

Journal für Kardiologie

Austrian Journal of Cardiology

Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislauserkrankungen

Leitlinie zur Beurteilung der Füllungsdrücke und der diastolischen Funktion des linken Ventrikels

Genger M, Binder T

Journal für Kardiologie - Austrian

Journal of Cardiology 2014; 21

(1-2), 14-19

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

Krause & Pachernegg GmbH • Verlag für Medizin und Wirtschaft • A-3003 Gablitz

P.b.b. 02Z031105M,

Verlagsort: 3003 Gablitz, Linzerstraße 177A/21

Preis: EUR 10,-

Veranstungskalender

Hybrid-Veranstaltungen der Herausgeber des **Journals für Kardiologie**

Finden Sie alle laufend aktualisierten Termine
auf einem Blick unter

www.kup.at/images/ads/kongress.pdf

Leitlinie zur Beurteilung der Füllungsdrücke und der diastolischen Funktion des linken Ventrikels

M. Genger¹, T. Binder²

Kurzfassung: Die Beurteilung der diastolischen Funktion des linken Ventrikels ist ein ständig an Bedeutung gewinnendes Feld der echokardiographischen Diagnostik.

Durch die Entwicklung der Gewebsdoppleruntersuchung und deren Implementierung in die klinische Routine wurde die Beurteilung der linksventrikulären Füllungsdrücke eine der genauesten und prognostisch bedeutendsten Methoden der Echokardiographie.

Dieser Artikel soll der Bedeutung der Methodik Rechnung tragen und ein Leitfaden zur täglichen

Anwendung der entsprechenden Methoden sein.

Schlüsselwörter: Füllungsdruck, linker Ventrikel, diastolische Funktion

Abstract: Guideline for the Assessment of Left Ventricular Diastolic Filling Pressures.

The evaluation of the left ventricular diastolic function is one of the most important fields in echocardiography.

By the development of tissue doppler imaging the assessment of left ventricular diastolic filling pressures became accurate and feasible for clinical routine.

This article should be a guideline for daily use of the necessary techniques and should help to interpret the measurements. **J Kardiologie 2014; 21 (1–2): 14–9.**

Key words: filling pressure, left ventricle, diastolic function

■ Einleitung

Eine Beurteilung der linksventrikulären Füllungsdrücke und der diastolischen Linksventrikelfunktion sollte integraler Bestandteil jeder echokardiographischen Untersuchung sein.

Die diastolische Funktion ist untrennbar mit den Füllungsdrücken verknüpft, erhöhte Füllungsdrücke sind die wichtigste physiologische Konsequenz einer diastolischen Dysfunktion. Ihre Wertigkeit bei Patienten, die sich mit Dyspnoe oder klinischen Zeichen einer Herzinsuffizienz präsentieren, kann kaum überschätzt und eine rasche und therapeutisch relevante Unterscheidung zwischen einer HFPEF („Heart Failure with Preserved Ejection Fraction“) und anderen, z. B. pulmonalen Erkrankungen kann echokardiographisch rasch und zumeist einfach getroffen werden.

Die Echokardiographie hat in den vergangenen Jahrzehnten zunehmend eine zentrale Rolle in der nicht-invasiven Beurteilung der Füllungsdrücke und der diastolischen Funktion des linken Ventrikels eingenommen. Da sich die Techniken und die Methodik ständig weiterentwickeln, soll diese Leitlinie einen Überblick über dieselben bieten und eine Empfehlung zur Nomenklatur und Befunderstellung darstellen.

Diese Leitlinie erhebt keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit und beschränkt sich auf jene Techniken, welche für die klinische Routine praktikabel und zuverlässig sind.

■ Physiologie

Die Fähigkeit des linken Ventrikels, sowohl als „nachgiebige“ (compliance) als auch als „steife“ Kammer zu fungieren, er-

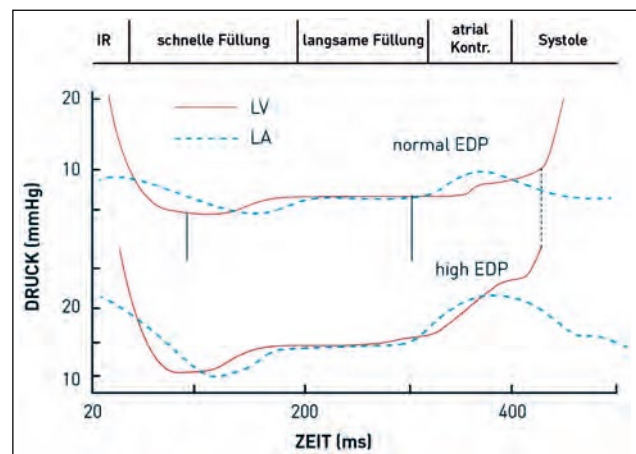


Abbildung 1: Diastole. LV: Left Ventricle; LA: Left Atrium; EDP: End Diastolic Pressure; IR: Isovolumetric Relaxation. © M. Genger

