vergleichsweise nur gering vergrößerte Herzvolumina auf. Ob in diesen Fällen auf einen noch nicht ausgereizten oder aber einen genetisch eingeschränkten Entwicklungsspielraum der „zentralen“ kardialen Anpassung gefolgert werden kann, ist derzeit allerdings noch unklar.

Die kombinierte ein- und zweidimensionale Methode zur Bestimmung des Herzvolumens (2) basiert auf der modifizierten Simpson-Regel und berechnet zunächst das enddiastolische linksventrikuläre Totalvolumen aus dem im parasternalen M-Mode gemessenen totalen enddiastolischen linksventrikulären Durchmesser auf Papillarmuskel- und Mitralklappenebene sowie dem von apikal gemessenen totalen Längsdurchmesser von Ventrikelspitze bis Mitrallingebene; daraus errechnet sich in einem zweiten Schritt das Gesamtherzvolumen mittels einer auf der Korrelation zum röntgenologischen Gesamtherzvolumen basierenden 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; das betrifft auch das auf das Körpergewicht bezogene (relative) Herzvolumen. 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 (2). In der klinischen Kardiologie ist nicht die Angabe des Herzvolumens, sondern die der linksventrikulären Muskelmasse üblich. Im Vergleich zur Echokardiographie werden in der Magnetresonanztomographie (MRT) die Wanddicken und Muskelmassen kleiner und die Vorhof- und Ventrikellinnenvolumina hingegen größer gemessen. Basierend



**Abbildung 2:** Segmentale 2D-strain-Analyse der longitudinalen systolischen linksventrikulären Funktion. Die 6 farbigen Linien zeigen die Verläufe der longitudinalen Verkürzung/Dehnung von 6 verschiedenen myokardialen Abschnitten des linken Ventrikels im Verlauf eines Herzzyklus in den 3 apikalen Anlotungen des 4-Kammer- (4CH), 2-Kammer- (2CH) und 3-Kammer-Bildes (APLAX) (AVC = Aortenklappenschluss). Der Kreis stellt den „bull's eye plot“ des 17 Segmentmodells mit den einzelnen linksventrikulären Myokardregionen in konzentrischen Ringen um den Apex dar.

Links: Normaler Befund bei 57-jährigem Ausdauersportler mit Sportherz.

Rechts: Reduzierte maximale systolische Deformation (global -9,6 %, normal > -15 %) in den anterioren, lateralen und posterioren Wandsegmenten bei 45-jährigem Patient mit hypertensiver linksventrikulärer Hypertrophie.

auf der Referenzmethode MRT ist die ermittelte linksventrikuläre Muskelmasse nach Dickhuth die genaueste im Vergleich zu anderen konventionellen echokardiographischen Methoden und insbesondere wesentlich exakter als die häufig angewandte Berechnung nach Devereux (9). Letztere ist zwar einfacher zu bestimmen, führt jedoch insbesondere bei vergrößerten Herzen, auch bei Sportherzen, zu einer mit der Herzgröße zunehmenden Überschätzung im Vergleich zum MRT-Goldstandard.

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, Sportherzen bis 20) ml pro kg, bei Frauen 9-11 (Grauzone bis 12, Sportherzen bis 19) ml pro kg Körpergewicht (3).

