Journal für
Kardiologie
Austrian Journal of Cardiology
Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislauferkrankungen

Strain-Echokardiographie // Strain Echocardiography

Blessberger H, Hackl M

Journal für Kardiologie - Austrian Journal of Cardiology 2018; 25 (11-12), 343-348

Homepage:

www.kup.at/kardiologie

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche

ÖKG Österreichische Kardiologische Gesellschaft
Offizielles Partnerjournal der ÖKG

EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY®
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

Krause & Pachernegg GmbH • Verlag für Medizin und Wirtschaft • A-3003 Gablitz
P.b.b. 02Z031105M, Verlagsort: 3003 Gablitz, Linzerstraße 177A/21 Preis: EUR 10,–

16. LANDSTEINER TAGUNG

SCIENCE UPDATE: HERZ, HIRN UND GEFÄSSE

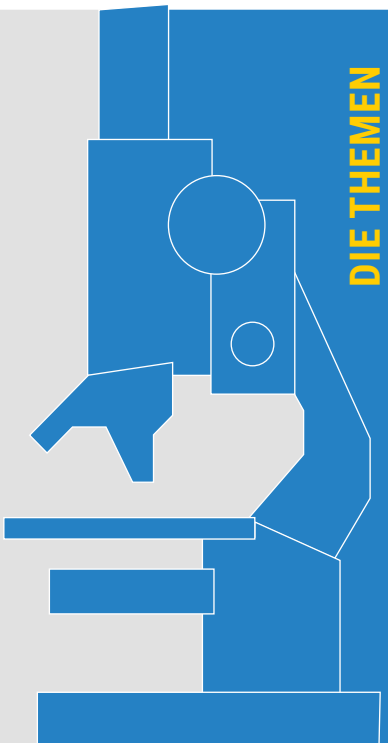
Sa, 7. Nov. 2026
ab 8:30 bis 13 Uhr

Klinik Floridsdorf,
Brünner Straße 68, 1210 Wien

ANMELDEN

Anmeldung & Information:
www.karl-landsteiner.at
events@karl-landsteiner.at

Die Teilnahme ist kostenlos.



DIE THEMEN

- Neue Methoden in der pAVK Therapie
  Thomas Rand
- Der Roboter in der Herzchirurgie
  Bernhard Winkler
- Der totalimplantierbare Herzschrittmacher
  Thomas Aschacher
- Interventionelle Septotomie
  Hubert Trnka
- Chronisches Koronarsyndrom: Revaskularisation vs konservative Therapie. Was ist prognoserelevant?
  Georg Delle-Karth
- Neues in der Sekundärprophylaxe des ischämischen Schlaganfalls
  Peter Lackner
- Vorhofflimmern 2026: Frühe Rythmuskontrolle und Antikoagulation. Was ist neu?
  Ekaterini Skyllouriotis
- Herzklappenersatz bei jungen Patientinnen und Patienten
  Dominik Wiedemann

DFP Die Veranstaltung ist mit 5 DFP-Punkten der ÖÄK approbiert (ID 1061761).

In Kooperation mit: Wiener Gesundheitsverbund | Für die Stadt Wien

Mit freundlicher Unterstützung durch: MSD INVENTING FOR LIFE

ABBOTT

HeartMate 3™ LVAD

Die LVAD-Therapie ist für ausgewählte Patient:innen mit fortgeschrittener Herzinsuffizienz in den **ESC-Leitlinien 2026 nun eine Klasse I Empfehlung.**

Abbott Medical Austria GmbH | Perfektastrasse 84A | 1230 Wien | www.cardiovascular.abbott

Kurze Zusammenfassung: Bitte beachten Sie vor der Anwendung dieser Produkte die vollständige Aufzählung der Indikationen, Kontraindikationen, Warnhinweise, Vorsichtsmaßnahmen, potenziellen Komplikationen und Anwendungsvorschriften in der Gebrauchsanweisung.
© 2026 Abbott. Alle Rechte vorbehalten. | ™ Bezeichnet eine Marke der Abbott Unternehmensgruppe. | MAT-2680469 v1.0 | Dieses Dokument ist nur zur Verwendung in Österreich zugelassen.

For personal use only. Not to be reproduced without permission of Krause & Pachernegg GmbH.

Strain-Echokardiographie

H. Blessberger[1], M. Hackl[2]

Die aktualisierte Fassung aus dem Jahr 2024 finden Sie hier

Kurzfassung: Die Strain-Echokardiographie hat Einzug in den klinischen Alltag des Echolabors gehalten. Nach der Erläuterung der Grundprinzipien dieser Technik und der praktischen Durchführung werden klinische Anwendungsgebiete beleuchtet. Hierbei steht derzeit vor allem der globale longitudinale Strain zur genaueren Erfassung der Linksventrikelfunktion, beispielsweise unter Chemotherapie, bei Kardiomyopathien oder zur näheren Charakterisierung einer Linksherzhypertrophie, im Vordergrund.

Schlüsselwörter: Speckle Tracking, Strain Echokardiographie, Linksherzhypertrophie, Kardiomyopathie, Chemotherapie.

Abstract: Strain Echocardiography. Strain echocardiography has become available in daily clinical routine. This article summarizes the basic principles of this technique, provides tips for everyday practice and reviews clinical applications. Global longitudinal strain helps to better evaluate left ventricular function and is the current parameter of choice. It can be used to further elucidate the origin of left ventricular hypertrophy or to monitor left ventricular function during chemotherapy or treatment of cardiomyopathies. **J Kardiol 2018; 25 (11-12): 343–8.**

Key words: speckle tracking, strain echocardiography, left ventricular hypertrophy, cardiomyopathy, chemotherapy.

