

10 Herzklappenerkrankungen

10.1 Aortenklappenstenose

Definition:	Verengung der Klappenöffnung (valvulär), der LV-Ausstrombahn (subvalvulär) oder der Aorta ascendens (supra-valvulär) (s. Abb. 10.5 und Abb. 10.6), rheumatisch bedingt, bei jüngeren Patienten in erster Linie angeboren oder durch Verkalkung einer angeborenen bikuspiden Klappe bedingt, bei älteren Patienten häufiger degenerativ
Symptome:	bei geringer oder mäßiger AS häufig keine, bei schwerer AS Effort-Synkope, Angina pectoris, Dyspnoe, Müdigkeit
Auskultation:	raues Systolikum im 2. ICR rechts parasternal, Fortleitung in die Carotiden
EKG:	LV-Hypertrophie, Repolarisationsstörungen, LSB, VES

2-D-Echo

- Klappensegel verdickt, echodicht, mit eingeschränkter bis aufgehobener Klappenseparation in verschiedenen Anlotebenen
- Nachweis einer veränderten bikuspiden oder trikuspiden AoK in der parasternalen kurzen Achse (s. Abb. 10.1)
- LV-Hypertrophie
- im Spätstadium LV vergrößert mit eingeschränkter Kontraktilität
- LA evtl. vergrößert
- zur Berechnung der AÖF Ausmessen der Breite des LVOT (s. Abb. 10.4)
- evtl. Planimetrie der AÖF in der kurzen Achse (s. Abb. 10.1)

M-Mode

- Klappensegel verdickt, echodicht, mit eingeschränkter bis aufgehobener systolischer Klappenseparation (Öffnungsamplitude < 16 mm) (s. Abb. 10.2)
- diastolische Parallelechos (s. Abb. 10.2)
- LA evtl. vergrößert
- LV-Hypertrophie (s. Abb. 10.3)
- Aortenwurzel/Aorta evtl. poststenotisch dilatiert

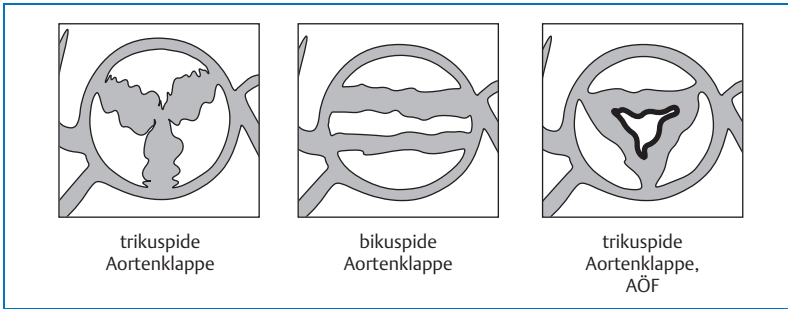


Abb. 10.1 Verdickte Aortenklappe in der parasternalen kurzen Achse und Planimetrie zur Bestimmung der AÖF.

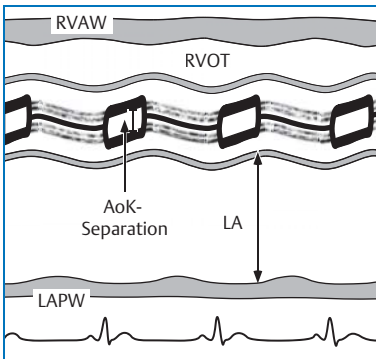


Abb. 10.2 AS im M-Mode mit verminderter Klappenseparation und vergrößertem LA bei MI. Bestimmung der AoK-Separation.

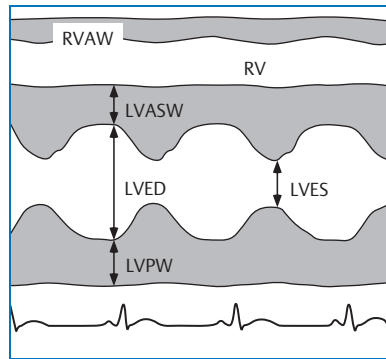


Abb. 10.3 Konzentrische LV-Hypertrophie bei AS.