#### WEITERE ECHOKARDIOGRAPHISCHE TECHNIKEN

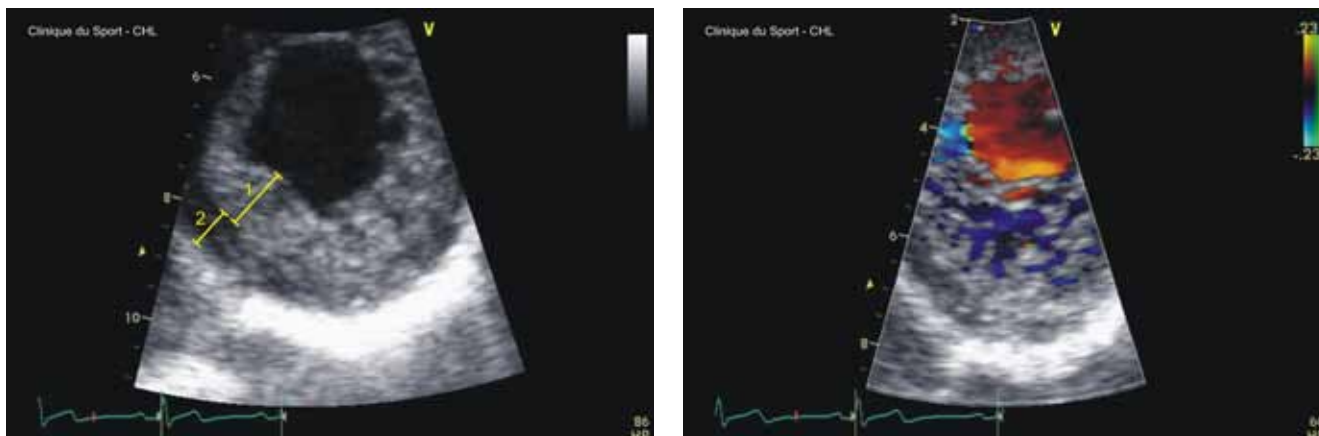
Zur Beurteilung der globalen und regionalen linksventrikulären Funktion oder von dynamischen intrakardialen Druckgradienten kann eine Belastungsechokardiographie durchgeführt werden, welche die physiologischen Verhältnisse bei sportlicher Belastung besser widerspiegelt als die pharmakologische Stressechokardiographie. Bei eingeschränkter thorakaler Schallbarkeit oder primär bei spezifischen Indikationen erfolgt die Echokardiographie transoesophageal zur besseren Darstellung insbesondere von Vorhöfen, Klappen und thorakaler Aorta.

Andere neuere echokardiographische Techniken verbessern insbesondere die Aussagen zur systolischen und diastolischen links- und rechtsventrikulären sowie zunehmend auch zur atrialen Funktion für klinische und wissenschaftliche Fragestellungen (1,5,6). Ein systematischer Einsatz bei Sporttreibenden ohne klinischen Verdacht und mit unauffälliger dopplerechokardiographischer Basis-Untersuchung scheint aber derzeit nicht gerechtfertigt. Die 3D-Echokardiographie erlaubt im Vergleich zum Goldstandard MRT eine gute Beurteilung der regionalen Muskelmassenverhältnisse sowie durch die exaktere volumetrische Quantifizierung und Vermeidung des durch die longitudinale Kontraktion bedingten

Schnittebenentranslationsfehlers im 2D-Echo validere Aussagen zu belastungsinduzierten funktionellen Veränderungen.

Der Gewebedoppler (tissue velocity imaging, TVI) dient zur Quantifizierung regionaler myokardialer Bewegungsgeschwindigkeiten und Deformationen im Verlauf des Herzzyklus. Er erlaubt eine sensible und weniger vorlast- und altersabhängige Erfassung der lokalen systolischen und insbesondere der diastolischen Funktion (z.B. linksventrikulär durch Messung der maximalen Bewegungsgeschwindigkeit am Mitralanulus). Der Bezug zur transmitralen frühdiastolischen Blutflussgeschwindigkeit (E/E') ermöglicht eine Abschätzung des enddiastolischen linksventrikulären Füllungsdrucks. Sportmedizinisch relevant sind besonders die mittels Gewebedoppler mögliche frühzeitigere Feststellung einer beginnenden HCM und gestörter diastolischer Funktion bei Anabolika-Anwendern (6).

