

Journal für Kardiologie

Austrian Journal of Cardiology

Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislauferkrankungen

**Die standardisierte
Echokardiographie: Durchführung
Archivierung und Befunderstellung
sowie Evaluierung der systolischen
Linksventrikelfunktion //**

Standardised Echocardiography

Weihs W, Waltl G

*Journal für Kardiologie - Austrian
Journal of Cardiology* 2024; 31
(5-6), 96-103

Homepage:

www.kup.at/kardiologie

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche



Offizielles
Partnerjournal der ÖKG



Member of the ESC-Editor's Club



Offizielles Organ des
Österreichischen Herzfonds



ACVC
Association for
Acute CardioVascular Care

In Kooperation
mit der ACVC

Indexed in ESCI
part of Web of Science

Indexed in EMBASE

Medtronic

Engineering the extraordinary

Expert 2 Expert 2026

15.01. - 17.01.2026, Linz



**Gemeinsam für eine
bessere Patientenversorgung.**



OmniaSecure



Micra 2



Aurora



Affera



LINQ II



TYRX

Vorabanmeldung aufgrund limitierter Plätze notwendig.

Bei Interesse bitte bei Ihrem Medtronic Außendienstmitarbeiter anfragen.

Die standardisierte Echokardiographie: Durchführung, Archivierung und Befunderstellung sowie Evaluierung der systolischen Linksventrikelfunktion

W. Weihs, G. Waltl

Kurzfassung: Die Echokardiographie kommt als nicht-invasive Untersuchung bei nahezu allen Herz-erkrankungen als erste Wahl zum Einsatz. Wie bei allen bildgebenden Techniken ist ein standardisierter Untersuchungsablauf essentiell, um exakte und vergleichbare echokardiographische Studien zu generieren. In Anlehnung an die jeweils aktuellen Empfehlungen der European Association of Cardio-vascular Imaging (EACVI) wurden die Durchführung, Archivierung und Befunderstellung einer echokardiographischen Untersuchung definiert. Neben

einem Mindestmaß an quantitativen Parametern wird auf die Evaluierung der systolischen Linksven-trikelfunktion näher eingegangen.

Schlüsselwörter: Echokardiographie, Standardbe-fund, Linksventrikelfunktion

Abstract: Standardised Echocardiography. Echocardiography remains the most commonly used imaging modality in cardiovascular disease. To provide high standard and uniformity it is most

important to perform structured echocardiographic studies. In accordance to the recommandations of the Association of Cardiovascular Imaging standards for echocardiographic studies were defined including storage and reporting. Any echocardiographic report should include main reference values as well as quantification of left ventricular function. **J Kardiol 2024; 31 (5-6): 96-103.**

Key words: echocardiography, standard report, left ventricular function

■ Einleitung

Bei der Beurteilung der kardialen Strukturen und Funktionen ist die Echokardiographie die Methode der ersten Wahl. Die Echokardiographie ist leicht verfügbar, verhältnismäßig billig und auch bei kritisch kranken Patienten einsetzbar, nachdem es keine Kontraindikationen gibt.

Wie bei jeder bildgebenden Technik ist das Ergebnis der Unter-suchung von der Bildqualität, die von den anatomischen Ge-gebenheiten der Patienten, der Geräteausstattung und von den Fertigkeiten des Untersuchers beeinflusst wird, und von der Befundqualität abhängig. Ein strukturierter Untersuchungs-ablauf mit Dokumentation der wichtigsten Bilder und Bild-schleifen sowie ein standardisierter Befundbericht sind daher von essenzieller Bedeutung. Nur dadurch ist ein transparentes und nachvollziehbares Ergebnis mit einer exakten Diagnose gewährleistet.

Die hier beschriebene standardisierte Echokardiographie be-zieht sich ausschließlich auf die herkömmliche transthorakale Echokardiographie, die den Großteil der Untersuchungen im Echolabor ausmacht und ist von der fokussierten Echokardio-graphie im Notfall oder vom transösophagealen Zugang ab-zugrenzen.

Der Text stellt ein Update der Publikationen der AG Echokar-diographie (Österreichische Kardiologische Gesellschaft) aus den Jahren 2014 und 2018 dar und orientiert sich wie zuletzt an den Empfehlungen der European Association of Cardio-vascular Imaging (EACVI).

Eingelangt und angenommen am 20.02.2024

Aus dem LKH Graz II, Standort West

Korrespondenzadresse: Departmentleiter Dr. Wolfgang Weihs, Department für Kardiologie und Intensivmedizin, Abteilung für Innere Medizin, Steiermärkische Krankenanstaltengesellschaft m.b.H. LKH Graz II, Standort West, A-8020 Graz, Göstinger Straße 22; E-Mail: wolfgang.weihs@kages.at

■ Durchführung, Archivierung und Befunderstellung

Vorteile einer standardisierten echokardio-graphischen Untersuchung

Die standardisierte echokardiographische Untersuchung besteht aus einem Untersuchungsprotokoll mit definierten Standardschnitten, der (vorzugsweise) digitalen Archivie- rung essenzieller Bildschleifen und Bilder, einem minimalen Datensatz an Messungen und der Erstellung eines Befundes. Der Zweck eines standardisierten Vorgehens bei der Erstellung eines echokardiographischen Befundes dient

- der Möglichkeit einer Qualitätskontrolle bzw. -steigerung im Echolabor,
- der Möglichkeit, serielle Verlaufsuntersuchungen zur Er-fassung (geringfügiger) Änderungen kardialer Strukturen oder Funktionen zu gewährleisten,
- der besseren Verständlichkeit der Befunde für Zuweiser oder andere Echolabors und
- der Möglichkeit, Multicenterstudien oder -register für Out-come-Messungen oder ähnliches durchzuführen.

Die standardisierte Echokardiographie stellt das Mindestmaß dar, welches für jede echokardiographische Untersuchung inklusive eines Normalbefundes erhoben werden sollte. In Ab-hängigkeit von der Fragestellung und der vorliegenden Herz-erkrankung sind Erweiterungen der Standardschnitte sowie der Messparameter notwendig.

Die echokardiographische Fragestellung

Mit Ausnahme lebensbedrohlicher Akutsituationen sollte die Zuweisung zur Echokardiographie mittels einer schriftlich formulierten Fragestellung erfolgen. Eine Liste sinnvoller Indikationen zur Echokardiographie sollte in- und außerhalb des Krankenhauses verfügbar sein. Ein hoher Anteil an eindeutig indizierten echokardiographischen Untersuchungen ist ein wichtiges Qualitätsmerkmal für jedes Echolabor.

