

Physiologische RV-Konfiguration

Die Beurteilung des rechten Ventrikels (RV) erfolgt im 4-Kammerblick. Der enddiastolische Durchmesser parallel zu Trikuspidalklappe midventrikulär (—) sollte als Faustregel bei Erwachsenen weniger als 35 mm betragen, die Fläche sollte diastolisch ebenfalls

28 cm² nicht überschreiten (vgl. **Tab. 70.4**). Beim Vergleich von LV und RV kommt der RV schlanker und eher zeltförmig zur Darstellung (**Abb. 72.1**; vgl. **Videoclip 6.3**).

RV-Dilatation bei Rechtsdekompensation

Abb. 72.2 zeigt im 4-Kammerblick einen deutlich dilatierten RV (—, 37 mm), hier bei einem Patienten mit rezidivierenden Lungenembolien. Der rechte Vorhof ist ebenso dilatiert (**33a**) und das Vorhofseptum wölbt sich nach links (→). Der LV (**33e**) stellt sich im direkten Vergleich deutlich kleiner und diastolisch von rechts

eingeebult dar (vgl. **Videoclip 6.7**). Zur Erhärtung des Verdachtes auf eine RHI sollten ebenfalls die VCI und die Lebervenen mit beurteilt werden (vgl. S. 99). Stellen sich diese gestaut dar (VCI > 2-2,5 cm, Lebervenen > 0,6 cm), spricht dies für einen Rückstau aus dem rechten Herzen.

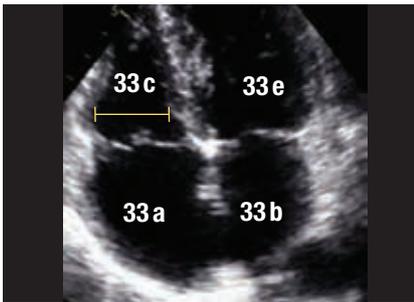


Abb. 72.1 Normalbefund

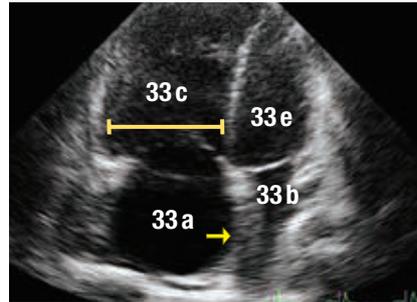


Abb. 72.2 RHI mit RV-Dilatation

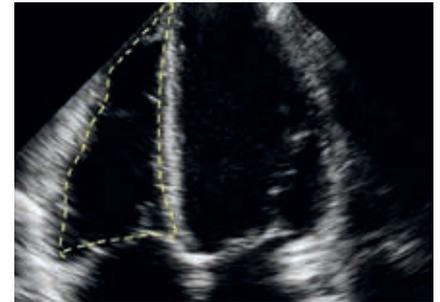


Abb. 72.3 Messung des RV-Volumens

Linksventrikuläre Funktion

Die Quantifizierung der globalen LV-Funktion erfolgt visuell im Vierkammer-Blick von apikal im bewegten Bild (vgl. **Videoclip 6.3**). Eine Möglichkeit zur Messung der LV-Funktion ist die monoplane Bestimmung der Ejektionsfraktion (EF) nach Simpson: Hierzu wird in der größten diastolischen Ausdehnung (**Abb. 72.4a**) und in der engsten systolischen Kontraktion (**Abb. 72.4b**) die Endokardgrenze umfahren (vgl. **Videoclip 6.8**).

Aus diesen Daten wird die EF des LV berechnet. Eine EF unter 30 % wird als hochgradig eingeschränkt (**Abb. 72.5**) bezeichnet (vgl. **Videoclip 6.9**). Diese Methode ist nur bei gut abgrenzbarem

Endokard valide verwendbar. CAVE: Bei Tachykardie wird die LV-Funktion aufgrund der kürzeren Diastole und der damit verbundenen geringer ausgeprägten Relaxation des LV tendenziell unterschätzt. Die Untersuchung sollte dann ggf. nach Normalisierung des Herzrhythmus wiederholt werden. **Videoclip 6.10** zeigt ebenfalls eine hochgradig reduzierte EF, hier mit apikal betonter Akinesie. Noch genauer kann die LV-Funktion biplan (hier nicht dargestellt) bestimmt werden: Dafür wird die Ejektionsfraktion aus 2 Ebenen, aus dem Vierkammer-Blick und aus dem Zweikammer-Blick (Sagittalschnitt durch den LV) gemittelt.