Einen wesentlichen technischen Fortschritt stellt das Speckle tracking (2D strain) dar, welches quantitative Informationen über 2-dimensionale globale und segmentale myokardiale Deformationen liefert. Die im Gegensatz zum Gewebedoppler winkelunabhängige Bestimmung von Verformung (prozentuale Längenänderung in einem Myokardsegment = strain) und Verformungsrate (zeitliche Änderung des strain = strain rate) erlaubt neben der radialen systolischen Bewegung auch die Messung der oftmals frühzeitig gestörten longitudinalen und der zirkumferenziellen Komponente sowie von Rotation und Twist. Klinisch relevant ist insbesondere die einfach erfassbare automatisierte Berechnung der globalen longitudinalen systolischen Deformierung aus den apikalen Kammerbildern, die bei physiologischer Hypertrophie normal bleibt und, insbesondere kombiniert mit dem Gewebedoppler, die beste Differenzierung zu pathologischen Hypertrophieformen ermöglicht (1) (Abb.2). Unabhängig von der aktuell diskutierten Frage der langfristigen klinischen Relevanz wiederholter passagerer insbesondere rechtsventrikulärer Funktionsstörungen durch Langzeitausdauerbelastungen, basieren diese Studienergebnisse in erster Linie auf der Echokardiographie und wurden durch die neueren Techniken wie das Speckle tracking differenziert (5). Aktuelle Fragestellungen betreffen Veränderungen der regionalen LV Funktion, insbesondere der apikalen Rotation, zur Differenzierung des



**Abbildung 3:** Vermehrte apikale und vor allem inferiore Trabekularisierung mit Verdacht auf „non-compaction Kardiomyopathie“ bei einem schwarzen Sportler mit Herzrhythmusstörungen (häufige aus dem linken Ventrikel stammende Extrasystolen einschließlich Couplets im ansonsten normalen Ruhe-EKG, unter Belastung zunehmend einschließlich einer kurzen nicht-anhaltenden ventrikulären Tachykardie in der ersten Minute nach Belastungsende). Links: apikaler linker Ventrikel, endsystolisch in der 2D kurzen Achsendarstellung, 1 = non-kompaktierte Zone, 2 = normales Myokard. Rechts: Im Farbdoppler sichtbarer intertrabekulärer Blutfluss.

sportbedingten Remodellings von krankhaften Veränderungen, die zukünftig auch unter standardisierter Belastung untersucht werden sollten.

Auf Vorhofebene sind strain- und strain rate-Messungen bei Sportlern zur HCM-Differenzierung und zur Beurteilung des trainingsinduzierten linksatrialen Remodellings beschrieben. Vor dem Hintergrund des bei älteren Ausdauersportlern häufigeren Vor-

hofflimmerns könnte die Erfassung der linksatrialen Funktion im Speckle tracking interessant sein. Hier liegen bei Nicht-Sportlern prognostische Aussagen zum Erstereignis und zu kardiovaskulären Komplikationen vor. In diesem Zusammenhang stellt die Vorhofgröße einen weiteren Einflussfaktor dar und sollte planimetrisch aus der apikalen 2-dimensionalen Darstellung bestimmt werden.

**Tabelle 1:** (Doppler)Echokardiographische Grenzwerte des Sportherzens (modif. nach 3, 7-11). LV = linker Ventrikel, RV = rechter Ventrikel, \*: bei großen Körperdimensionen

	Männer	Frauen
Herzvolumen (ml/kg)	20	19
LV Muskelmasse pro Körperoberfläche (g/m <sup>2</sup> ) nach		
- Devereux	170	135
- Teichholz	135	
- Dickhuth	137	
LV Durchmesser (enddiastolisch; mm)	63 (67*)	60 (63*)
LV Durchmesser pro Körperoberfläche (enddiastolisch; mm/m <sup>2</sup> )	33	33
RV Durchmesser (enddiastolisch, parasternale lange Achse, M-Mode) (mm)	32	
RV Durchmesser (enddiastolisch, parasternale lange Achse, M-Mode; pro Körperoberfläche; mm/ m <sup>2</sup> )	17	
LV Wanddicken (enddiastolisch; mm)	13-15 (16)	12
Linker Vorhof (endsystolisch; mm)	45 (50*)	43 (45*)
Mitralis-Septumabstand (mm)	< 9	< 9
Systolische LV und RV Funktion	(in Ruhe leicht eingeschränkt bis) normal	(in Ruhe leicht eingeschränkt bis) normal
Diastolische LV und RV Funktion	normal bis supranormal	normal bis supranormal
LV Füllungsdruck (z.B. E/E')	normal	normal