möglicht es, je nach Anforderung (z. B. körperliche Belastung), das Schlagvolumen ohne eine relevante Änderung des linksatrialen Druckes zu erhöhen. Diese Aufgabe kann nur bei funktionstüchtigen Klappen erfüllt werden. Die Diastole beginnt mit dem Schluss der Aortenklappe und besteht aus dem Druckabfall im linken Ventrikel, der schnellen/langsamen Füllung mit der anschließenden Diastase (bei niedrigen Herzraten) und der atrialen Kontraktion (Abb. 1).

Kontraktion und Relaxation des linken Ventrikels unterliegen denselben molekularen Mechanismen einer Aktivierung der Myozyten und sind eng miteinander verbunden. Die Relaxation wird durch Vor-/Nachlast, Inaktivierung und Asynchronie gesteuert. So können zum Beispiel erhöhte Nachlast oder spätsystolische Last, speziell in Kombination mit erhöhter Vorlast, zu einer verzögerten Relaxation und damit zu erhöhten Füllungsdrücken führen. Sowohl intrinsische Faktoren, wie die Nachgiebigkeit oder die Steifheit (Myozyten und interzelluläre Matrix), als auch extrinsische Faktoren, wie z. B. die perikardialen Eigenschaften, haben Einfluss auf die Füllungsdrücke des linken Ventrikels.

Eingelangt und angenommen am 10. Juli 2013; Pre-Publishing Online am 30. Oktober 2013

Aus dem ¹LKH Graz-West und der ²Universitätsklinik für Innere Medizin II, AKH Wien

Korrespondenzadresse: OA Dr. Martin Genger, Department für Allgemeine Innere Medizin mit Notfallaufnahme, LKH Graz-West, A-8020 Graz, Göstinger Straße 22, E-Mail: martin.genger@lkh-grazwest.at

Tabelle 1: Erhobene Parameter. IVRT: Isovolumetric Relaxation Time; PV: Pulmonary Vein. © M. Genger

Messparameter	Altersgruppe (Jahre)			
	16–20	21–40	41–60	> 60
IVRT (ms)	50 ± 9 (32–68)	67 ± 8 (51–83)	74 ± 7 (60–88)	87 ± 7 (73–101)
E/A-Verhältnis	1,88 ± 0,45 (0,98–2,78)	1,53 ± 0,40 (0,73–2,33)	1,28 ± 0,25 (0,78–1,78)	0,96 ± 0,18 (0,6–1,32)
DT (ms)	142 ± 19 (104–180)	166 ± 14 (138–194)	181 ± 19 (143–219)	200 ± 29 (142–258)
A-Dauer (ms)	113 ± 17 (79–147)	127 ± 13 (101–153)	133 ± 13 (101–153)	138 ± 19 (100–176)
PV S/D-Verhältnis (ms)	0,82 ± 0,18 (0,46–1,18)	0,98 ± 0,32 (0,34–1,62)	1,21 ± 0,2 (0,81–1,61)	1,39 ± 0,47 (0,45–2,33)
PV Ar (cm/s)	16 ± 10 (1–36)	21 ± 8 (5–37)	23 ± 3 (17–29)	25 ± 9 (11–39)
PV Ar-Dauer (ms)	66 ± 39 (1–144)	96 ± 33 (30–162)	112 ± 15 (82–142)	113 ± 30 (53–173)
Septal e' (cm/s)	14,9 ± 2,4 (10,1–19,7)	15,5 ± 2,7 (10,1–20,9)	12,2 ± 2,3 (7,6–16,8)	10,4 ± 2,1 (6,2–14,6)
Septal e'/a'-Verhältnis	2,4	1,6 ± 0,5 (0,6–2,6)	1,1 ± 0,3 (0,5–1,7)	0,85 ± 0,2 (0,45–1,25)
Lateral e'/cm/s)	20,6 ± 3,8 (13–28,2)	19,8 ± 2,9 (14–25,6)	16,1 ± 2,3 (11,5–20,7)	12,9 ± 3,5 (5,9–19,9)
Lateral e'/a'-Verhältnis	3,1	1,9 ± 0,6 (0,7–3,1)	1,5 ± 0,5 (0,5–2,5)	0,9 ± 0,4 (0,1–1,7)

■ Morphologische und funktionelle Korrelate der diastolischen Dysfunktion

Linksventrikuläre Hypertrophie

Die LV-Hypertrophie zählt zu den wichtigsten Ursachen der diastolischen Dysfunktion, obwohl diese auch ohne Hypertrophie vorkommt. Bei Patienten mit HFPEF können sowohl die konzentrische Hypertrophie (erhöhte Ventrikelmasse und relative Wanddicke) als auch ein Remodelling (normale Masse bei erhöhter relativer Wanddicke) beobachtet werden, während die exzentrische LV-Hypertrophie für gewöhnlich bei reduzierter EF vorliegt.