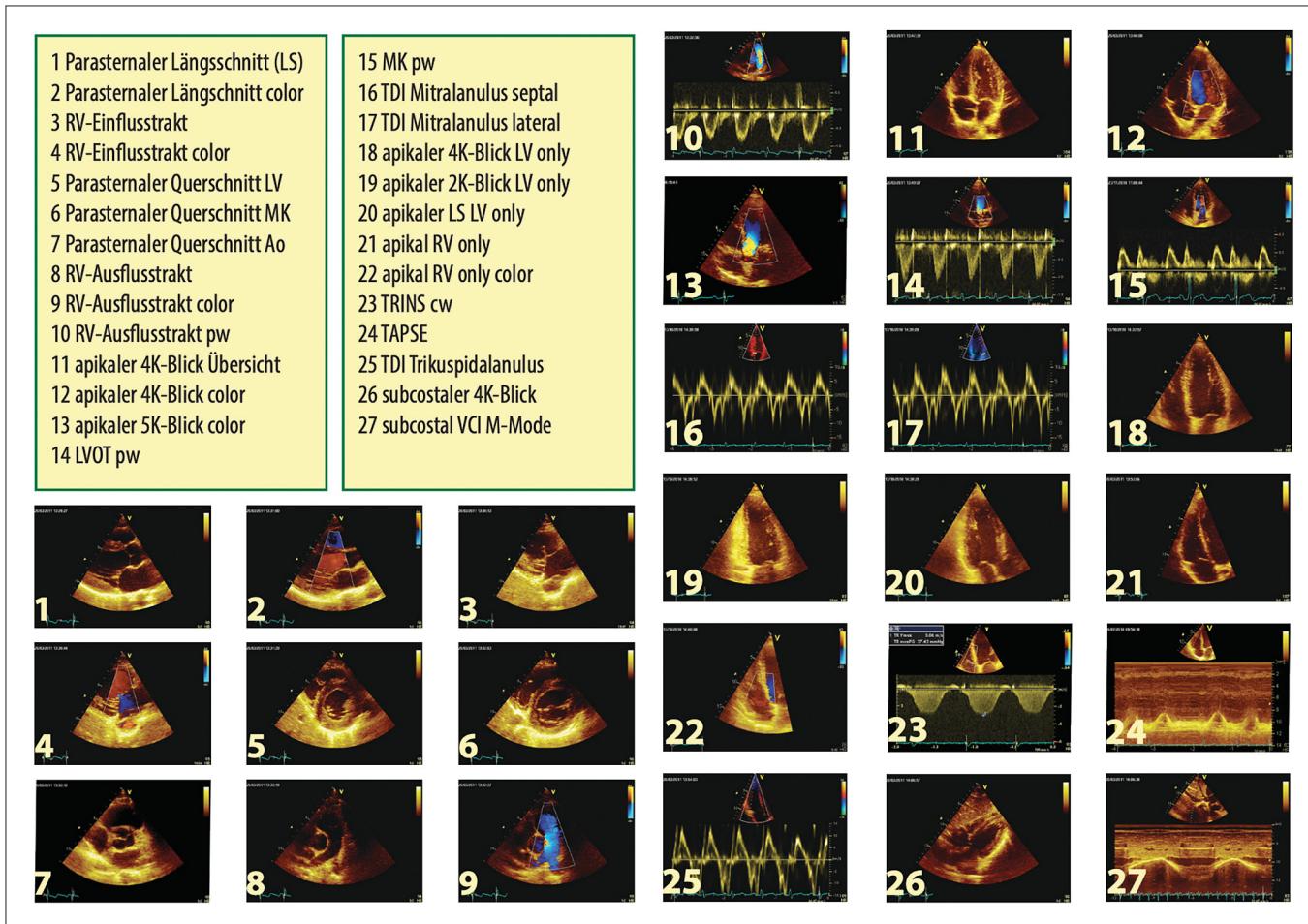


Abbildung 1: Standardisierte Bilder und Bildschleifen, die als Mindestdatensatz bei jedem Patienten digital gespeichert werden (Auszug aus dem Handbuch des Echolabors im LKH Graz II). © W. Weihs

Die genaue Fragestellung hat für die echokardiographische Untersuchung besondere Bedeutung. Die Frage sollte – sofern möglich – eindeutig beantwortet werden. Dazu können erweiterte Schnitte, spezielle Techniken (Kontrastechokardiographie, 3D, Speckle-Tracking u. ä.) notwendig sein.

Die Anwendungen der echokardiographischen Techniken/Methoden

Eine komplette echokardiographische Untersuchung beinhaltet die zweidimensionale (2D-) Technik, gegebenenfalls ergänzt durch die eindimensionale Methode (M-Mode), sowie eine Spektral- und Farbdopplertechnik. Die 2D-Technik steht bei der Evaluierung der kardialen Strukturen und Funktionen im Vordergrund. Die Vorteile des M-Mode liegen in der hohen zeitlichen Auflösung und dienen (falls erforderlich) zusätzlichen Informationen. Die Dopplertechniken vervollständigen die 2D-Untersuchung durch Informationen über intrakardiale Flussgeschwindigkeiten und -volumina. Der PW-Doppler ist für lokale Flüsse mit niedrigen (physiologischen) Geschwindigkeiten hilfreich, während der CW-Doppler die höchsten Geschwindigkeiten entlang einer Sektorlinie (z. B. zur Berechnung von Gradienten) erfassen kann. Der Farbdoppler ermöglicht die Erkennung pathologischer intrakardialer Flüsse (Klappeninsuffizienzen, -stenosen, Shunts) sowie durch den Einsatz des farbkodierten M-Mode die zeitliche Zuordnung derselben.

Die 3D-Echokardiographie (3DE) findet einerseits bei der Quantifizierung der links- und rechtsventrikulären Volumina

und Auswurffraktionen und andererseits bei der Beurteilung von Klappenerkrankungen (insbesondere der Mitralklappe) und anderen kongenitalen und erworbenen Vitien ihren Einsatz. Der Stellenwert sowie die Anwendung der Strain-Echokardiographie werden in einem eigenen Kapitel erörtert.

Der standardisierte echokardiographische Untersuchungsablauf

In Tabelle 1 sowie Abbildung 1 sind die standardisierten Untersuchungsschritte, welche bei jeder Untersuchung (auch bei Normalbefunden) als minimaler Datensatz erhoben werden sollen, dargestellt. Im Falle pathologischer kardialer Strukturen/Funktionen sind in der Regel weitere Schnitte (inkl. Zoom-Modus) notwendig. Die einzelnen Schnitte werden als Standbilder (M-Mode, Spektral-Doppler, TDI) oder als Bildschleifen (2D, Farbdoppler) aufgezeichnet. Optimal wären drei Herzzyklen pro Bildschleife. Falls nur ein Herzzyklus aufgenommen wird, ist auf einen repräsentativen Herzschlag zu achten (Vermeidung postextrasystolischer Schläge).