**PROBLEMFÄLLE**

Die Doppler- Echokardiographie ermöglicht in der Regel die Differenzierung zwischen einer physiologischen und pathologischen linksventrikulären Hypertrophie, wenn man die Voraussetzungen und Grenzwerte der strukturellen und funktionellen Adaptation der Sportherzvergrößerung zugrunde legt (Tab.1). Hierbei ist zu beachten, dass bei der Beurteilung echokardiographischer Messungen immer die Körperdimensionen und das Wanddicken-Innendurchmesser-Verhältnis („Hypertrophie-Index“ oder „relative Wanddicke“) berücksichtigt werden. Letzteres liegt auch bei hochtrainierten Sportlern – ohne Unterscheidung zwischen Ausdauer- und Kraftsport – in der Regel bis maximal 0,43 (9), nur bei Kraftausdauersportlern (z.B.Ruderern) bis 0,45 (11).

Gesunde Ausdauersportler können in Ruhe grenzwertig erniedrigte ventrikuläre Funktionsparameter (Verkürzungsfraction, Ejektionsfraction; zum myokardialen Strain existieren uneinheitliche Angaben) bei gleichzeitig leicht dilatiertem linkem Ventrikel aufweisen, zeigen aber unter Belastung im Gegensatz z.B. zu einer beginnenden dilatativen Kardiomyopathie ein normales Kontraktionsverhalten. In wenigen Einzelfällen mit unklaren Beschwerden, Repolarisationsauffälligkeiten im EKG und mäßiggradiger Wandverdickung zwischen 13 bis 15 (16) mm kann auch die Abgrenzung von einer HCM problematisch sein. Hier können Gewebedoppler und Speckle tracking wertvolle Hilfestellung leisten. Schwerer zugängliche lokale Hypertrophieformen wie insbesondere die linksventrikuläre apikale Hypertrophie können echokardiographisch auch übersehen werden (Abb.3). Bei schwarzafrikanischen Sportlern sind ein höherer Trabekularisierungsgrad und signifikant häufiger linksventrikuläre Wandhypertrophien >12 mm beschrieben

als bei bei weißen Sportlern (18 vs 4%), allerdings bei einem gleichen oberen Grenzwert von 16 mm (8).

In der Unterscheidung zwischen normalen großen Herzen und Sportherzen von Hochausdauertrainierten konnte von mehreren rechtsventrikulären ein- und zweidimensionalen Messgrößen nur für den in der langen parasternalen Achse gemessenen M-Mode-Durchmesser eine akzeptable Korrelation zum Goldstandard Cardio-MRT gefunden werden (10). Zur Diagnosesicherung der arrhythmogenen rechtsventrikulären Kardiomyopathie als weitere und in den letzten Jahren immer mehr beachtete potenzielle Ursache für einen plötzlichen Herztod ist die Echokardiographie insbesondere aufgrund der eingeschränkten rechtsventrikulären Wandbewegungsdarstellung aber kaum geeignet.

Angeborene fehlerhafte Koronararterienabgänge können echokardiographisch nur unter besonders guten Schallbedingungen, insbesondere bei jüngeren Sportlern, diagnostiziert werden. In der Diagnostik einer entzündlichen kardialen Mitbeteiligung im Rahmen eines Infektgeschehens oder einer Myokarditis zeigt die Echokardiographie keine charakteristischen Befunde, kann aber nicht selten wichtige Hinweise liefern: Insbesondere können ein Perikarderguss, regionale systolische oder auch diastolische Wandbewegungsstörungen, eine Ventrikeldilatation, passager verdickte Kammerwände infolge Ödem, eine eingeschränkte globale systolische Funktion oder Auffälligkeiten an den Herzklappen vorliegen. Nur im Einzelfall wurde über eine verbesserte Hilfestellung durch eine nur im Gewebedoppler nachweisbare regionale systolische Wandbewegungsstörung berichtet (6). Im Zweifelsfall kann mittels Belastungsechokardiographie das normalerweise unter Belastung bzw. mit steigender Herzfrequenz unter medikamentösem Stress zunehmende myokardiale Kontraktionsverhalten überprüft werden.