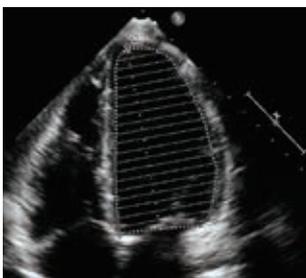


Abb. 72.4a Diastole weit

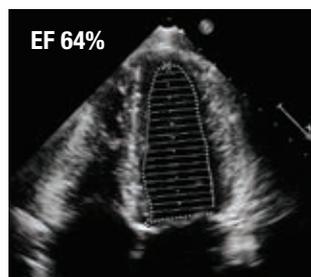


Abb. 72.4b Systole eng

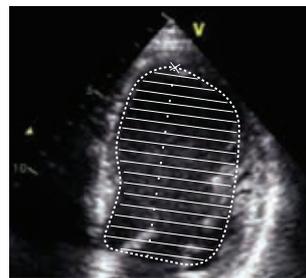


Abb. 72.5a EF ↓ Diastole

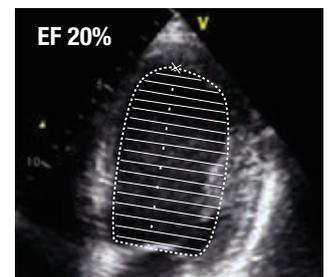


Abb. 72.5b EF ↓ Systole

Globale LVF (EF nach Simpson)

	♂	♀
normal	52 - 72 %	54 - 74 %
leichtgradig reduziert	51 - 46 %	53 - 46 %
mittelgradig reduziert	45 - 30 %	45 - 30 %
hochgradig reduziert	< 30 %	< 30 %

Tab. 72.6 Ejektionsfraktion als Parameter der LVF [6.1]

Mitralklappe

Zur Darstellung des Blutflusses über den AV-Klappen eignet sich am besten das apikale Schallfenster, insbesondere der 4-Kammerblick. Nach dem Schluss der Taschenklappen öffnen sich in der Frühdiastole die AV-Klappen und das Blut strömt entlang des Druckgradienten zwischen Vorhöfen und relaxierten Ventrikeln über die volle Breite der geöffneten Klappen in die Ventrikel (**Abb. 73.1a**). Durch den raschen Einstrom des Blutes durch die Mitralklappe (rote Farbwolke, ↗) mit zentralem Aliasing (↘) kommt es zu einer Umverteilung des Blutes im linken Ventrikel. Hierbei fließt Blut im LVOT langsam in Richtung

Aortenklappe (blaue Farbwolke, ↙). Mit der Vorhofkontraktion folgt dann ein zweiter Schub der Ventrikelfüllung. Danach schließen sich die AV-Klappen und die Systole beginnt.

Während der Systole sollte bei intakten Klappen kein retrograder Fluss durch die Segelklappen nachweisbar sein (**Abb. 73.1b**). Es stellt sich lediglich ein blau kodierter Fluss im LVOT in Richtung Aortenklappe dar (→). Die rote Farbwolke (←) entspricht dem Blutstrom während der systolischen Füllung des linken Vorhofes aus den Lungenvenen (vgl. **Videoclip 6.11**).

Mitralklappen-Insuffizienz (MI)

Im Farbdoppler stellt sich ein Regurgitationsjet einer Mitralklappeninsuffizienz (MI) blau dar (Flussrichtung LV → LA in der Systole). Bei der Mitralinsuffizienz sieht man besonders bei höhergradigen Insuffizienzen einen Farbumschlag im Farbdoppler-Jet. Die hohe Geschwindigkeit des Jets führt zu einem Aliasing-Phänomen (vgl. **Videoclip 6.12**). In **Abb. 73.3** kommt ein dilatierter linker Ventrikel

mit deutlicher MI (hier Grad III) zur Darstellung. Der Regurgitationsjet reicht bis zur Hinterwand (↓) des LA. Die orientierende Quantifizierung der MI kann mittels Messung der Vena contracta (↔) an der engsten Klappendurchtrittsstelle des Jets erfolgen. Auch das Verhältnis von Fläche des LA zur Fläche des Regurgitationsjets (**Abb. 73.3b**) erlaubt eine Einschätzung des Schweregrades (**Tab. 73.2**).