Obwohl die genaueste Methode zur Bestimmung der Muskelmasse des linken Ventrikels die 3D-Echokardiographie ist (aufwendige Methode), sollte zumindest die Bestimmung der Wandstärken mittels M-Mode zur Schätzung der Muskelmasse erfolgen.

Linksatriales Volumen

Die Messung des linksatrialen Volumens im apikalen Vierkammer- und Zweikammerblick ist einfach und verlässlich. Das LA-Volumen spiegelt die kumulativen Effekte erhöhter Füllungsdrücke wider.

Ein linksatrialer Volumenindex > 34 ml/m ist ein unabhängiger Risikofaktor für Tod, Herzinsuffizienz, Vorhofflimmern und ischämischen Schlaganfall. Es sollte allerdings berücksichtigt werden, dass vergrößerte linke Atria auch bei Bradykardien, Dilatation aller 4 Kammern, Anämien, hyperdynamen Zuständen, Vorhofflimmern, Vorhofflattern und z. B. bei Spitzensportlern ohne kardiale Grunderkrankung gesehen werden. Daher ist es wichtig, das Vorhofvolumen nie isoliert, sondern immer in Zusammenhang mit der Klinik des Patienten zu sehen (Tab. 1).

Systolischer und diastolischer pulmonalarterieller Druck

Symptomatische Patienten mit diastolischer Dysfunktion und erhöhten Füllungsdrücken haben in der Regel auch einen erhöhten pulmonalarteriellen Druck. Ohne pulmonale Grunderkrankung besteht daher eine signifikante Korrelation zwischen dem systolischen pulmonalen Druck und den nicht-invasiv erhobenen Füllungsdrücken.

Zum Einschätzen des systolischen pulmonalen Drucks sollte die mittels CW-Doppler gemessene $V_{\max}$ eines Trikuspidalklappeninsuffizienz-Jets mit dem geschätzten rechtsatrialen Druck addiert werden.

Zur Messung des diastolischen pulmonalen Drucks, der gut mit dem invasiv gemessenen mittleren Lungenkapillaren-Verchlussdruck korreliert, dient die enddiastolische Geschwindigkeit eines Pulmonalklappeninsuffizienz-Jets. Auch hier muss der geschätzte rechtsatriale Druck addiert werden.

■ Untersuchung des Mitraleinflusses

Messung

Zur Darstellung des Mitral-Einflusssignals sollte im Vierkammerblick während der Diastole ein 1–3 mm PW-Doppler „sample volume“ zwischen die Spitzen der Mitralklappen-segel platziert werden. Der Farbdoppler kann dabei als Hilfe genutzt werden, um das „sample volume“ im Zentrum des Einflusses zu platzieren, der CW-Doppler, um die max. Geschwindigkeit im Vorfeld zu erkennen und eine Unterschätzung im PW-Doppler zu vermeiden. Zu Beginn sollte eine Durchlaufgeschwindigkeit von 25–50 mm/sec gewählt werden, um eine eventuelle respiratorische Variabilität der Einflussgeschwindigkeit, wie sie bei Patienten mit pulmonalen oder perikardialen Erkrankungen gesehen werden kann, zu erkennen.

Danach hat sich eine Durchlaufgeschwindigkeit von 100 mm/sec und eine gemittelte Messung über 3 konsekutive Herzzyklen am Ende der Expiration bewährt.

Erhobene Parameter

Primär sollten die maximale Geschwindigkeit der frühen diastolischen Füllung (E-Welle), die Geschwindigkeit der späten diastolischen Füllung (A-Welle), das Verhältnis E/A, die Dezelerationszeit der frühen Füllungsgeschwindigkeit und die isovolumetrische Relaxationszeit (IVRT; durch Platzierung des CW-Cursors im linksventrikulären Ausflustrakt, um Mitraleinfluss und Aortenausfluss simultan zu erfassen) gemessen werden.