Die digitale Archivierung ist der analogen Aufzeichnung mittels eines Videobands eindeutig überlegen:

- bessere Bildqualität mit längerer Haltbarkeit
- mehr Flexibilität in der Bildbearbeitung
- Möglichkeit von Verlaufskontrollen
- einfache Kalibrierung sowie Offline-Messung
- eindeutige Patienten- und Untersuchungszuordnung.

Tabelle 1: Standardisierte Untersuchungsschnitte einer transthorakalen Echokardiographie

Schnitt	Modalität(en)	Mögliche Messungen
Parasternaler Längsschnitt	2D, Farbdoppler, M-Mode ¹	LVEDD, LVESD, IVS, LVPW, LVOT (2D), Ao (2D)
Parasternaler Querschnitt (Aorta)	2D, Farbdoppler, M-Mode ¹	
Parasternaler Querschnitt (MK)	2D	
Parasternaler Querschnitt (LV)	2D, M-Mode	LVEDD, LVESD, IVS, LVPW
Parasternaler RV-Einflusstrakt ²	2D, Farbdoppler	
Parasternaler RV-Ausflusstrakt ²	2D, Farbdoppler, PW	RVOT (2D, PW)
Apikaler Vierkammerblick	2D, Farbdoppler, PW, CW, TDI, Speckle-Tracking	LAV, LVEDV, LVESV, EF, E, A, E/A, DT, e', E/e', TK (CW), GLS
Apikaler Fünfkammerblick	2D, Farbdoppler, PW, CW	LVOT (PW), AK (CW)
Apikaler Zweikammerblick	2D, Farbdoppler, Speckle-Tracking	LVEDV, LVESV, EF, GLS
Apikaler Längsschnitt	2D, Farbdoppler, Speckle-Tracking	GLS
Subkostaler Vierkammerblick ²	2D, Farbdoppler	
Subkostal VCI + „sniff“	M-Mode	Weite und resp. Kollaps der VCI

¹M-Mode-Messungen können aus dem Längs- oder Querschnitt erfolgen. Manche Geräte ermöglichen einen (anatomischen) M-Mode aus dem (archivierten) B-Bild.

²fakultative Schnitte

LVEDD: linksventrikulärer enddiastolischer Durchmesser; LVESD: linksventrikulärer endsystolischer Durchmesser; IVS: interventrikuläres Septum; LVPW: linksventrikuläre Hinterwand; Ao: Aorta, LVOT: linksventrikulärer Ausflusstrakt; RVOT: rechtsventrikulärer Ausflusstrakt; LAV: linksatriales Volumen; LVEDV: linksventrikuläres enddiastolisches Volumen; LVESV: linksventrikuläres endsystolisches Volumen; EF: ejection fraction (Auswurffraktion); E: frühdiastolische Geschwindigkeit (Mitralfloss); A: spätdiastolische Geschwindigkeit (Mitralfloss); DT: Dezelerationszeit; e': frühdiastolische Geschwindigkeit (Mitrallannulus); TK: Trikuspidalklappe; GLS: globaler longitudinaler Strain; AK: Aortenklappe; VCI: Vena cava inferior

Kontinuierliche (digitale oder analoge) Aufzeichnungen kommen in erster Linie bei transösophagealen und Kontrastmittelstudien sowie im Rahmen von Interventionen (TAVI, Mitralklipping, ASD-, PFO-Verschluss etc.) zum Einsatz. Von einer Bilddokumentation der echokardiographischen Untersuchung auf Papier (Prints) ist dringend abzuraten.

Bei allen Untersuchungen werden als Mindestanforderung die Größenverhältnisse der Ventrikel, der Vorhöfe und der großen Gefäße, die systolische und diastolische Linksventrikelfunktion, die Klappenmorphologie und -funktion, der systolische

Pulmonalarteriendruck und das Perikard beurteilt. In Tabelle 2 sind die Mindestanforderungen in Abhängigkeit von der Fragestellung für die gängigen Herzerkrankungen dargestellt.

Der Verzicht auf eine komplette Echokardiographie, zum Beispiel im Rahmen einer fokussierten oder Kontrolluntersuchung, sollte im Befund klar dargelegt werden. Für die transthorakale Echokardiographie sollte eine Dauer von mindestens 30 Minuten eingerechnet werden. Komplexe Krankheitsbilder sowie die Implementierung neuer Techniken, wie TDI-, Kontrast- oder 3D-Studien, erfordern vielfach wesentlich mehr Zeit.

Tabelle 2: Standardisiertes Messprotokoll einer transthorakalen Echokardiographie

Herzerkrankung	Echobefund
Herzinsuffizienz	LV-Volumina, -EF (quantitativ), GLS, diastolische LVF bzw. LV-Füllungsdrücke, syst. PAP, RV-Funktion
KHK	LV-Volumina, -EF (quantitativ), regionale Wandbewegungsanalyse (Score), globaler und regionaler LS als Zusatzinformation, diastolische LVF bzw. LV-Füllungsdrücke, syst. PAP, Klappenfunktion (z. B. ischämische Mitralsuffizienz), RV-Funktion
Klappenerkrankungen	Morphologie und Funktion der Klappen (siehe Klappenstenosen bzw. -insuffizienzen) Auswirkungen auf den LV (Volumina, LVEF, Myokarddicke, Sphericity-Index, LV-Füllungsdrücke), den LA [LAV], den RV [Größe und Funktion], syst. PAP und die Aorta [Diameter])
Kardiomyopathie	LV-Volumina, -EF (quantitativ), Myokarddicke (Ausmaß, Verteilung), GLS, diastolische LVF bzw. LV-Füllungsdrücke
Herzbeteiligung bei Systemerkrankungen	LV-Volumina, -EF (quantitativ), Myokarddicke (Ausmaß, Verteilung), GLS, diastolische LVF bzw. LV-Füllungsdrücke

LVEF: linksventrikuläre Auswurffraktion (ejection fraction); GLS: globaler longitudinaler Strain; LVF: Linksventrikelfunktion; PAP: Pulmonalarteriendruck; RV: rechter Ventrikel; LS: longitudinaler Strain; LAV: linksatriales Volumen

Der echokardiographische Befund

Es wird empfohlen, den echokardiographischen Befund in einzelne Abschnitte zu strukturieren. Üblicherweise besteht der Befund aus den Basisinformationen, den erhobenen Messparametern, einer Beschreibung der echokardiographischen Befunde (Epikrise) sowie einer Zusammenfassung.