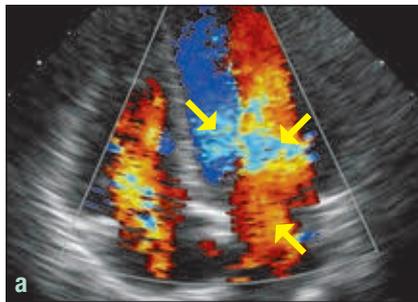


Abb. 73.1a Normalbefund Diastole

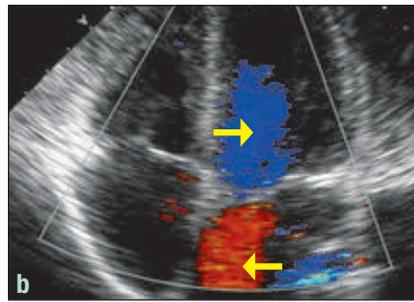


Abb. 73.1b Systole

Quantifizierung einer Mitralklappeninsuffizienz		
Schweregrad	Vena contracta	Fläche _{Jet} / Fläche _{LA}
Grad I	< 3 mm	< 20 %
Grad II	3 - 6,9 mm	20 - 40 %
Grad III	≥ 7 mm	> 40 %

Tab. 73.2 [6.1]

Flussquantifizierung mit Dopplerspektrum

Zur Ableitung eines diastolischen Dopplerspektrums via AV-Klappe positioniert man nun das Messfenster in der Mitte des Blutflusses im Bereich der Spitze beider MK-Segel (**Abb. 73.4a**).

Bei Positionierung zu weit ventrikulwärts von den Klappen wird im abgeleiteten Spektrum der frühdiastolische Einstrom verstärkt und die atriale Komponente vermindert dargestellt. Bei korrekter Einstellung stellt sich das physiologische Dopplerspektrum der AV-Klappen in Form eines „M“ dar (**Abb. 73.4b**): Die erste, höhere Spitze kennzeichnet den frühdiastolischen Einstrom in den relaxierten Ventrikel und wird als E-Welle bezeichnet (E wie early). Die zweite, kleinere Spitze (A-Welle) entsteht durch die Vorhofkontraktion (A wie atrial). Aus den maximalen Geschwindigkeiten von E- und A-Welle wird der

E/A-Quotient bestimmt. Dieser Wert ist abhängig vom Lebensalter: Er ist bei jungen Menschen höher (im Normalfall $1,9 \pm 0,3$) und nimmt mit steigendem Alter ab ($1,1 \pm 0,3$). Er ist auch abhängig von Herzfrequenz und HZV: Bei steigender Herzfrequenz nimmt wegen der Verkürzung der Diastole die Bedeutung der Vorhofkontraktion für die Ventrikelfüllung zu, so dass im Dopplerspektrum eine Betonung der A-Welle und damit eine Verringerung des E/A-Quotienten resultiert. Liegt ein pathologischer Wert bei intakter AV-Klappe vor, so ist dieser meist Ausdruck einer diastolischen Funktionsstörung des Ventrikels, das heißt einer Störung der frühdiastolischen Relaxation oder der Dehnbarkeit (compliance) des Ventrikels. Erhöhte Flussgeschwindigkeiten würden hier für eine Mitralklappenstenose sprechen.

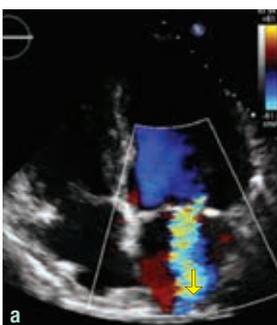
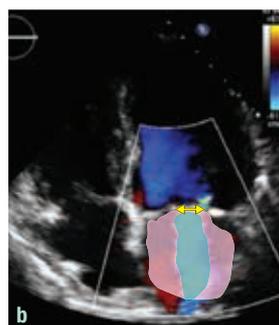


Abb. 73.3a MI Grad III (a)



MI Messung (b)

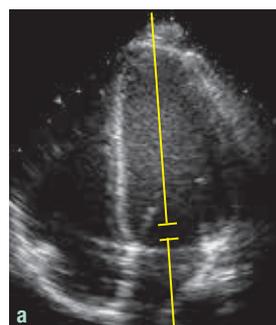
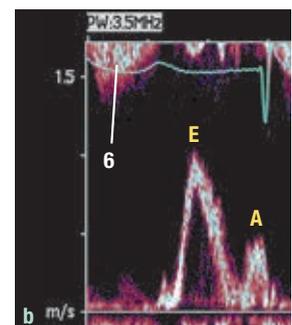


Abb. 73.4a MK Doppler (a)



Flusskurve (b)