Weitere Parameter wie Dauer der A-Welle, Geschwindigkeits-Zeit-Integral der A-Welle oder das gesamte Mitraleinfluss-

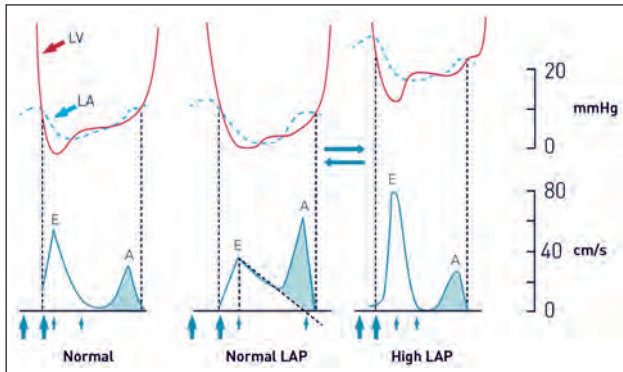


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Änderung des transmittalen Flusses. LV: Left Ventricle; LA: Left Atrium; LAP: Left Atrial Pressure. © M. Genger

Geschwindigkeits-Zeit-Integral können optional gemessen werden, sind allerdings nicht von essenzieller Bedeutung.

Das Alter des Patienten hat einen immensen Einfluss auf die erhobenen Parameter und sollte immer in die Beurteilung mit einfließen (Tab. 1).

Auch andere Parameter, wie systolische LV-Funktion, Herzfrequenz, Rhythmus, PQ-Zeit, Mitralringgröße, LA-Funktion, „cardiac output“ und nicht zuletzt die LV-Füllungsdrücke, haben einen Einfluss auf das mitrale Flussmuster.

Flussmuster und hämodynamische Einflüsse

Das Einflussmuster wird mittels des E/A-Verhältnisses und der Dezelerationszeit (DT) klassifiziert. Zu ihnen gehören das normale Flussmuster, die gestörte Relaxation, die pseudonormale Füllung (PNF), deren Erkennen mit dem mitralen Einflussmuster alleine schwierig sein kann, und die Restriktion. Es werden auch weniger typische Flussmuster gesehen, denen keine sichere pathologische Bedeutung zugeschrieben werden kann (z. B. triphasisches Einflussmuster).

Die schwersten Störungen der diastolischen Funktion können bei älteren Patienten mit lange bestehender Hypertonie oder mit hypertropher Kardiomyopathie (HCM) gesehen werden. Während die E-Welle den Druckgradienten zwischen LA-LV in der frühen Diastole repräsentiert und entsprechend durch die Vorlast und die LV-Relaxation beeinflusst wird, spiegelt die A-Welle den Druckgradienten zwischen LA-LV in der späten Diastole wider und ist stark von der Nachgiebigkeit (compliance) des linken Ventrikels und der systolischen Funktion des linken Vorhofes abhängig.

Die LV-Relaxation, der diastolische LV-Druck nach dem Öffnen der Mitralklappe und die LV-Compliance haben Auswirkung auf die Dezelerationszeit (DT) (Abb. 2).

Klinische Bedeutung bei Patienten mit reduzierter und normaler Ejektionsfraktion

Bei Patienten mit dilatativer Kardiomyopathie korreliert die diastolische Funktion besser mit den Füllungsdrücken, der NYHA-Klasse und der Prognose als die EF.

Ein pseudonormales oder restriktives Füllungsmuster bei akutem Myokardinfarkt weist auf ein erhöhtes Risiko für

Herzinsuffizienz, unvorteilhaftes LV-Remodelling und eine schlechte Prognose, unabhängig von der systolischen Funktion, hin. Andererseits korrelieren die mitralen Einflussmuster bei Patienten mit KHK oder HCM mit EF > 50 % nur schlecht mit der tatsächlichen Hämodynamik. Ein restriktives Füllungsmuster in Kombination mit einer linksatrialen Dilatation bei Patienten mit normaler EF (z. B. Transplantationspatienten) geht mit einer schlechten Prognose einher.

Es gibt noch zahlreiche weitere klinische Implikationen der diastolischen Funktion, die hier nicht alle aufgeführt werden können; dennoch zeigte sich in den vergangenen Jahren (seit Einführung des Gewebedopplers) ein klarer Trend zur Bestimmung der LV-Füllungsdrücke als Auswirkung einer diastolischen Funktionsstörung.

Andere Messungen wie die Flussmessungen in den Pulmonalvenen oder die „propagation velocity“ (gemessen mittels Farbdoppler) haben heute eher für wissenschaftliche oder historische Anwendungen Bedeutung und werden daher in dieser klinisch orientierten Leitlinie nicht weiter besprochen.

■ Gewebedoppler und frühe bzw. späte diastolische Geschwindigkeiten des Mitralrings

Messung

Pulsed wave (PW) Doppler tissue Imaging (DTI) wird immer in den apikalen Schnitten (vorzugsweise Vierkammerblick) durchgeführt. Das „sample volume“ sollte ca. 1 cm innerhalb der Insertionsstellen der Mitralklappenklappe platziert und in seiner Größe so gewählt werden (5–10 mm), dass es die Exkursionen des Mitralrings in der Systole und der Diastole abdeckt und zu keiner Zeit der Messung in einem Cavum (LA oder LV) zu liegen kommt.