Basisinformation

Die Mindestanforderung an die Basisinformation sind Name (gegebenenfalls ID), Geschlecht, Geburtsdatum, Untersuchungsdatum, Zuweiser, Indikation, Name des Untersuchers und Schallqualität. Nachdem einige Messparameter auf die Körperoberfläche geindext werden, sollte der Befund Größe und Gewicht zur Berechnung der Körperoberfläche enthalten.

Die statischen und dynamischen Parameter sind zum Teil erheblich von den Ladebedingungen des Herzens (Vorlast, Nachlast) und von der Herzfrequenz abhängig. Daher sollten sowohl der Blutdruck als auch die Herzfrequenz (inkl. Rhythmus) dokumentiert werden, insbesondere, wenn starke Abweichungen vom Normalzustand vorliegen (hypertensive Krise, Hypotonie/Schock, Tachykardie z. B. bei Vorhofflimmern, Bradykardie z.B. bei AV-Block u. ä.). Zusatzinformationen, wie Echokardiographiegerät, Art und Ort der Archivierung, Angemessenheit und Dringlichkeit der Untersuchung dienen der

Qualitätskontrolle. Die Angabe des Gerätes beispielsweise ist bei der Anwendung der Strain-Echokardiographie von Bedeutung, da die Normwerte teilweise geräteabhängig sind.

Messungen

Die Messungen werden prinzipiell in Zahlen angegeben. Empfehlenswert sind die Angaben der Normalwerte (z. B. in Klammer). Die Messungen sollten an einem repräsentativen Schlag erfolgen. Optimal wäre jeweils ein Mittelwert aus mindestens drei Messungen bei Sinusrhythmus und aus fünf Messungen bei Vorhofflimmern. Wenn dieselben Parameter mit unterschiedlichen Methoden, beispielsweise die linksventrikulären Volumina und EF im 2DE oder 3DE, erhoben werden, sollte im Befund nur ein Ergebnis (zum Beispiel das der 3DE) angegeben werden.

Infolge aktueller Reihenuntersuchungen an gesunden Probanden wurden einige Referenzwerte geändert. Während unter den Experten bei den meisten Parametern hinsichtlich der Unterscheidung zwischen normal und pathologisch relative Klarheit herrscht, ist eine weitere Einteilung pathologischer Werte in gering-, mittel- oder hochgradig weniger gut belegt. Klinische Outcome-Daten sind lediglich für die linksventrikuläre Größe und Auswurffraktion (LVEF) sowie für das linksatriale Volumen (LAV) verfügbar.

Die wichtigsten Parameter und ihre Normalwerte sind in Tabelle 3 dargestellt.

Jeder echokardiographische Befund inkl. eines Normalbefundes sollte folgende Beurteilungen/Messungen enthalten:

- Die Größe und Funktion des linken Ventrikels (Diameter, LVEDV, LVESV, LVEF, regionale Wandbewegungsanalyse): Details siehe weiter unten.
- Die Größe des linken Vorhofs: Der Volumenindex ist gegenüber linearen Messungen eindeutig zu bevorzugen.
- Der rechte Ventrikel wird hinsichtlich seiner Größe und Funktion visuell beurteilt. Als Messparameter hat sich der basale Durchmesser im apikalen Vierkammerblick am ehesten bewährt. Ein semiquantitativer Zugang zur Abschätzung der rechtsventrikulären Funktion ist die Exkursion des Trikuspidalannulus entweder mittels M-Mode (TAPSE) oder anhand des Tissue Dopplers. Die Strain-Echokardiographie erweist sich als vielversprechende Methode und hat bereits Eingang in die tägliche Routine gefunden.
- Die Weite der Aorta wird im Bereich des Sinus ermittelt. Bei pathologischen Veränderungen an der Aortenklappe/Aorta sind weitere Messungen (Annulus, sinotubulärer Übergang, Aorta ascendens) angezeigt.
- Fakultativ können die Durchmesser des links- und rechtsventrikulären Ausflusstraktes, welche für hämodynamische Berechnungen (Cardiac Output, Klappenöffnungsfläche, Shuntvolumina etc.) benötigt werden, vermessen werden.
- Unter den Doppler-Messungen sind das transmitrale Flussprofil (E, A, E/A, DT) sowie die Geschwindigkeiten des Mitrallringes (e' , septal und/oder lateral) obligat. Die Abschätzung des systolischen pulmonalarteriellen Drucks erfolgt anhand der Trikuspidalinsuffizienz (CW-Doppler).
- Details und etwaige weitere Anwendungen der Dopplertechniken ergeben sich aus der zugrunde liegenden Pathologie und werden gesondert erörtert.

Tabelle 3: Standardmessparameter mit Referenzwerten

Messungen	Normalwerte
Linksventrikuläre Größe	
– LV-Diameter (M-Mode, 2D) (mm bzw. mm/m ²)	EDD: ≤ 59 (M), ≤ 53 (F) EDDI: ≤ 31 (M), ≤ 32 (F) ESD: ≤ 39,8 (M), ≤ 34,8 (F)
– LV Volumina ^a ml/m ² (2D)	EDVI: < 75 (M), < 62 (F) ESVI: < 32 (M), < 25 (F)
– LV Volumina ^a ml/m ² (3D)	EDVI: < 80 (M), < 72 (F) ESVI: < 33 (M), < 29 (F)
– Septum- und Hinterwanddicke (M-Mode) mm	≤ 10 (M), ≤ 9 (F)
– Relative Wandstärke	≤ 0,42
– linksventrikulärer Masse-Index g/m ²	< 102 (M), < 88 (F)
LVEF %	≥ 52 (M), ≥ 54 (F)
Regionale Wandbewegungsanalyse (Score-Index) ^b	≤ 1
LAV-Index ml/m ²	≤ 34
Rechter Ventrikel	
– Größe basal (mm)	< 42
– TAPSE (mm)	> 17
– Tricuspid annular velocity s' cm/s	> 9,5
Rechter Vorhof (Größe) RAVI ml/m ²	< 30 (M), < 28 (F)
Aortenwurzel (Sinus) ^c cm/m ²	≤ 1,9 (M), ≤ 2,0 (F)
Aortenwurzel (Annulus) cm/m ²	≤ 1,4 (M, F)
IVC-Diameter	< 17 mm

^aDie geindexten Werte sind zu bevorzugen.