Doppler

- Farb-Doppler:
 - zunächst Orientierung über Flussverhältnisse
 - turbulenter Fluss beginnend in Klappenebene
- PW-Doppler:
 - beschleunigter Fluss über AoK
 - V_{LVOT} und HZV zunächst erhöht, im Spätstadium evtl. erniedrigt
- CW-Doppler:
 - V_{max} über AoK erhöht, entsprechend erhöht berechneter ΔP_{max} ($\Delta P_{max} = 4 \times V_{max}^2$; s. Tab. 10.1)

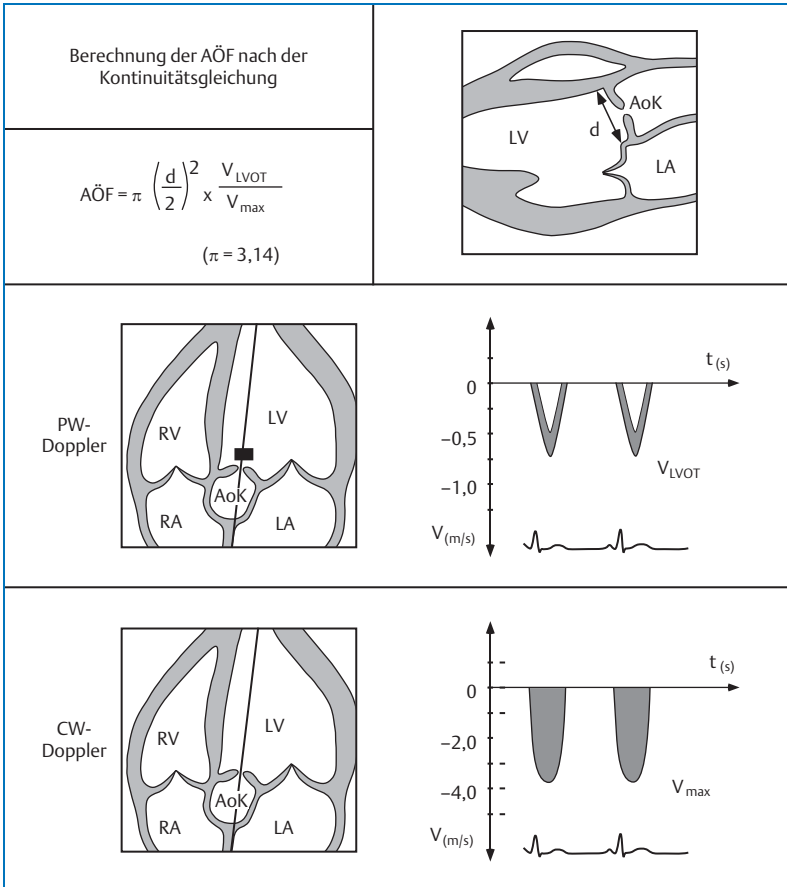


Abb. 10.4 Berechnung der AÖF nach der Kontinuitätsgleichung.

- V_{mean} über AoK erhöht, entsprechend erhöht berechneter ΔP_{mean}
($\Delta P_{mean} = 4 \times V_{mean}^2$)
- AÖF vermindert: Normalwert: 3–4 cm² (Berechnung nach der Kontinuitätsgleichung; s. Abb. 10.4 und Tab. 10.1; s.a. Tab. 25.8, S. 267)
- bei schwer anlotbarem Stenosejet mit CW-Doppler auch supra- und rechtsparasternale Anlotung zur Bestimmung der V_{max} und V_{mean} unter Anwendung der Pencil-Sonde

- Verhältnis V_{LVOT} zu V_{max} über der AoK erniedrigt
- Farb-, CW- und PW-Doppler:
 - evtl. Nachweis und ggf. Semiquantifizierung einer AI oder MI

Tab. 10.1 Quantifizierung der Aortenklappenstenose im Doppler.

Parameter	Quantifizierung der Aortenklappenstenose					
	gering		mäßig		schwer	
	ESC	AHA/ACC	ESC	AHA/ACC	ESC	AHA/ACC
V_{max} (m/s)	2,6-2,9		3,0-4,0		> 4,0	
ΔP_{mean} (mmHg)	< 30	< 20	30–50	20–40	> 50	> 40
AÖF (cm ²)	> 1,5		1,0–1,5		< 1,0	
AÖF (cm ²)	> 1,5		1,0–1,5		< 1,0	

Invasive Daten: Grossman W, Baim DS (eds) Cardiac catheterization, angiography and intervention, 4th edn. Philadelphia: Lea & Febinger; 1991: 569

Echokardiografische Daten: Vahanian A et al. ESC guidelines on the management of valvular heart disease. Eur Heart J 2007; 28: 230-268, Bonow RO et al. ACC/AHA 2006 Guidelines for the management of patients with valvular heart disease. Circulation 2006; 114: 84-231

Procedere

- TOE zur besseren Beurteilung der Klappenmorphologie und ggf. Planimetrie der AÖF
- bei undeutlichem Doppler-Signal der AS und schwieriger Quantifizierung ggf. Gabe von Linksherz-Echokontrastmittel (s. Kap. 4.2, S. 35 ff)
- evtl. Dobutamin-Stressechokardiografie bei niedrigem Druckgradienten und eingeschränkter LV-Funktion zur Beurteilung der OP-Möglichkeit bzw. zur Differenzierung einer primär myokardialen Erkrankung mit Aortensklerose und geringer Stenose von einer durch relevante AS bedingten eingeschränkten LV-Funktion
- Koronarangiografie und evtl. Linksherzkatheter vor geplantem Klappenersatz
- ggf. MRT zur Bestimmung der AÖF
- bei symptomatischen Patienten sofortige OP-Indikation, bei asymptomatischen Patienten mit schwerer AS Kriterien zur Entscheidungshilfe beachten (s. Tab. 10.2)
- Aortenklappenersatz mittels Katheterintervention bei inoperablen Patienten (TAVI: Transcatheter Aortic Valve Implantation)

Tab. 10.2 Kriterien zur OP-Indikation bei asymptomatischer schwerer AS.