Grundprinzipien

Der Strain beschreibt als sogenannter Deformationsparameter die Verkürzung bzw. die Verdickung eines myokardialen Segmentes. Er ist eine dimensionslose Größe und wird in Prozent angegeben. Die Berechnung des Strains erfolgt nach der Formel [1]:

$$\text{Strain} = (\text{Länge}_{(\text{enddiast.})} - \text{Länge}_{(\text{endsyst.})}) / \text{Länge}_{(\text{enddiast.})}$$

Dabei zeigt ein negatives Vorzeichen eine Kontraktion oder Verdünnung an, ein positives Vorzeichen eine Dilatation oder Verdickung des Myokards. Die Kontraktion des linken Ventrikels ist komplex und entspricht aufgrund des zirkulären Faserverlaufes am ehesten der Auswringbewegung eines Handtuches. Dabei kann man die Kontraktionsbewegung in 3 wesentliche Komponenten aufteilen: eine longitudinale Kontraktion (Verkürzung entlang der Ventrikellängsachse), eine zirkumferenzielle Kontraktion (tangentiale Verkürzung im Querschnitt entsprechend einer Verkleinerung des Ventrikeldurchmessers in der kurzen Achse) und eine radiale Kontraktion (Verdickung des Myokards während der Kontraktion in der kurzen Achse). Entsprechend dieser 3 Komponenten kann man einen longitudinalen, zirkumferenziellen und radialen Strain beschreiben [2]. Während der Kontraktion in der Systole kommt es dabei zu einer Verkürzung im Bereich der Längsachse und des Querdurchmessers mit entsprechend negativen longitudinalen und zirkumferenziellen Strainwerten. Da sich das Myokard systolisch verdickt, ist der gemessene radiale Strain jedoch positiv. Die Veränderung des Strains pro Zeiteinheit wird als Strain-Rate (Einheit 1/sec) bezeichnet.

Es besteht prinzipiell die Möglichkeit, oben genannte Deformationsparameter des linken Ventrikels mit unterschiedlichen Verfahren zu messen. Dabei ist eine Messung der Gewebegeschwindigkeit, über die der Strain ermittelt werden kann, mittels „Tissue Doppler Imaging“ (TDI) schon länger verfügbar. Da die Messergebnisse bei dieser Doppler-Technik aber maßgeblich vom Einschallwinkel der Ultraschallstrahlen auf das Myokard abhängen und auch andere Limitationen vorliegen, wird derzeit vor allem die sogenannte „Speckle Tracking Technologie“ zur Messung der Deformationsparameter verwendet, die einschallwinkelunabhängig ist. Dabei macht man sich natürliche akustische Marker im Myokard zunutze, die als „Speckles“ (Flecken) bezeichnet werden (Abb. 1). Sie entstehen durch die Streuung der Ultraschallstrahlen an kleinen Strukturen und verleihen dem Myokard seine spezifische Textur. Ein kleiner Myokardabschnitt mit mehreren dieser Speckles („kernel“) wird nun gleich einem Fingerabdruck von einer Software gespeichert und über den gesamten Herzzyklus verfolgt („getrackt“). Während des Herzzyklus bewegen sich innerhalb des beobachteten Bereichs die Speckles relativ zu- bzw. auseinander. Aus diesen räumlichen Verlagerungen wird dann durch eine Software gemäß oben angeführter Formel der Strain für die jeweiligen myokardialen Segmente (regional) sowie für den gesamten linken Ventrikel (global) berechnet. Als klinisch robustester und derzeit am meisten angewandter klinischer Parameter hat sich der globale longitudinale Strain (GLS) des linken Ventrikels herauskristallisiert [3]. Eine Messung des rechtsventrikulären Strains ist ebenfalls möglich und sinnvoll zur Beurteilung der globalen und regionalen Rechtsventrikelfunktion [4, 5]. Die Messung des links- und rechtsventrikulären Vorhofstrains ist möglich, aber derzeit noch nicht klinische Routine [5].

Praktische Durchführung

Die Strainbestimmung ist ein Post-Processing-Verfahren, das bei Aufzeichnung geeigneter Bildschleifen nur wenige Minuten in Anspruch nimmt. Dabei ist zu beachten:

- Ein EKG muss zur zeitlichen Bestimmung von Systole und Diastole in guter Qualität mit aufgezeichnet werden (in Zukunft ev. nicht mehr notwendig). Teilweise muss abhängig von der verwendeten Software zusätzlich der Schluss der Aortenklappe zeitlich definiert werden (z. B. visuell im apikalen Dreikammerblick oder mit Doppler im LVOT).
- Zur Bestimmung des linksventrikulären longitudinalen Strains werden jeweils ein Vierkammer-, Zweikammer- und Dreikammerblick des linken Ventrikels unter bestmöglicher Nutzung des Ultraschallsektors aufgezeichnet. Die Bildwiederholungsrate soll dabei numerisch in etwa

Eingelangt und angenommen am 28. September 2018

Aus der [1]Klinik für Kardiologie und Internistische Intensivmedizin (Interne I), Kepler Universitätsklinikum Linz, und der [2]Abteilung für Innere Medizin und Kardiologie, Klinikum Klagenfurt am Wörthersee

Korrespondenzadresse: OA Dr. Hermann Blessberger, Klinik für Kardiologie und Internistische Intensivmedizin (Interne I), Med Campus III, Kepler Universitätsklinikum Linz, A-4021 Linz, Krankenhausstraße 9;
E-Mail: hermann.blessberger@kepleruniklinikum.at

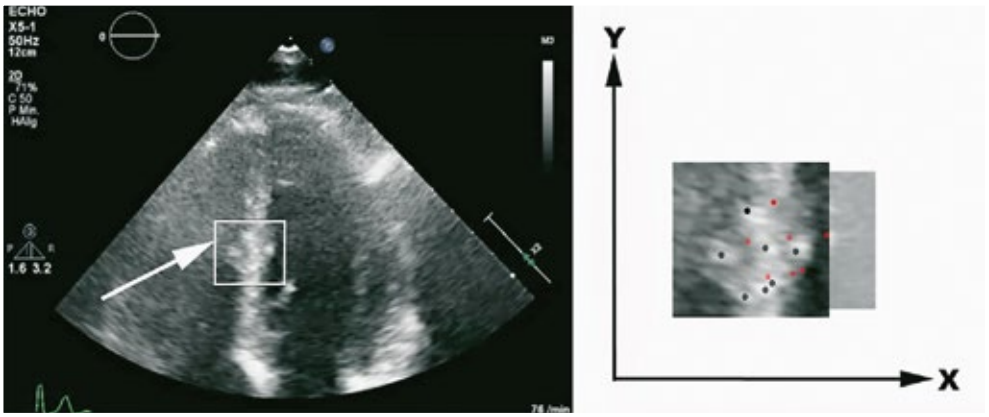


Abbildung 1: Ein Muster von Speckles im Myokard wird wie ein Fingerabdruck erfasst. Die räumliche Verlagerung dieses Fingerabdrucks während des Herzzyklus wird von der Software nachverfolgt („getrackt"). **Links:** apikaler Vierkammer-Blick mit Speckle-Muster (Pfeil, weißes Quadrat). **Rechts:** Verlagerung des Speckle-Musters. Vordergrund: schwarze Punkte repräsentieren Myokard-Speckles in der Diastole. Hintergrund: rote Punkte repräsentieren Myokard-Speckles in der Systole.