Die Geschwindigkeitsskala sollte auf ca. 20 cm/s über und unter der Nulllinie eingestellt (Anpassung ja nach Geschwindigkeit) und ein Winkel zwischen Ultraschallstrahl und Bewegung des Mitralrings von < 20° angestrebt werden. Weiters sollte ein möglichst schmaler Bildausschnitt und die geringste mögliche Eindringtiefe gewählt werden. Eine Durchlaufgeschwindigkeit von 50–100 mm/s und die Mittelung über 3 konsekutive Schläge am Ende der Expiration sind gefordert. So lässt sich bei > 95 % der Patienten ein verwertbares DTI-Signal, unabhängig von der B-Bild-Qualität, darstellen.

Erhobene Parameter

Die primär erhobenen Parameter umfassen die systolische (S), frühdiastrische (e') und spätdiastrische (a') Geschwindigkeit.

Das Zeitintervall vom Ende des QRS-Komplexes bis zum Anfang der E-Welle des Mitraleinflusses, abgezogen vom Zeitintervall vom Ende des QRS-Komplexes und dem Beginn von e', wird als TE-e' bezeichnet und kann wertvolle Zusatzinformationen für gewisse Populationen liefern.

Weiteren Messungen, wie dem e'-Akzelerations- oder Dezelerationsintegral sowie Akzelerations- oder Dezelerationsrate

konnten in Studien keine essenzielle klinische Bedeutung zugeordnet werden. Die Gewebedoppler-Parameter sollten stets septal, lateral und im Mittel erhoben werden.

Nachdem der Mitraleinfluss und die Mitralringgeschwindigkeiten wie oben beschrieben erhoben wurden, können zusätzliche Verhältnisse wie das E/e' -Verhältnis, welches unerlässlich zur Abschätzung der LV-Füllungsdrücke ist, berechnet werden.

Hämodynamische Einflüsse

Eine enge Korrelation zwischen e' und der LV-Relaxation wurde sowohl bei Tieren als auch Menschen beschrieben. Daher kann e' bei kranken Herzen zur Korrektur des Effektes der LV-Relaxation auf die Geschwindigkeit der E-Welle genutzt und das E/e' -Verhältnis zur Abschätzung der LV-Füllungsdrücke herangezogen werden.

Den größten Einfluss auf a' haben die Kontraktilität des linken Vorhofes (LA) und der linksventrikuläre enddiastolische Druck (LVEDP), sodass eine Zunahme der LA-Kontraktilität zu einem Anstieg und *vice versa* eine Zunahme des LVEDP zu einer Abnahme von a' führt.

Normalwerte

Auch e' und a' werden, wie die anderen Parameter der diastolischen Funktion, in erster Linie vom Alter beeinflusst.

Klinische Bedeutung

Die Mitralringgeschwindigkeiten können genutzt werden, um eine Aussage über die LV-Relaxation und, in Kombination mit der Spitzengeschwindigkeit der E-Welle des Mitraleinflusses, die LV-Füllungsdrücke zu treffen.

Unter Berücksichtigung einer eventuellen Herzkrankheit oder anderer Pathologien sind e' und das E/e' -Verhältnis wichtige Parameter zur Abschätzung der LV-Füllungsdrücke, sollten allerdings nicht alleine zur Beurteilung herangezogen werden.

Zeigt nach neueren Daten das laterale DTI-Signal (E/e' und e'/a') bei Patienten mit normaler oder reduzierter EF die beste Korrelation mit den invasiv gemessenen LV-Füllungsdrücken und der LV-„stiffness“, so ist es, zumindest bei Patienten mit regionalen Wandbewegungsstörungen, unerlässlich, den Durchschnittswert aus septal und lateral erhobenen Geschwindigkeiten (laterale Geschwindigkeiten sind in der Regel höher als septale) zu verwenden.

Weiters hat E/e' einen hohen positiv prädiktiven Wert, um unerwünschte Ereignisse bei Patienten nach Myokardinfarkt, mit hypertensiver Herzkrankheit, schwerer sekundärer Mitralklappeninsuffizienz, terminalem Nierenversagen, Vorhofflimmern und Kardiomyopathien vorherzusagen.

In speziellen Situationen, wie z. B. bei Mitralklappenkrankheiten, wenn E/e' zwischen 8 und 15 (< 8 gewöhnlich mit normalen, > 15 mit erhöhten Füllungsdrücken assoziiert) liegt und die anderen Parameter (LA-Volumen etc.) bei der Beurteilung nicht weiter helfen, kann ein Verhältnis von $IVRT/TE-e' < 2$ helfen, erhöhte Füllungsdrücke zu erkennen.