- Auftreten von belastungsinduzierten Symptomen (Dyspnoe, Angina pectoris), asymptomatischer Hypotension, höhergradigen Herzrhythmusstörungen, Überleitungsstörungen
- rasche Progression (Zunahme von V_{\max} von 0,3 m/s und Zunahme von ΔP_{mean} von 7 mmHg pro Jahr, Abnahme der AÖF um mehr als 0,12 cm² pro Jahr)
- hochgradige AS (AÖF < 0,6 cm²), $V_{\max} > 5$ m/s, $P_{\text{mean}} > 60$ mmHg), wenn errechnetes OP-Risiko < 1 %
- progressive Verschlechterung der LV-Funktion (EF < 50 %)
- bei bestehender OP-Indikation wegen KHK, Aortenerkrankungen oder anderer Klappenvitien

Bonow RO et al. ACC/AHA 2006 Guidelines for the management of patients with valvular heart disease. *Circulation* 2006; 114: 84-231

Beachte

- Beurteilung der Klappenmorphologie, LV-Hypertrophie, LV-Funktion
- Anlotung aus verschiedenen Ebenen notwendig zur Bestimmung von ΔP_{max} , ΔP_{mean} und der AÖF mit dem Doppler (bes. bei mäßig erhöhtem Druckgradienten)
- Unterschätzung der Druckgradienten bei eingeschränkter LV-Funktion, Berechnung der AÖF zuverlässiger
- Überschätzung der V_{\max} bei gleichzeitig bestehender signifikanter AI, Bestimmung des ΔP_{mean} zuverlässiger
- Differenzierung zwischen echodichter bikuspider und verkalkter trikuspider AoK schwierig; bikuspid bedingte AS im jüngeren Alter, trikuspide und verkalkte AoK bei älteren Patienten
- Differenzierung MI und AS im Doppler in einigen Fällen schwierig
- Variabler Druckgradient bei VHF, daher mindestens 5 Messungen mitteln
- bei Patienten unter 60 Jahren Ross-OP in Erwägung ziehen (Ersatz der AoK durch native PK und Einsatz einer PK-Bioprothese)

10

Besondere Formen der AS

- subvalvuläre AoK-Stenose (muskuläre Form, s. Abb. 10.5)
- supralvalvuläre AoK-Stenose (membranöse Form, s. Abb. 10.6)

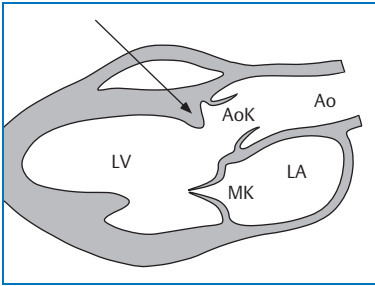


Abb. 10.5 Muskuläre subvalvuläre AS.

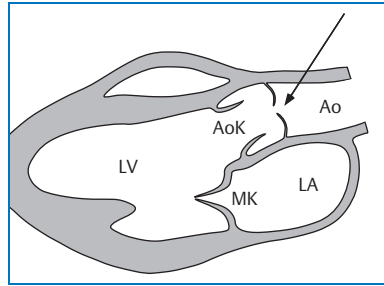


Abb. 10.6 Membranöse supra-aortic AS.

10.2 Aortenklappeninsuffizienz

Definition:	Schlussunfähigkeit und Undichtigkeit der AoK mit Rückfluss während der Diastole in den LV, rheumatisch, entzündlich, degenerativ, kalzifiziert bedingt, angeboren z.B. bei Marfan-Syndrom, bikuspider Klappe oder bei AoK-Prolaps; nach Trauma, akut im Rahmen einer Aortendissektion oder -dilatation, Aortenektasie
Symptome:	bei geringer bis mäßiger AI keine, bei schwererer Form: Angina pectoris, Zeichen der Linksherzinsuffizienz, große Blutdruckamplitude
Auskultation:	hochfrequentes Diastolikum, unmittelbar an den 2. HT anschließend, holodiastolisch decrescendoförmig im 3. und 4. ICR links parasternal bei primärer Klappeninsuffizienz, rechts parasternal bei Aortendissektion oder -dilatation, Austin-Flint-Geräusch bei schwerer Insuffizienz trotz normaler MK
EKG:	Zeichen der Volumenbelastung, evtl. Linkshypertrophie, unspezifische Repolarisationsstörungen, evtl. LSB