so hoch wie die Herzfrequenz sein (optimalerweise 40–80/sec). Der linke Ventrikel soll dabei optimiert dargestellt werden, d. h., den gesamten Sektor ausfüllen und während des Herzzyklus den Sektor nicht verlassen oder von Lungengewebe überlagert werden. Die Vorhöfe können außerhalb des Sektors liegen (abgeschnitten werden).

- Visuelle Kontrolle, ob das Myokard in der jeweiligen Schnittebene richtig erfasst und auch während des gesamten Herzzyklus adäquat verfolgt („getrackt") wird (laufende Bildschleife, in der die „Region Of Interest" (ROI) und das Myokard über den gesamten Herzzyklus hinweg kongruent sind).
- Myokardsegmente, die trotz bestmöglicher Optimierung die Schnittebene des Sektors während des Herzzyklus verlassen oder inadäquat getrackt werden, müssen deaktiviert und von der Analyse ausgeschlossen werden.
- Bei Vorhofflimmern: Herzfrequenz < 100/min., die letzten 2 Schläge vor dem evaluierten Indexschlag sollen ein möglichst identes RR-Intervall aufweisen. Ein repräsentativer Indexschlag wird nun mit einem 3D-Schallkopf triplan aufgezeichnet, wenn diese Technik zur Verfügung steht. Alternativ können auch 2–3 Indexschläge gemittelt werden [6, 7].
- Follow-up-Messungen sollen jeweils mit Geräten desselben Herstellers durchgeführt werden (siehe unten „Linksventrikulärer Strain").

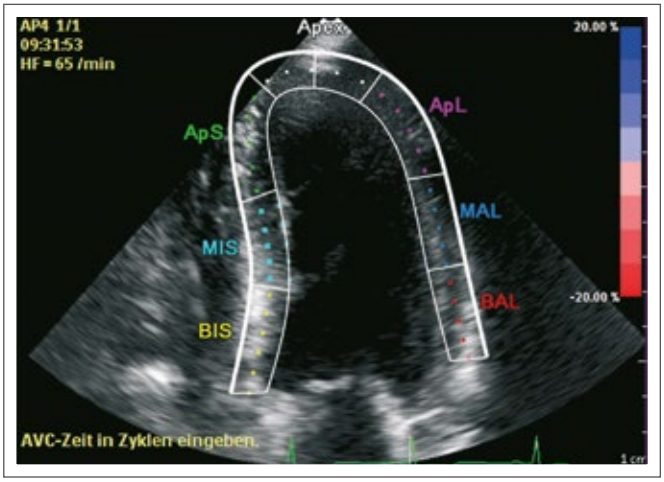


Abbildung 2: Apikaler Dreikammerblick optimiert für den linken Ventrikel mit „Region Of Interest" (ROI).

Im Rahmen des Post-Processings kann nun der Strain mit einer spezifischen Software gemessen werden. Hierbei werden die Endo- und Epikardgrenzen bei Auswahl der Bildschleife automatisch detektiert. Der Anwender muss nun diese Grenzen sowie die Breite der ROI überprüfen und manuell adjustieren (Abb. 2). Die ROI-Breite kann derzeit noch nicht für einzelne Segmente individuell modifiziert werden, sondern gilt für alle Segmente des jeweiligen Schnittes. Das Festlegen der ROI kann bei suboptimaler Bildqualität aufgrund der schlechten Definierbarkeit der endokardialen Grenze herausfordernd sein. Es ist darauf zu achten, dass das echoreiche Perikard außerhalb der ROI liegt, da dies sonst zur Berechnung falscher Werte führen kann. Die Software teilt nun automatisch das Myokard in 6 gleich große Myokardabschnitte ein und gibt für jedes Segment den systolischen Spitzenstrain sowie einen gemittelten Wert für die gesamten 6 Segmente an. Die Strainwerte müssen so für alle 3 Schnittebenen ermittelt werden, damit schließlich ein GLS für den linken Ventrikel berechnet werden kann. Derzeit gängige Softwarepakete ermöglichen dann die Darstellung der Ergebnisse in einem „Bull's Eye"-View (Werte