Ebenso zeigen sich in manchen Studien Hinweise, dass die Geschwindigkeiten an vier Stellen des Mitralrings gemessen werden sollten. Da dies allerdings in keiner der Validierungsstudien getan wurde, wird diese Methodik in diesen Richtlinien nicht für die Routine empfohlen.

Limitationen

Es gibt einige Situationen, in denen die gemessenen Mitralringgeschwindigkeiten und das gemessene E/e' -Verhältnis nicht benutzt bzw. mit Vorsicht interpretiert werden sollten.

Bei Patienten mit normaler EF besteht eine positive Relation zur Vorlast und das gemessene E/e' -Verhältnis kann hier bei starker Vorlasterhöhung bzw. -verminderung nicht alleine zur zuverlässigen Einschätzung der LV-Füllungsdrücke verwendet werden. Die Anamnese, unauffällige kardiale Strukturen und Funktion, ein früherer oder gleichzeitiger Beginn von e' im Vergleich zur E-Welle können helfen, diese Individuen zu erkennen.

Zusätzlich ist e' bei Patienten mit starker Mitralringverkalkung, nach Annuloplastie, bei Mitralklappenstenose und mechanischem Mitralklappenersatz reduziert, bei Patienten mit mittelgradiger bis schwerer Mitralklappeninsuffizienz und normaler LV-Relaxation erhöht. In diesen Situationen kann das $IVRT/TE-e'$ -Verhältnis zur Einschätzung angewendet werden.

Die Tatsache, dass bei Perikarditis constrictiva das septal gemessene e' erhöht ist (Ausdruck der longitudinalen Kompensation der eingeschränkten lateralen und anteroposterioren diastolischen Exkursion) und das E/e' -Verhältnis invers mit den LV-Füllungsdrücken korreliert, wird als „*annulus paradoxus*“ bezeichnet.

In einigen neueren Studien wurde bei Patienten mit normaler EF oder mit regionalen Wandbewegungsstörungen das Verhältnis zwischen maximaler Geschwindigkeit der E-Welle zur globalen myokardialen „strain rate“ zur Beurteilung der LV-Füllungsdrücke herangezogen. Dies bleibt aber zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch Gegenstand mehrerer Studien, sodass die oben beschriebenen Fluss- und Gewebedopplertechniken die Methode der Wahl zur Beurteilung der LV-Füllungsdrücke sind.

■ Diastolischer Stresstest

Eine weitere klinische Implikation ergibt sich aus der Evaluierung von Patienten mit unklarer Belastungsdyspnoe, diastolischer Dysfunktion (Grad I) und normalen Füllungsdrücken in Ruhe. Viele dieser Patienten leiden, aufgrund der unter Belastung zur Erhaltung der linksventrikulären Füllung und dem Schlagvolumen nötigen Erhöhung der LV-Füllungsdrücke, an Belastungsdyspnoe. Die Geschwindigkeiten von E und e' steigen bei Gesunden proportional an, das E/e' -Verhältnis bleibt unverändert oder sinkt. Bei Patienten mit gestörter Relaxation steigt die Geschwindigkeit von E mehr als die von e' an, sodass das E/e' -Verhältnis zunimmt. Da diese Veränderungen mehrere Minuten anhalten, können die Parameter nach Ende der Fahrradergometer-Belastung erhoben und somit Artefakte vermieden werden.

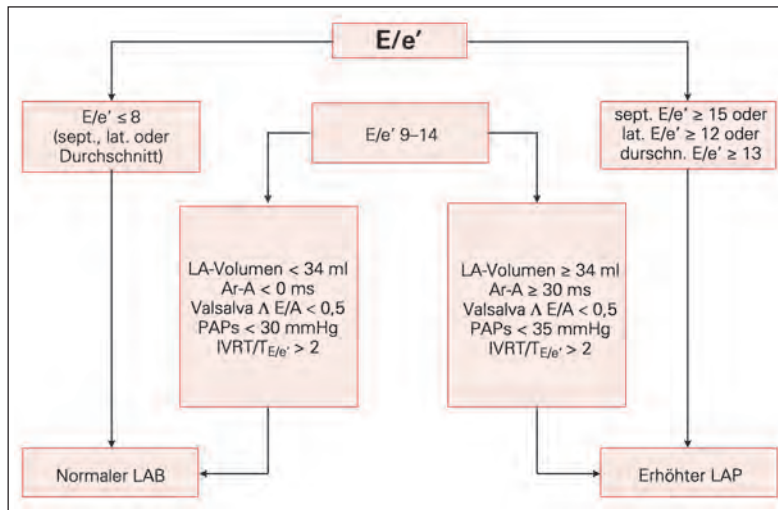


Abbildung 3: Einschätzung der LV-Füllungsdrücke – normale EF. LAP: Left Atrial Pressure; PAPs: Pulmonary arterial Pressure systolic; Ar: Atrial reversal; IVRT: Isovolumetric Relaxation Time. © M. Genger