^b16- bzw. 17-Segment-Modell

^cBei (susp.) Pathologie: sinutubulärer Übergang, Aorta asc.
EDV: enddiastolisches Volumen; ESV: endsystolisches Volumen; EDD: enddiastolischer Durchmesser; ESD: endsystolischer Durchmesser; IVS: interventrikuläres Septum; LVPW: Hinterwand; LVEF: linksventrikuläre Auswurffraktion („ejection fraction“); LAV: linksatriales Volumen; TAPSE: „tricuspid annular plane systolic excursion“; IVC: Vena cava inferior

Epikrise

Die Struktur der Epikrise kann unterschiedlich gestaltet werden. Die Einteilung anhand anatomischer Grundlagen (Ventrikel, Klappen, große Gefäße, Perikard etc.) ist ebenso gerechtfertigt, wie die Strukturierung nach den verwendeten Techniken (2D, M-Mode, Doppler etc.).

In der Epikrise werden die Messwerte als normal oder pathologisch interpretiert. Im Falle pathologischer Messwerte erfolgt auch hier die Graduierung (gering-, mittel, -hochgradig).

Zusammenfassung

Jeder echokardiographische Befund wird durch eine Zusammenfassung mit einer klaren Stellungnahme zur Diagnose und Schweregrad der Herzerkrankung abgeschlossen. Die Formulierung muss auch für Ärzte, die mit der Echokardiographie wenig vertraut sind, verständlich sein.

Ergeben sich aus der echokardiographischen Untersuchung unmittelbare Konsequenzen hinsichtlich der weiteren Therapie oder Diagnostik, so sollten diese dem Zuweiser unverzüglich mitgeteilt werden.

Echokardiographische Quantifizierung der Linksventrikelfunktion

Die Frage nach der Größe und Funktion des linken Ventrikels wird in der Echokardiographie am häufigsten gestellt. Wie in

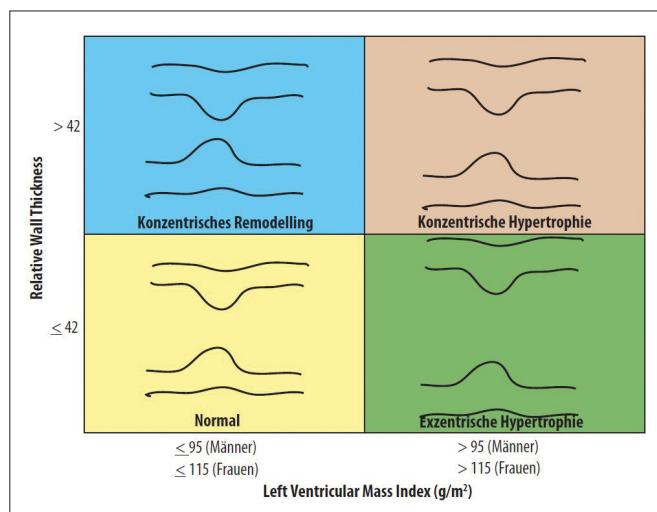


Abbildung 2: Normalbefund, konzentrisches Remodelling, konzentrische und exzentrische linksventrikuläre Hypertrophie. © W. Weihs

jedem bildgebenden Verfahren sind die Ergebnisse der Messungen und deren Interpretation in hohem Maße von der Erfahrung des Untersuchers abhängig. Es muss daher bei jedem Untersucher neben der Kenntnis der korrekten Durchführung von echokardiographischen Messungen auch ein ausreichendes Training gewährleistet werden. Es wird empfohlen, dass jeder (selbständige) Untersucher eine Akkreditierung in transthorakaler Echokardiographie entweder durch eine nationale oder eine europäische Institution, wie zum Beispiel der Österreichischen Kardiologischen Gesellschaft (ÖKG) oder der European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI), erwirbt. Maßnahmen wie die regelmäßige Kontrolle der echokardiographischen Befunde oder der Vergleich mit anderen bildgebenden Verfahren (Cardiac MR) dienen ebenfalls der Qualitätssteigerung. Letztlich verbleibt ein unvermeidbarer Rest an Inter- und Intraobservervariabilitäten, welcher bei der

Interpretation der echokardiographischen Untersuchung bedacht werden muss.

Die Durchführung der echokardiographischen Messungen erfolgt in entspannter Exspiration oder ruhiger Atemmittellage. Bei stabilem Sinusrhythmus ist in der Regel die Messung an einem Herzschlag ausreichend. Im Falle einer absoluten Arrhythmie werden mindestens drei Schläge gemessen und ein Durchschnittswert ermittelt.

Grundvoraussetzung für die exakte Quantifizierung des linken Ventrikels ist eine ausreichende Schallqualität. Maßnahmen zur Optimierung derselben sind in Tabelle 4 dargestellt.

LV-Myokarddicke

Die Beurteilung und Beschreibung der Myokarddicke beinhalten das Ausmaß und die Verteilung der Verdickung (symmetrisch versus asymmetrisch). Für die Messung sind standardmäßig das interventrikuläre Septum und die inferolaterale Wand in der parasternalen Längsachse unmittelbar unterhalb der Mitralklappe (Ansatz der Sehnenfäden an der Klappe) vorgesehen. Die Messungen erfolgen enddiastolisch, das bedeutet unmittelbar nach dem Schluss der Mitralklappe. In Ausnahmefällen kann auch die R-Zacke im EKG als Referenz herangezogen werden.

Um schräge (und dadurch falsche) Messungen zu vermeiden, wird üblicherweise im B-Bild gemessen. Um zu gewährleisten, dass die Schallebene in der Mitte des LV liegt, ist die (simultane) Darstellung der kurzen Achse hilfreich. Neben der absoluten Myokarddicke wird unter Berücksichtigung der LV-Größe (LVEDD) die relative Myokarddicke („relative wall thickness“ RWT = $2 \times \text{LVPWD}/\text{LVEDD}$) beurteilt. Die RWT ermöglicht die Einteilung der LV-Hypertrophie in konzentrisch, exzentrisch bzw. konzentrisches Remodelling (Abb. 2). Aus den

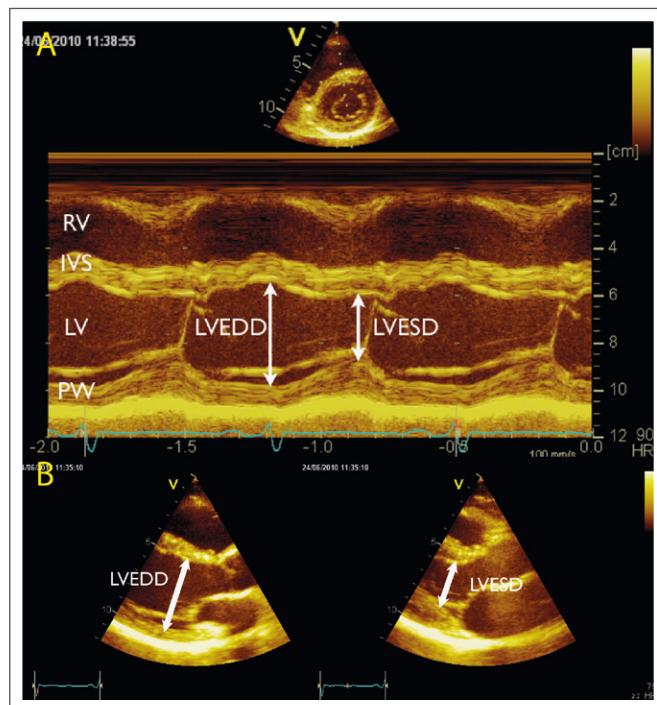


Abbildung 3: Messung der enddiastolischen und endsystolischen Diameter des linken Ventrikels aus dem M-Mode (A) und B-Bild (B). Der M-Mode kann aus dem parasternalen Längs- oder Querschnitt generiert werden.