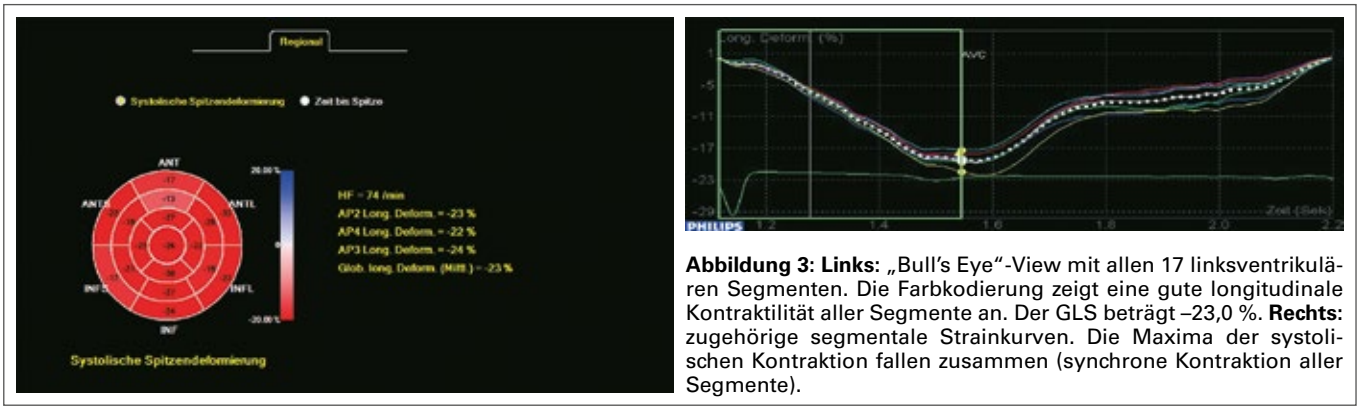


Abbildung 3: Links: „Bull's Eye"-View mit allen 17 linksventrikulären Segmenten. Die Farbkodierung zeigt eine gute longitudinale Kontraktilität aller Segmente an. Der GLS beträgt –23,0 %. **Rechts:** zugehörige segmentale Strainkurven. Die Maxima der systolischen Kontraktion fallen zusammen (synchrone Kontraktion aller Segmente).

für alle 16 bzw. 17 linksventrikulären Segmente). Dabei werden die regionalen Strainwerte für die einzelnen Segmente angezeigt und diese auch abgestuft farbkodiert (Abb. 3). Eine dunkelrote Färbung signalisiert gute systolische longitudinale Kontraktilität. Je heller die Rotfärbung (hellrot/rosa), desto eingeschränkter die Kontraktion. Die Farbe Blau signalisiert eine Dilatation des myokardialen Segmentes in der Systole (mit korrespondierend positiven Strainwerten). Daneben erfolgt auch eine Darstellung der Kurven des zeitlichen Verlaufes der Kontraktion für alle Segmente. Alternativ können auch die Strainrate oder die Zeit bis zur maximalen Kontraktion angezeigt werden.

Linksventrikulärer Strain

Für alle Strain-Komponenten wurden Referenzwerte für den linken Ventrikel erhoben (Tab. 1)[3, 8, 9]. Dabei ist zu beachten, dass die erhobenen Referenzwerte je nach kommerziellem Anbieter und Softwareversion (derzeit noch) unterschiedlich sind [10, 11]. Die basalen Segmente weisen dabei natürlicherweise eine etwas geringere longitudinale Kontraktion auf als die apikalen Segmente [9]. Der niedrigste zu erwartende GLS-Wert lag in einer multizentrischen Studie an 549 gesunden Probanden bei etwa –17,0 % (Männer: –16,7 %, Frauen: –17,8 %) [3]. Die Auswertung erfolgte hierbei für alle Probanden mit einer anbieterunabhängigen Software. Die longitudinalen Strainwerte zeigten sich in einer multivariaten Analyse von Geschlecht und Alter beeinflusst [3]. Dabei waren die erhobenen Strainwerte (alle Komponenten) bei Männern niedriger als bei Frauen. Der longitudinale Strain nahm mit dem Alter ab, während der zirkumferenzielle und radiale Strain zunahmen. All diese Veränderungen waren jedoch für den longitudinalen Strain in absoluten Zahlen gering ausgeprägt mit fraglicher klinischer Relevanz. Auch die Vergleichbarkeit von Strainmessungen zwischen den Geräten verschiedener kommerzieller Anbieter ist für den globalen longitudinalen Strain am ehesten gegeben, wobei es bei zirkumferenziellen und radialen Strainmessungen zu Abweichungen zwischen Herstellern kommen kann [3]. Zusammenfassend hat sich der globale longitudinale Strain mit sehr niedriger Inter- und Intraobserver-Variabilität als robustester Parameter gezeigt, der auch am häufigsten klinisch Anwendung findet [3]. Obwohl eine Harmonisierung der gemessenen Strainparameter sowie der Softwarelösungen zwischen den Anbietern bereits in einem Konsensuspapier der European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI), der American Society of Echocardiography (ASE) sowie Vertretern der Industrie beschlossen wurde, ist derzeit noch zu empfehlen, Verlaufskontrollen generell mit Geräten desselben Herstellers durchzuführen [3, 5, 11].

Der globale longitudinale Strain korreliert gut mit der linksventrikulären Auswurffraktion (EF). Allerdings sind diese beiden Werte nicht als ident zu betrachten [12]. Der Mehrwert der Strain-Echokardiographie liegt u. a. in der Detektierbarkeit „subklinischer" Einschränkungen der linksventrikulären Funktion – einer Einschränkung der longitudinalen Kontraktion (= des longitudinalen Strains) bei noch erhaltener globaler Auswurffraktion. Des Weiteren können regionale und globale Funktion des linken Ventrikels gut visuell dargestellt werden, was sich zur Verlaufsbeobachtung, beispielsweise bei Kardiomyopathien, eignet.

Tabelle 1: Referenzwerte, ermittelt an einer Gruppe von 549 gesunden Probanden. Mod. nach [3]. Auswertung mit einer Anbieter-unabhängigen Strain-Softwarelösung.
GLS = globaler longitudinaler Strain; SD = Standardabweichung; LV = linker Ventrikel.

Longitudinaler Strain (%)	Mittelwert ± SD	95-%-Konfidenzintervall
Apikaler Vierkammerblick	–22,6 ± 3,0	–16,6 bis –28,5
Apikaler Zweikammerblick	–23,2 ± 3,3	–16,8 bis –29,7
Apikaler Dreikammerblick	–21,6 ± 3,2	–15,3 bis –27,7
GLS für gesamten LV	–22,5 ± 2,7	–21,7 bis –26,7

Klinische Anwendungsgebiete

Linksventrikuläre Strainanalyse

Die Evaluierung der Linksventrikelfunktion mittels Strainanalyse hat sich vor allem bei Verabreichung von potenziell kardiotoxischen Chemotherapeutika (z. B. Anthrazyklinen, Trastuzumab, Tyrosinkinaseinhibitoren) als Standard etabliert [13, 14]. Ein rezentes Positionspapier der Europäischen Gesellschaft für Kardiologie (ESC) zu diesem Thema empfiehlt die Messung des globalen longitudinalen Strains neben 3D-basierten Verfahren und konventioneller 2D-biplaner Simpson-Methode. Der Cut-off für das Risiko des Vorliegens einer Kardiotoxizität wurde mit einer **relativen** Abnahme des GLS um > 15 % festgelegt [14]. Auch bei der Identifikation möglicher subklinischer Manifestationen einer Herzinsuffizienz bei Risikopatienten bzw. HFpEF-Patienten wird die Strain-Echokardiographie empfohlen [15, 16]. Des Weiteren kann der **Verlauf der Linksventrikelfunktion bei Kardiomyopathien** gut mit wiederholten Messungen des longitudinalen Strains im Verlauf dokumentiert werden. Dabei können sowohl mögliche Verschlechterungen als auch Verbesserungen bei potenziell reversiblen Ursachen, wie beispielsweise bei Myokarditis/inflammatorischer Kardiomyopathie, peripartaler Kardiomyopathie oder Tako-Tsubo-Kardiomyopathie (Abb. 4), sensibel detektiert werden.