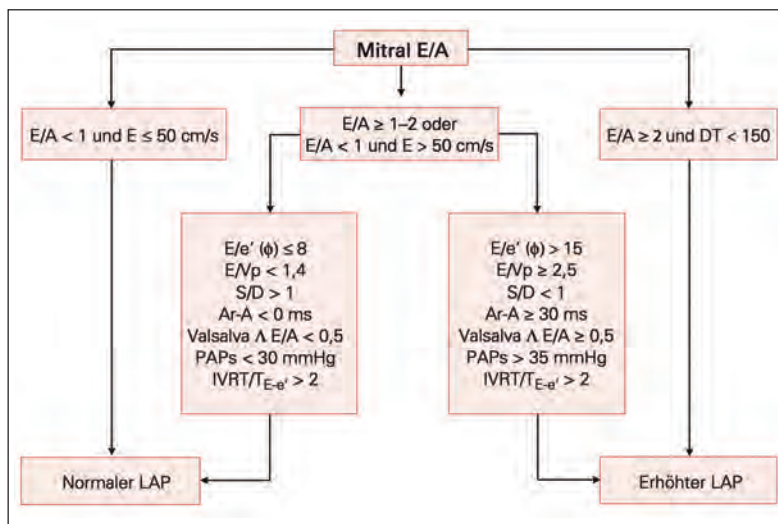


Abbildung 4: Einschätzung der LV-Füllungsdrücke – reduzierte EF. LAP: Left Atrial Pressure; PAPs: Pulmonary arterial Pressure systolic; Ar: Atrial reversal; IVRT: Isovolumetric Relaxation Time. © M. Genger

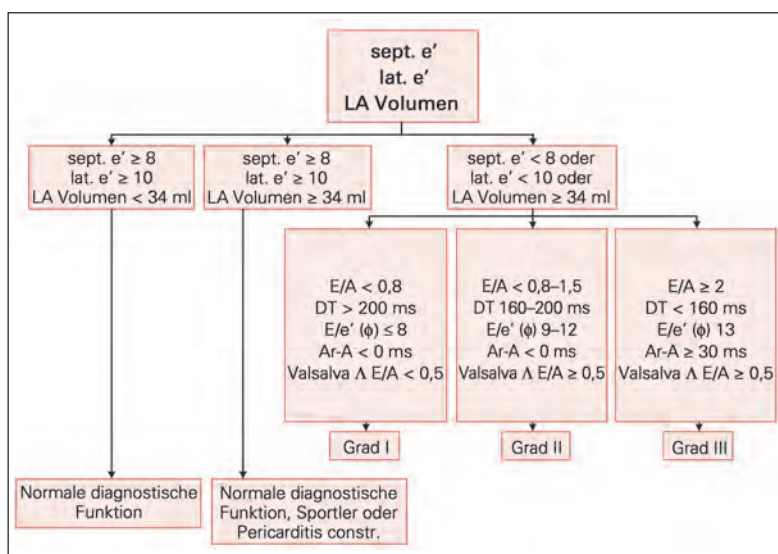


Abbildung 5: Graduierung der diastolischen Dysfunktion. © M. Genger.

■ Einschätzung der linksventrikulären Füllungsdrücke bei speziellen Patienten

Vorhofflimmern

Wegen der häufig vorliegenden linksatrialen Dilatation, den unterschiedlichen RR-Intervallen und dem Fehlen einer geordneten Vorhofaktivität ist die Einschätzung der LV-Füllungsdrücke bei Vorhofflimmern erschwert.

Unter Berücksichtigung vieler methodischer Ansätze scheint eine Beurteilung der Dezyelerationszeit der E-Welle und des E/e'-Verhältnisses am leichtesten in der Anwendung und in den meisten Fällen ausreichend. Bei reduzierter EF ist eine Dezyelerationszeit < 150 ms ein guter Indikator für erhöhte LV-Füllungsdrücke, ein E/e'-Verhältnis > 11 korreliert eng mit einem linksventrikulären enddiastolischen Druck (LVEDP) > 15 mm Hg.

Die Messungen sollten bei drei nicht hintereinander folgenden Schlägen, mit RR-Abständen innerhalb 20–30 % der durchschnittlichen Herzfrequenz und einem Schlag mit einem vorangehenden RR-Abstand entsprechend einer Herzfrequenz von 70–80/min, erfolgen.