Tabelle 4: Tipps zur Optimierung der zweidimensionalen Messungen

Ziel	Methode
Verringerung von Bewegungsartefakten	Ruhige Atemmittellage oder endexspiratorisch (ohne Pressen)
Verbesserung der Auflösung	Minimale Eindringtiefe Höchste Schallkopffrequenz Bildoptimierung (Gain, Compression etc.) Hohe Bildrate ($\geq 30/s$) Hannonic Imaging Farbkodiertes B-Bild
Vermeidung der apikalen Verkürzung	Linksseitenlage verstärken Liege mit Ausschnitt verwenden Nicht auf den Herzspitzenstoß vertrauen Unter tiefer Inspiration einen ICR tiefer aufsetzen
Optimale Definition des Endokards	Kontraststudie
Erkennen der Enddiastole, -systole	Achte auf die Mitralklappenbewegung (weniger auf das EKG)

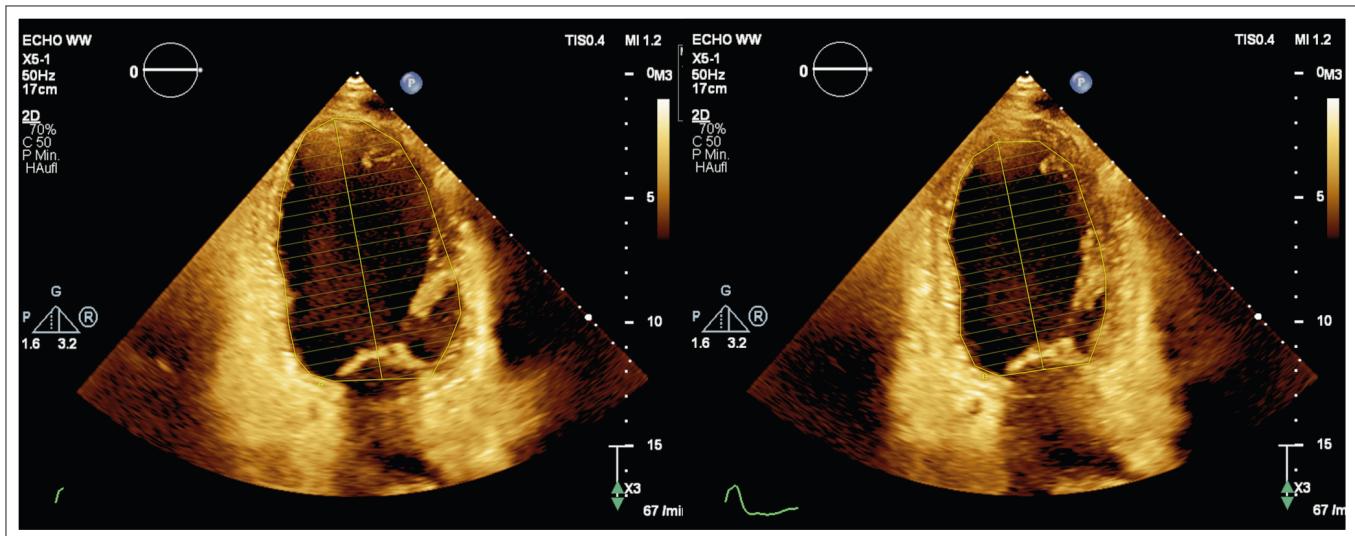


Abbildung 4: Messung der linksventrikulären Volumina und EF nach der Simpson-Methode. CAVE: Von Mitralklappen zu Mitralklappen wird jeweils eine Gerade gezogen (und damit ein kleiner Anteil des linken Vorhofs mitgemessen). Die Papillarmuskel werden von der Messung ausgeschlossen/abgeschnitten.

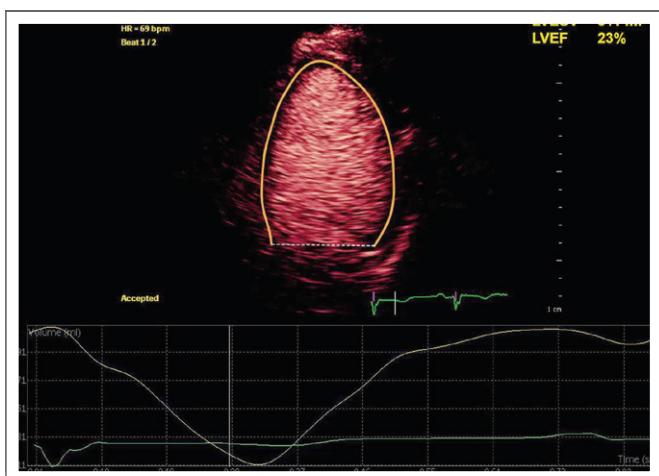


Abbildung 5: Messung der LV-Volumina mittels der Kontrastechokardiographie bei Vorliegen einer dilatativen CMP.

Messparametern kann über eine definierte Formel ($LV\text{-Masse} = 0,8 \times 1,04 [(LVEDD + LVPW + IVS)^3 - LVEDD^3] + 0,6$) die linksventrikuläre Masse berechnet werden. Die Messungen sind nur bei einer symmetrischen Linkshypertrophie zulässig.

LV-Größe

Die Größe des linken Ventrikels ist eine wichtige Komponente bei der Evaluierung der linksventrikulären Funktion. Veränderungen der linksventrikulären Diameter werden häufig als Progression oder Regression der kardialen Erkrankung interpretiert und als Therapieerfolg (oder -misserfolg) gewertet. Die Messungen erfolgen enddiastolisch und endsystolisch und sollten auf die Körperoberfläche bezogen werden (Index).