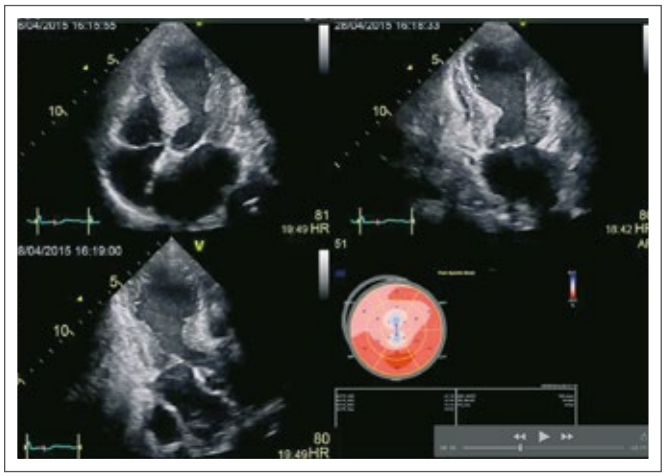


Abbildung 4: Apikaler Vier-, Zwei- und Dreikammerblick und zugehörige „Bull's Eye"-Darstellung des linksventrikulären longitudinalen Strains. Das Muster mit eingeschränkter Kontraktilität am Apex und den mittleren Segmenten sowie erhaltener Kontraktilität an der Basis ist typisch für die Tako-Tsubo-Kardiomyopathie.

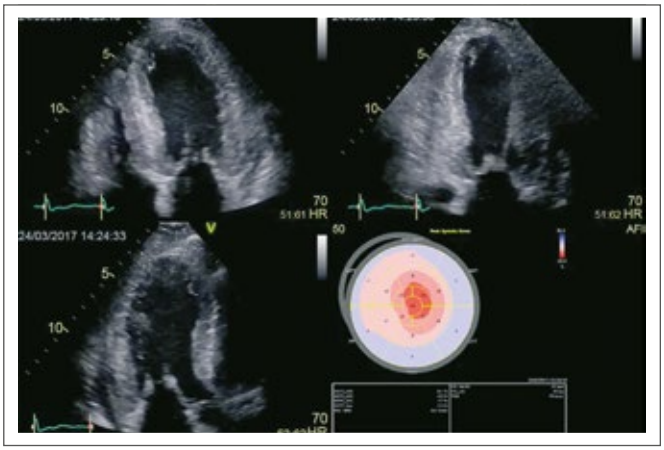


Abbildung 5: Apikaler Vier-, Zwei- und Dreikammerblick und zugehörige „Bull's Eye"-Darstellung des linksventrikulären longitudinalen Strains. Das Muster mit erhaltener Kontraktilität am Apex und eingeschränkter Kontraktilität an der Basis und den mittleren Segmenten wird als „Cherry on top"-Muster bezeichnet und ist typisch für die kardiale Amyloidose.

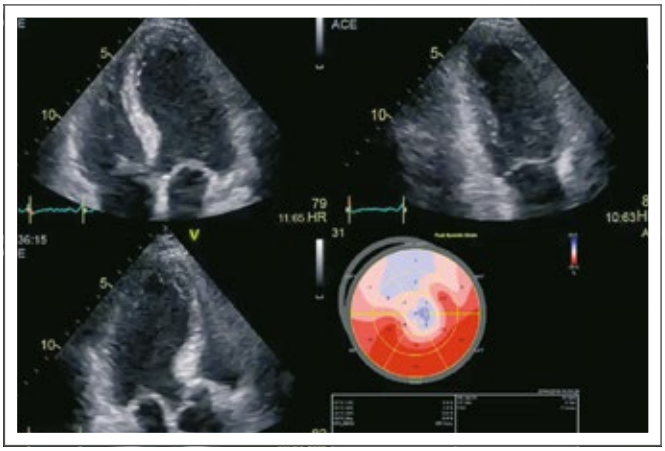


Abbildung 6: Apikaler Vier-, Zwei- und Dreikammerblick und zugehörige „Bull's Eye"-Darstellung des linksventrikulären longitudinalen Strains. Es zeigt sich eine deutliche Einschränkung der Kontraktilität im Bereich des Apex, des Septums, der anteroseptalen Wand sowie der Vorderwand (LAD-Versorgungsgebiet) bei STEMI der Vorderwand.

Die Strain-Echokardiographie kann zur weiteren Abklärung bei Vorliegen einer **linksventrikulären Hypertrophie** hilfreich sein, da verschiedene Formen der Hypertrophie unterschiedliche Muster der regionalen Einschränkung des longitudinalen Strains zeigen können [17, 18]. So kommt es beispielsweise bei der arteriellen Hypertonie häufig primär zu einer Hypertrophie des Septums mit konsekutiver Einschränkung der longitudinalen Kontraktilität in diesem Bereich. Bei der hypertrophen Kardiomyopathie ist ebenfalls häufig das Septum betroffen, es können aber je nach Typ auch isoliert andere Myokardabschnitte betroffen sein (z. B. der Apex). Bei der Speicherkrankheit M. Fabry kommt es typischerweise zu einer Papillarmuskelhypertrophie mit einer frühzeitig eingeschränkten Kontraktilität in den mittleren Segmenten der posterioren und lateralen Wand. Besonders spezifisch sind die Befunde jedoch im Rahmen einer **kardialen Amyloidose,** da bei dieser Erkrankung anfangs durch die Amyloidablagerung die basalen Segmente wesentlich deutlicher in der longitudinalen Kontraktion eingeschränkt sind als die apikalen Segmente. Dieses Phänomen wird als „apical sparing" bezeichnet und stellt sich im „Bull's Eye"-View des linken Ventrikels analog als tiefroter Apex mit umgebendem hellrot/rosa/blauen Areal dar, was als „Cherry on top"-Muster bezeichnet wird (Abb. 5).