Sinustachykardie

Ein E/e'- (laterales e'-) Verhältnis > 10 korreliert eng mit einem Pulmonalarterien-Verschlussdruck von > 12 mmHg, unabhängig davon, ob E und A bzw. e' und a' verschmolzen sind (es soll jeweils die maximale Geschwindigkeit gemessen werden) oder die LVEF reduziert ist.

Restriktive Kardiomyopathie

Eine kurze Dezyelerationszeit der E-Welle, E/A > 2,5 oder E/e' > 15 sind Indikatoren eines erhöhten LV-Füllungsdruckes.

Hypertrophe Kardiomyopathie (HCM)

Das E/A-Verhältnis bietet hier wenig verlässliche Informationen, allerdings zeigte eine Studie einen signifikanten Zusammenhang zwischen E/e' (laterales e') und erhöhtem LVEDP, während eine andere Studie wiederum eine große Variabilität in der Genauigkeit der Vorhersage des LVEDP bei HCM zeigte.

Obwohl auch noch andere Parameter herangezogen werden können, bleibt eine definitive Aussage bezüglich der linksventrikulären Füllungsdrücke schwierig.

Pulmonale Hypertonie

Die Echokardiographie spielt eine zentrale Rolle bei der Beurteilung des pulmonal-

arteriellen Druckes, der rechtsventrikulären Größe und Funktion, sowie bei deren ätiologischer Zuordnung. Bei Erkrankungen des Lungenparenchyms findet man in der Regel niedrige oder normale LV-Füllungsdrücke und wegen der reduzierten LV-Füllung liegt meistens eine gestörte Relaxation vor. Das E/e'-Verhältnis (laterales e') ist < 8.

Bei durch diastolische Dysfunktion des LV ausgelöster pulmonaler Druckerhöhung liegt ein erhöhtes E/e'-Verhältnis vor. Im Allgemeinen muss bei nicht-kardialen Gründen einer pulmonalen Druckerhöhung der, durch den Druck im RV *per se* verstärkte Einfluss des RV auf die Bewegung des interventrikulären Septums und damit auch auf septal gemessene Mitralringgeschwindigkeiten, berücksichtigt werden. Veränderungen des lateralen E/e'-Verhältnisses scheinen in einigen Untersuchungen als Erfolgskontrolle einer medikamentösen Therapie des pulmonalen Drucks geeignet zu sein.

■ Empfehlungen für die Anwendung im Echokardiographie-Labor

Der Vollständigkeit halber werden in den folgenden Entscheidungsbäumen einige Messungen angeführt, die in der klinischen Routine nicht praktikabel erscheinen und welche, wenn nicht von absoluten Spezialisten durchgeführt, nur schwer zu reproduzieren sind und daher im Text nicht erwähnt wurden.

- Einschätzung der LV-Füllungsdrücke bei Patienten mit normaler EF (Abb. 3)
- Einschätzung der LV-Füllungsdrücke bei reduzierter EF (Abb. 4)

Zur Entscheidungsfindung sollten stets > 2 abnorme Messungen gefunden werden!

- Graduierung der diastolischen Dysfunktion (Abb. 5).

In die Beurteilung der diastolischen Funktion sollten immer das Patientenalter und die Herzfrequenz mit einfließen. Die meisten Menschen > 60 a ohne Anamnese für eine Herzkrankheit haben ein E/A-Verhältnis < 1 und eine Dezelerationszeit > 200 ms, weshalb solche Messwerte ohne weiteren Hinweis auf eine kardiale Erkrankung als normal angesehen werden sollten. Der Grad III der diastolischen Dysfunktion kann noch weiter in Grad IIIa, welcher sich durch suffiziente Therapie (bzw. manchmal durch ein suffizient durchgeführtes Valsalva-Manöver) in einen Grad II zurückführen lässt, und Grad IIIb, welcher fixiert ist, unterteilt werden. Allerdings sollte die Diagnose Grad IIIb nur nach mehreren seriellen Untersuchungen gestellt werden.

■ Interessenkonflikt

Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Weiterführende Literatur:

1. Nagueh SF, Appleton CP, Gillebert TC, et al. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography. Eur J Echocardiogr 2009; 10: 165–93.
2. Brutsaert DL, Sys SU, Gillebert TC. Diastolic failure. J Am Coll Cardiol 1993; 22: 318–25.

3. Yip GW, Zhang Y, Tan PY, et al. Left ventricular long axis changes in diastole and systole. Clin Sci 2002; 102: 515–22.

4. Leite-Moreira AF, Correia Pinto J, Gillebert TC. Afterload induced changes in myocardial relaxation. Cardiovasc Res 1999; 43: 344–53.

5. Hung J, Lang R, Flachskampf F, et al. 3D-Echocardiography: a review. J Am Soc Echocardiogr 2007; 20: 213–33.

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](#)