Lineare Messungen der LV-Größe

Lineare Messungen der linksventrikulären Diameter haben sich durch ihre Reproduzierbarkeit sowie geringe Inter- und Intraobservervariabilität bewährt. Der Durchmesser wird im parasternalen Längsschnitt in Analogie zur Myokarddicke gemessen. Es gelten daher auch dieselben Voraussetzungen und Einschränkungen (Abb. 3).



Abbildung 6: Semiautomatische Quantifizierung der LV-Volumina und -EF im 3DE.

Volumetrische Messungen des LV

Lineare Messungen zur Berechnung der Volumina (Teichholz-, Quinones-Methode) werden nicht mehr empfohlen. Für die Bestimmung der Volumina des linken Ventrikels kommen 2DE und 3DE zur Anwendung. Dazu wird das Endokard sowohl im 4- als auch 2-Kammerblick (enddiastolisch und endsystolisch) umfahren. Von Mitralklappen zu Mitralklappen wird eine gerade Linie gezogen, sodass ein kleiner Anteil oberhalb der Mitralklappe mitgemessen wird (Abb. 4). Von dieser Linie bis zum Apex wird die Längsachse des LV bestimmt. Als Qualitätskontrolle dient der Unterschied in der Längsachse im 4- bzw. 2-Kammerblick, welcher < 10 % betragen sollte. Bei größeren Abweichungen liegt am ehesten eine Verkürzung („Foreshortening“) der LV-Längsachse vor. Das Volumen wird anhand der „Scheibchen“-Methode nach der Simpson-Regel empfohlen. Die Anwendung eines lungengängigen Kontrastmittels kann bei eingeschränkter Schallqualität eingesetzt werden, wenn < 80 % des Endokards abgegrenzt werden können (Abb. 5).

Falls verfügbar und seitens der Schallqualität möglich, sollte zur Berechnung der LV-Volumina die 3DE zum Einsatz kommen, da diese Methode die beste Korrelation zum Cardiac MRI aufweist (Abb. 6).

In Tabelle 5 sind die normalen bzw. pathologischen Messwerte des linken Ventrikels dargestellt.

Systolische Linksventrikelfunktion

Globale systolische Linksventrikelfunktion

Für die Quantifizierung der systolischen LVF werden die zuvor ermittelten Volumina (2DE oder vorzugsweise 3DE) herangezogen. Lineare Messungen werden für diesen Zweck nicht empfohlen. Die globale systolische LVF wird aus der Differenz des enddiastolischen und end-systolischen Volumens, dividiert durch das enddiastolische Volumen, berechnet ($EF = (EDV-ESV)/EDV$).

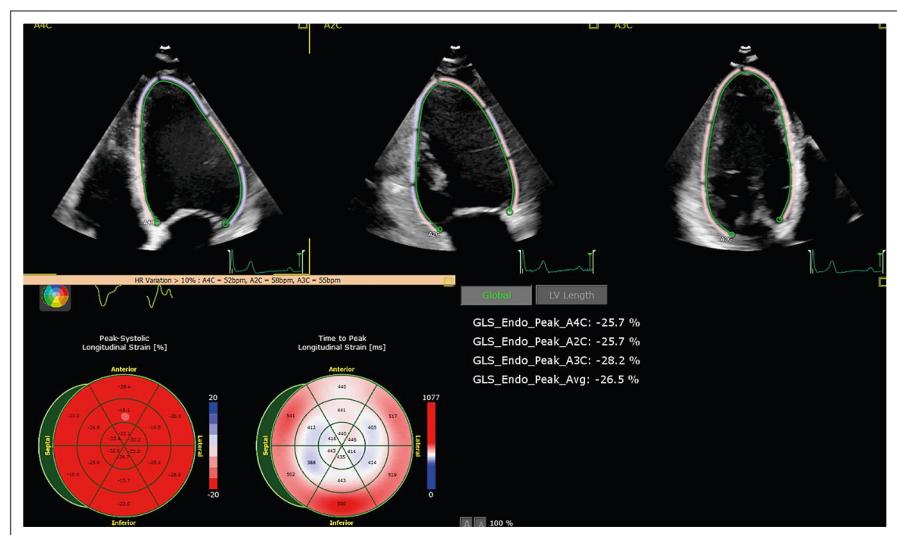


Abbildung 7: Darstellung des globalen longitudinalen Strains (GLS) bei einem Normalbefund.

Das enddiastolische Volumen wird unmittelbar nach dem Schluss der Mitralklappe, wenn der LV am größten ist, und das endsystolische Volumen unmittelbar nach Aortenklappenschluss bzw. wenn der LV am kleinsten ist, bestimmt. Normale und pathologische Werte für die Auswurffraktion („ejection fraction“ [EF]) sind in Tabelle 5 angeführt.

Globaler longitudinaler Strain (GLS)

Der GLS wird als Durchschnitt aus den 16 Segmenten des LV ermittelt (Abb. 7). Diese vielversprechende Methode zur Beurteilung der systolischen LVF findet vor allem bei normaler, grenzwertiger oder gering reduzierter LVEF ihren Einsatz.

Regionale Linksventrikelfunktion

Standardmäßig wird der linke Ventrikel in 16 Segmente (jeweils 6 Segmente im basalen und mittleren Drittel sowie 4 Segmente im apikalen Drittel) eingeteilt (Abb. 8). In anderen bildgebenden Verfahren, in welchen die Perfusion beurteilt wird (Nuklear-, MR-Technik), wird noch das Segment 17 („apical cap“) beurteilt, sodass auch vom 17-Segment-Modell gesprochen wird.

Die regionale Beurteilung hat bei akuten oder chronischen ischämischen Herzerkrankungen den größten Stellenwert. Es ergibt sich daher auch eine Zuteilung der linksventrikulären Segmente zum Versorgungsgebiet der drei großen Koronararterien (Abb. 9). Eine Möglichkeit besteht darin, jedes einzelne

Tabelle 5: Referenzwerte der linksventrikulären Volumina und EF.