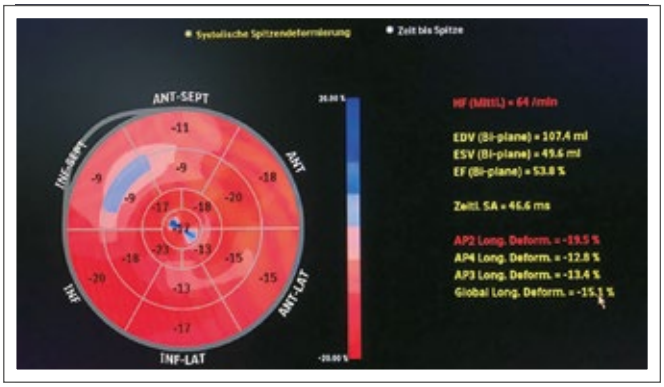


Abbildung 7: „Bull's Eye"-Darstellung des linksventrikulären longitudinalen Strains bei einem Patienten mit asymptomatischer, höhergradiger Aortenklappenstenose und erhaltener linksventrikulärer Auswurffraktion. Es zeigt sich bereits eine Reduktion des regionalen longitudinalen Strains im Septum sowie eine Reduktion des GLS (–15,1 %).

Regionale Wandbewegungsstörungen im Rahmen einer **koronaren Herzkrankheit** oder eines akuten Koronarsyndroms können mit Strain-Echokardiographie visualisiert werden (Abb. 6) [18]. Dabei besteht der Vorteil der Strain-Echokardiographie darin, dass nur die aktive Kontraktion des Myokards erfasst wird. Die Verwechslung aktiver Kontraktion mit passiver Bewegung eines Narbenareales durch Zug angrenzender gesunder Myokardabschnitte („tethering effect") oder eine Relativbewegung des gesamten Herzens kann so vermieden werden [2]. Die Reproduzierbarkeit der segmentalen Strainwerte ist jedoch noch deutlich geringer und die Unterschiede zwischen verschiedenen kommerziellen Anbietern deutlich höher als bei GLS-Messungen [19, 20]. Somit liefert die Strain-Echokardiographie derzeit Hinweise auf regionale Wandbewegungsstörungen in spezifischen koronaren Versorgungsgebieten. Die einzelnen segmentalen Strainwerte sollen jedoch noch mit Vorsicht interpretiert werden [20]. Vielleicht wird eine schichtspezifische Strainanalyse, die exklusiv das ischämiesensible Endokard vermisst, in Zukunft robustere Ergebnisse liefern können.

Für das Management von **Klappenerkrankungen** werden für die Strain-Echokardiographie in den aktuellen Guidelines noch keine konkreten Cut-off-Werte angeführt [21]. Es gibt aber in der Literatur Hinweise, dass auch hier der longitudinale Strain eine wichtige klinische Zusatzinformation über die linksventrikuläre Auwurffraktion hinaus liefern kann (Abb. 7) [18]. Dies könnte vor allem zur Planung des richtigen Operationszeitpunktes in Zukunft eine wichtige Anwendungsmöglichkeit darstellen. So zeigte eine Studie an 104 Patienten mit einer asymptomatischen, hochgradigen Aortenklappenstenose, dass die Patienten mit einer normalen linksventrikulären Auswurffraktion und einem bereits eingeschränkten globalen longitudinalen Strain ein deutlich schlechteres Überleben in einem Beobachtungsintervall von 2 Jahren aufwiesen – im Gegensatz zu den Patienten mit erhaltenem Strain [22].

Rechtsventrikuläre Strainanalyse

Durch die Geometrie und das komplexe Kontraktionsmuster, das dem Zuschnüren eines Gürtels mit Annäherung an das