Bei allen letztgenannten klinischen Fragestellungen (apikale linksventrikuläre Hypertrophie, arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathie, Koronarostienanomalien, Myokarditis) stellt das Cardio-MRT heute die diagnostische Referenzmethode dar, die bei klinischem Verdacht eingesetzt werden sollte.

## FAZIT

Bei Sportlern mit hohem Trainingsumfang ist die Echokardiographie ein wichtiger Bestandteil der Gesundheitsvorsorge. Herzvolumen und linksventrikuläre Muskelmasse können echokardiographisch zuverlässig bestimmt werden. In den meisten Fällen ist dopplerechokardiographisch eine Differenzierung zwischen physiologischer Sportherzhypertrophie und pathologischer linksventrikulärer Hypertrophie möglich. Insbesondere für die Abklärung von Herzgeräuschen, hohen Blutdruckwerten, auffälligen EKG-Veränderungen sowie für die Diagnostik der HCM, die Erfassung hypertonie- oder anabolikaassoziierter kardialer Veränderungen, die Beurteilung der Aortenweite und der Belastbarkeit bei Vitien liefert die Echokardiographie wichtige Hinweise. Neuere Techniken haben die Aussagen zur systolischen und diastolischen links- und rechtsventrikulären sowie linksatrialen Funktion für klinische und wissenschaftliche Fragestellungen verbessert.

*Angaben zu finanziellen Interessen und Beziehungen, wie Patente, Honorare oder Unterstützung durch Firmen: Keine.*

## LITERATUR

1. BUTZ T, VAN BUUREN F, MELLWIG KP, LANGER C, PLEHN G, MEISSNER A, TRAPPE HJ, HORSTKOTTE D, FABER L: Two-dimensional strain analysis of the global and regional myocardial function for the differentiation of pathologic and physiologic left ventricular hypertrophy: a study in athletes and in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Int J Cardiovasc Imaging* 27 (2011) 91-100.
2. 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.
3. KINDERMANN W: Das Sportherz. *Dtsch Z Sportmed* 51 (2000) 307-308.
4. KINOSHITA N, MIMURA J, OBAYASHI C, KATSUKAWA F, ONISHI S, YAMAZAKI H: Aortic root dilatation among young competitive athletes: echocardiographic screening of 1929 athletes between 15 and 34 years of age. *Am Heart J* 139 (2000) 723-728.
5. KNEBEL F, SCHIMKE I, SCHROECKH S, PETERS H, EDDICKS S, SCHATTKE S, BRECHTEL L, LOCK J, WERNECKE KD, DREGER H, GRUBITZ S, SCHMIDT J, BAUMANN G, BORGES AC: Myocardial function in older male amateur marathon runners: assessment by tissue Doppler echocardiography, speckle tracking, and cardiac biomarkers. *J Am Soc Echocardiogr* 22 (2009) 803-809.
6. KRIEG A, SCHARHAG J, KINDERMANN W, URHAUSEN A: Cardiac tissue Doppler imaging in sports medicine. *Sports Med* 37 (2007) 15-30.
7. 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.
8. RAWLINS J, BHAN A, SHARMA S: Left ventricular hypertrophy in athletes. *Eur Hear J* 10 (2009) 350-356.
9. SCHARHAG J, LÖLLGEN H, KINDERMANN W: Competitive sports and the heart: benefit or risk? *Dtsch Arztebl Int* 110 (2013) 14-24.
10. SCHARHAG J, THÜNENKÖTTER T, URHAUSEN A, SCHNEIDER G, KINDERMANN W: Echocardiography of the right ventricle in athlete's heart and hearts of normal size compared to magnetic resonance imaging: Which measurements should be applied in athletes? *Int J Sports Med* 31 (2010) 58-64.
11. URHAUSEN A, KINDERMANN W: Sports-specific adaptations and differentiation of the athlete's heart. *Sports Med* 28 (1999) 237-244.

### Korrespondenzadresse:

**Prof. Dr med. Axel Urhausen**

**Clinique du Sport**

**Centre Hospitalier de Luxembourg – Clinique d'Eich**

**78 rue d'Eich**

**1460 Luxembourg**

**Luxemburg**

**E-Mail: urhausen.axel@chl.lu**