	Einheit	Normal	gering-gradig	Abnormal mittel-gradig	hoch-gradig
Frauen					
LV diastolic volume	ml	46–106	107–120	121–130	> 130
LV diastolic volume Index	ml/m ² BSA	29–61	62–70	71–80	> 80
LV systolic volume	ml	14–42	43–55	56–67	> 67
LV systolic volume Index	ml/m ² BSA	8–24	25–32	33–40	> 40
Ejection fraction	%	> 53	41–53	30–40	< 30
Männer					
LV diastolic volume	ml	62–150	151–174	175–200	> 200
LV diastolic volume Index	ml/m ² BSA	34–74	75–89	90–100	> 100
LV systolic volume	ml	21–61	62–73	74–85	> 85
LV systolic volume Index	ml/m ² BSA	11–31	32–38	39–45	> 45
Ejection fraction	%	> 53	41–51	30–40	< 30

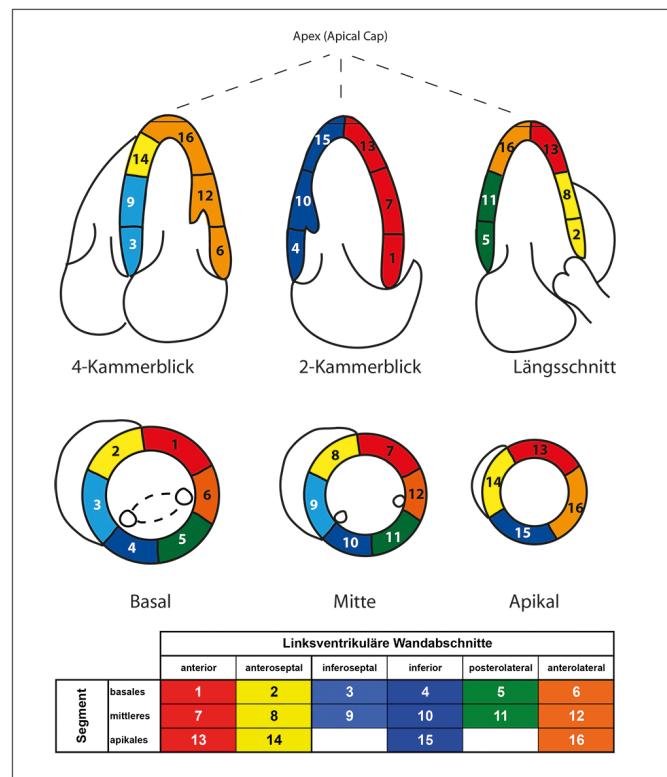


Abbildung 8: Nomenklatur des 16- (17-) Segment-Modells zur Beurteilung der regionalen Kontraktilität. Die posterolateralen Segmente werden auch als inferolateral bezeichnet. Das 17. Segment („apical cap“) wird in der Echokardiographie in der Regel nicht gesondert beurteilt. © W. Weihns

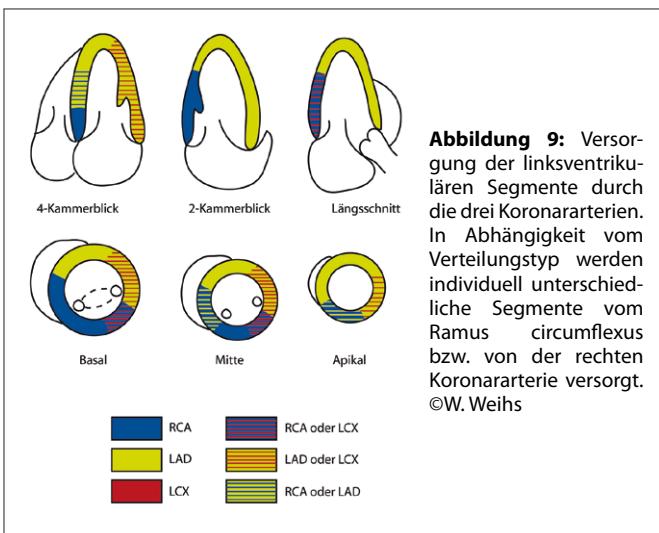


Abbildung 9: Versorgung der linksventrikulären Segmente durch die drei Koronararterien. In Abhängigkeit vom Verteilungstyp werden individuell unterschiedliche Segmente vom Ramus circumflexus bzw. von der rechten Koronararterie versorgt.

©W. Weihs

Segment hinsichtlich der Kontraktilität (systolische Einwärtsbewegung des Endokards + myokardiale Verdickung) anhand eines Scores zu beurteilen (1 = normo- oder hyperkinetisch, 2 = hypokinetisch, 3 = akinetisch, 4 = dyskinetisch, 5 = aneurytmatisch). Der sogenannte „wall motion score index“ ergibt sich aus der Summe der Scores dividiert durch die Anzahl der beurteilten Segmente (Abb. 10).

■ Interessenkonflikt

Keiner.

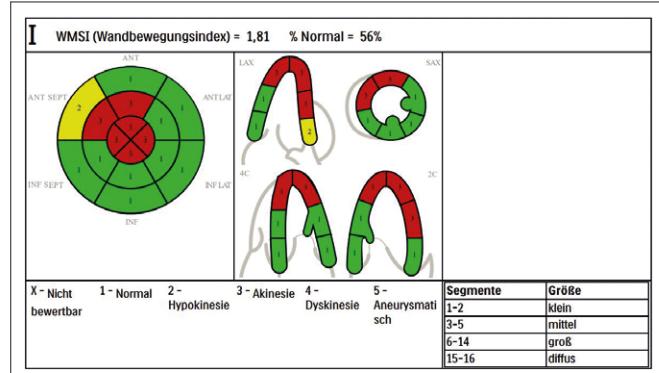


Abbildung 10: Score und Score-Index eines Patienten mit Vorderwandinfarkt. Der Score-Index beträgt 1,8. Die regionale Wandbewegungsstörung kann in einem „bulls eye view“ übersichtlich dargestellt werden. ©W. Weihns

Weiterführende Literatur:

1. Weihs W. Die standardisierte Echokardiographie: Durchführung, Archivierung und Befunderstellung inkl. Evaluierung der systolischen Linkshöftfunktion. *J Kardiol* 2018; 25: 299–305.
 2. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for chamber quantification by echocardiography in adults: An update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2015; 16: 233–71.
 3. Galderisi M, Cosyns B, Edvardsen T, et al. Standardization of adult transthoracic echocardiography reporting in agreement with recent chamber quantification, diastolic function, and heart valve disease recommendations: an expert consensus document of the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2017; 18: 1301–10.
 4. Hagendorff A, Fehske W, Flachskamp FA, et al. Manual zur Indikation und Durchführung der Echokardiographie – Update 2020 der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie. *Kardiologie* 2020; 14: 396–431.
 5. Lancellotti P, Zamorano JL, Habib G, Badabo L (eds). *The EACVI Textbook of Echocardiography*. 2nd edition. Oxford University Press 2016.
 6. Lancellotti P, Cosyns B (eds). *The EACVI Echo Handbook*. Oxford University Press, Oxford, UK, 2015.

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere Rubrik

Medizintechnik-Produkte



Neues CRT-D Implantat
Intica 7 HFT QP von Biotronik



Artis pheno
Siemens Healthcare Diagnostics GmbH



Philips Azurion:
Innovative Bildgebungslösung

Aspirator 3
Labotect GmbH



InControl 1050
Labotect GmbH

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

Bestellung e-Journal-Abo

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)