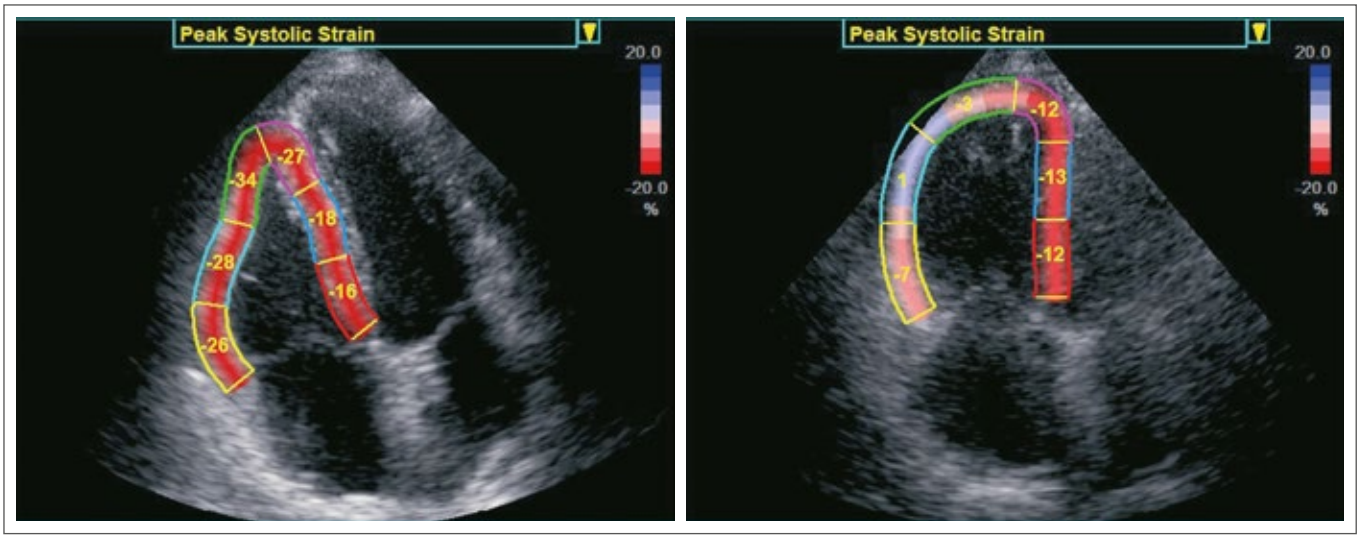


Abbildung 8: Links: Apikaler Vierkammerblick. „Region Of Interest" (ROI) im Bereich des rechten Ventrikels (freie Wand und interventrikuläres Septum). Angezeigt werden die segmentalen rechtsventrikulären Strainwerte. Der globale longitudinale rechtsventrikuläre Strain beträgt –24,9 % (über alle 6 Segmente gemittelt). **Rechts:** Strainanalyse des rechten Ventrikels bei akuter Pulmonalembolie. Die Segmente der freien Wand weisen eine deutlich reduzierte Kontraktilität auf bei erhaltener Kontraktilität der Spitze (Mc Connell-Zeichen). Der globale longitudinale rechtsventrikuläre Strain beträgt in diesem Fall –7,6 %.

Septum des linken Ventrikels gleicht, ist die Evaluierung der Rechtsventrikelfunktion methodologisch deutlich schwieriger als die der Linksventrikelfunktion. Neben den klassischen Möglichkeiten zur Bestimmung der Rechtsventrikelfunktion (TAPSE, fractional area change, max. systolische Gewebegeschwindigkeit S' des basalen rechtsventrikulären Segments der freien Wand etc.) steht nun auch die Möglichkeit zur Bestimmung des rechtsventrikulären longitudinalen Strains (RV GLS) mittels „Speckle Tracking Technologie" zur Verfügung (Abb. 8) [4]. Da Strain-Software, die speziell für den rechten Ventrikel entwickelt und validiert wurde, derzeit noch sehr rar ist, wird aktuell meist die für den linken Ventrikel verfügbare Software verwendet. Dabei wird die Messung folgendermaßen durchgeführt:

- Ein EKG muss zur zeitlichen Bestimmung von Systole und Diastole in guter Qualität mit aufgezeichnet werden.
- Im Gegensatz zur Bestimmung des LV GLS wird der RV GLS lediglich in einer Schnittebene erhoben, in einem auf den rechten Ventrikel fokussierten Vierkammerblick. Dabei soll der Schallkopf im Vergleich zum konventionellen Vierkammerblick leicht nach lateral bewegt werden, der LV-Apex an der Spitze des Sektors verbleiben und der rechte Ventrikel möglichst groß mit maximalem basalen Durchmesser und Visualisierung des RV-Apex zur Darstellung kommen [5].
- Die ROI umfasst die freie Wand des RV sowie das interventrikuläre Septum (IVS). Dabei werden die freie Wand des RVs sowie das IVS automatisch in jeweils 3 gleich große Segmente geteilt. Eine ROI, die nur die freie Wand des RVs umfasst, kann weniger stabil von der Software getrackt werden [23]. Die 3 Segmente des IVS entsprechen bei dieser Analyse nicht den 3 Segmenten des IVS bei Bestimmung des LV GLS, da sie aufgrund der Geometrie des RVs leicht unterschiedlich dimensioniert sind [5].
- Bei der Auswertung besteht nun die Möglichkeit, nur die 3 Segmente der freien RV-Wand zu mitteln (RV FWS „right ventricular free wall strain"). Alternativ können alle 6 Segmente gemittelt werden zum globalen longitudinalen rechtsventrikulären Strain (RV GLS).

Tabelle 2: Referenzwerte ermittelt an einer Gruppe von 276 gesunden Probanden. Mod. nach [23]. Daten wurden mit einer GE Vivid E9 (GE Vingmed, Horton, Norwegen) erhoben.
RV = rechter Ventrikel; GLS = globaler longitudinaler Strain; SD = Standardabweichung; LV = linker Ventrikel.

Longitudinaler Strain (%)	Mittelwert ± SD	Untere Grenze der Norm (97,5. Perzentile)
RV GLS (6 Segmente)	–25,8 ± 3,0	–20,2
RV Free Wall Strain (3 Segmente)	–30,5 ± 3,9	–23,3

Referenzwerte sind für beide dieser rechtsventrikulären Strain-Varianten verfügbar (Tab. 2) [23]. Dabei ist die physiologische longitudinale Kontraktion der rechtsventrikulären freien Wandsegmente stärker als die der linksventrikulären Segmente (höhere absolute Strainwerte). Auch die rechtsventrikulären longitudinalen Strainwerte sind gut reproduzierbar, wobei die Referenzwerte für Frauen ebenfalls höher als für Männer sind, mit jeweils nur geringem absoluten Unterschied (RV FWS: –31,6 ± 4,0 vs. –29,3 ± 3,4, RV GLS: –26,7 ± 3,1 vs. –24,7 ± 2,6; $p < 0{,}0001$ in beiden Fällen) [23]. Ein RV FWS, der in absoluten Zahlen < –20 % ist, ist sehr wahrscheinlich als pathologisch einzustufen [10].

In den ESC-Guidelines zur Diagnose und Behandlung der **pulmonalen bzw. pulmonal-arteriellen Hypertonie** wird die Evaluierung der Rechtsventrikelfunktion mittels rechtsventrikulärem longitudinalen Strain im Rahmen der initialen Diagnostik und zur Verlaufsbeurteilung genannt [24]. Hierbei ist die RV-Funktion ein Maß für die körperliche Leistungsfähigkeit und den Langzeitverlauf der Erkrankung. Eine assoziierte erhöhte Mortalität bei eingeschränkten longitudinalen RV-Strainwerten konnte für Patienten mit HFrEF, Low-Flow-Low-Gradient-Aortenklappenstenose sowie pulmonaler Hypertonie gezeigt werden [4]. Des Weiteren war die Rate der „major adverse cardiovascular events" (MACE) nach einem

akuten diaphragmalen Myokardinfarkt bei eingeschränkter longitudinaler Rechtsventrikelfunktion erhöht. Bei all diesen Studien lagen die verwendeten Cut-off-Werte jedoch zwischen –13,0 % und –15,5 %, was einer deutlichen Einschränkung der rechtsventrikulären longitudinalen Funktion entspricht.

Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass im Hinblick auf dieses Manuskript keine Interessenkonflikte bestehen.

Literatur:

1. Pavlopoulos H, Nihoyannopoulos P. Strain and strain rate deformation parameters: from tissue Doppler to 2D speckle tracking. Int J Cardiovasc Imaging 2008; 24: 479–91.

2. Blessberger H, Binder T. NON-invasive imaging: Two dimensional speckle tracking echocardiography: basic principles. Heart 2010; 96: 716–22.

3. Sugimoto T, Dulgheru R, Bernard A, Ilardi F, Contu L, Addetia K, et al. Echocardiographic reference ranges for normal left ventricular 2D strain: results from the EACVI NORRE study. Eur Heart J Cardiovasc Imaging 2017; 18: 833–40.

4. Ayach B, Fine NM, Rudski LG. Right ventricular strain: measurement and clinical application. Curr Opin Cardiol 2018; 33: 486–92.

5. Badano LP, Kolias TJ, Muraru D, Abraham TP, Aurigemma G, Edvardsen T, et al. Standardization of left atrial, right ventricular, and right atrial deformation imaging using two-dimensional speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. Eur Heart J Cardiovasc Imaging 2018; 19: 591–600.

6. Kotecha D, Mohamed M, Shantsila E, Popescu BA, Steeds RP. Is echocardiography valid and reproducible in patients with atrial fibrillation? A systematic review. Europace 2017; 19: 1427–38.

7. Wang CL, Ho WJ, Luqman N, Hsu LA, Kuo CT. Biplane assessment of left ventricular function during atrial fibrillation at beats with equal subsequent cycles. Int J Cardiol 2006; 113: 54–60.

8. Hurlburt HM, Aurigemma GP, Hill JC, Narayanan A, Gaasch WH, Vinch CS, et al. Direct ultrasound measurement of longitudinal, circumferential, and radial strain using 2-dimensional strain imaging in normal adults. Echocardiography 2007; 24: 723–31.

9. Marwick TH, Leano RL, Brown J, Sun JP, Hoffmann R, Lysyansky P, et al. Myocardial strain measurement with 2-dimensional speckle-tracking echocardiography: definition of normal range. JACC Cardiovasc Imaging 2009; 2: 80–4.

10. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recommendations for cardiac 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: 233–70.

11. Voigt JU, Pedrizzetti G, Lysyansky P, Marwick TH, Houle H, Baumann R, et al. Definitions for a common standard for 2D speckle tracking echocardiography: consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. Eur Heart J Cardiovasc Imaging 2015; 16: 1–11.

12. Delgado V, Mollema SA, Ypenburg C, Tops LF, van der Wall EE, Schalij MJ, et al. Relation between global left ventricular longitudinal strain assessed with novel automated function imaging and biplane left ventricular ejection fraction in patients with coronary artery disease. J Am Soc Echocardiogr 2008; 21: 1244–50.

13. Bergler-Klein J. Strain and left ventricular volumes for predicting cardiotoxicity: a life-saving approach in anthracycline cancer treatment? Eur Heart J Cardiovasc Imaging 2015; 16: 968–9.

14. Zamorano JL, Lancellotti P, Rodriguez Munoz D, Aboyans V, Asteggiano R, Galderisi M, et al. 2016 ESC Position Paper on cancer treatments and cardiovascular toxicity developed under the auspices of the ESC Committee for Practice Guidelines: The Task Force for cancer treatments and cardiovascular toxicity of the European Society of Cardiology (ESC). Eur Heart J 2016; 37: 2768–801.

15. Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, Bueno H, Cleland JGF, Coats AJS, et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. Eur Heart J 2016; 37: 2129–200.

16. Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, Byrd BF, 3rd, Dokainish H, Edvardsen T, et al. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. Eur Heart J Cardiovasc Imaging 2016; 17: 1321–60.

17. Liu D, Hu K, Nordbeck P, Ertl G, Stork S, Weidemann F. Longitudinal strain bull's eye plot patterns in patients with cardiomyopathy and concentric left ventricular hypertrophy. Eur J Med Res 2016; 21: 21.

18. Blessberger H, Binder T. Two dimensional speckle tracking echocardiography: clinical applications. Heart 2010; 96: 2032–40.

19. Mirea O, Pagourelias ED, Duchenne J, Bogaert J, Thomas JD, Badano LP, et al. Intervendor differences in the accuracy of detecting regional functional abnormalities: A report from the EACVI-ASE strain standardization Task Force. JACC Cardiovasc Imaging 2018; 11: 25–34.

20. Mirea O, Pagourelias ED, Duchenne J, Bogaert J, Thomas JD, Badano LP, et al. Variability and Reproducibility of Segmental Longitudinal Strain Measurement: A Report From the EACVI-ASE Strain Standardization Task Force. JACC Cardiovasc Imaging 2018; 11: 15–24.

21. Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, De Bonis M, Hamm C, Holm PJ, et al. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. Eur Heart J 2017; 38: 2739–91.

22. Nagata Y, Takeuchi M, Wu VC, Izumo M, Suzuki K, Sato K, et al. Prognostic value of LV deformation parameters using 2D and 3D speckle-tracking echocardiography in asymptomatic patients with severe aortic stenosis and preserved LV ejection fraction. JACC Cardiovasc Imaging 2015; 8: 235–45.

23. Muraru D, Onciul S, Peluso D, Soriani N, Cucchini U, Aruta P, et al. Sex- and method-specific reference values for right ventricular strain by 2-dimensional speckle-tracking echocardiography. Circ Cardiovasc Imaging 2016; 9: e003866.

24. Galie N, Humbert M, Vachiery JL, Gibbs S, Lang I, Torbicki A, et al. 2015 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: The Joint Task Force for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS): Endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC), International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT). Eur Heart J 2016; 37: 67–119.

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere Rubrik

☑ Medizintechnik-Produkte

Neues CRT-D Implantat
Intica 7 HF-T 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**