2-D-Echo

- evtl. Ao-Wurzel dilatiert (anuloaortale Ektasie)
- evtl. bikuspidale Aortenklappe (s. Abb. 10.1, S. 74)
- evtl. Prolaps eines oder mehrerer Klappensegel (s. Abb. 10.7)
- AoK-Segel verändert
- vorzeitiger MK-Schluss und Zurückschlagen des anterioren und/oder posterioren MK-Segels in den LA („Pseudoprolaps“)
- zunächst Hyperkontraktilität des LV, ggf. LV-Hypertrophie

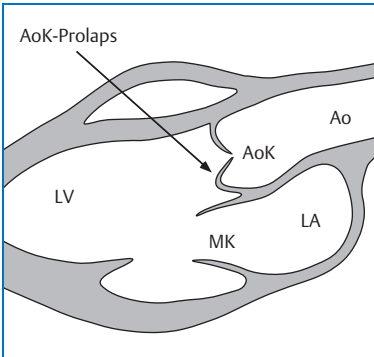


Abb. 10.7 Prolaps eines AoK-Segels.

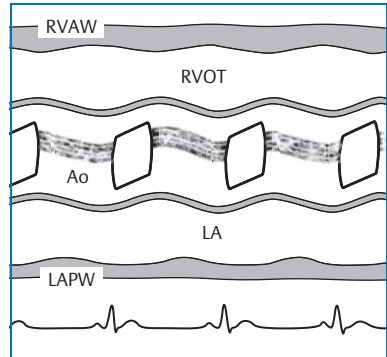


Abb. 10.8 Diastolische Separation der AoK-Segel bei AI.

- bei schwerer Insuffizienz im Verlauf Zunahme der LV-Dilatation mit global eingeschränkter Kontraktilität

M-Mode

- evtl. Ao-Wurzel dilatiert
- häufig diastolische Separation der AoK-Segel, exzentrisches diastolisches Mittelecho (s. Abb. 10.8)
- evtl. diastolische Flutterbewegungen des anterioren MK-Segels (s. Abb. 10.9), gelegentlich auch des posterioren MK-Segels und auch der LVASW
- Zeichen der Volumenbelastung mit LV-Dilatation und -Hyperkontraktilität (FS erhöht) (s. Abb. 10.10), evtl. LV-Hypertrophie

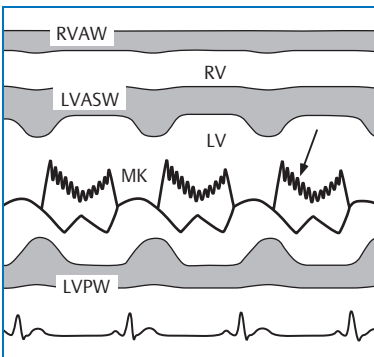


Abb. 10.9 Diastolische Flutterbewegung des anterioren MK-Segels bei AI.

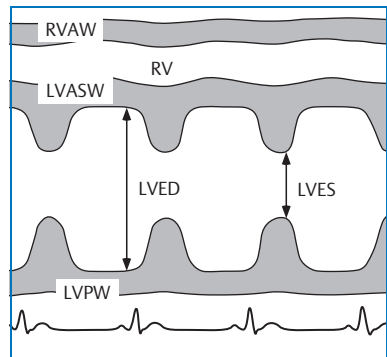


Abb. 10.10 LV-Dilatation und -Hyperkontraktilität bei AI.

- im Verlauf Zunahme der LV-Dilatation mit Abnahme der Kontraktilität antero-septal und posterior (FS erniedrigt, MSS-Abstand vergrößert)

Doppler

- Darstellung des Insuffizienzjets und Schweregradbestimmung mittels Farb-, CW- (und PW-) Doppler in mindestens 2 verschiedenen Ebenen
- Farb-Doppler:
 - zunächst Orientierung über Flussverhältnisse
 - Messung der Vena contracta im apikalen 5-Kammerblick und apikaler langer Achse: engster Punkt des Regurgitationsjets auf Klappenebene (s. Abb. 10.11)
 - Semiquantifizierung der AI mittels Farb-Doppler nach verschiedenen Methoden möglich: Jetbreite, -höhe, -länge und -fläche
 - gute Ergebnisse für Vena contracta und basale Jetbreite im Verhältnis zur Breite des LVOT (s. Abb. 10.11, Abb. 10.12 und Tab. 10.3)
 - Quantifizierung auch analog zur MI nach PISA möglich (s. Abb. 10.27, S. 94 und Tab. 10.11, S. 95)

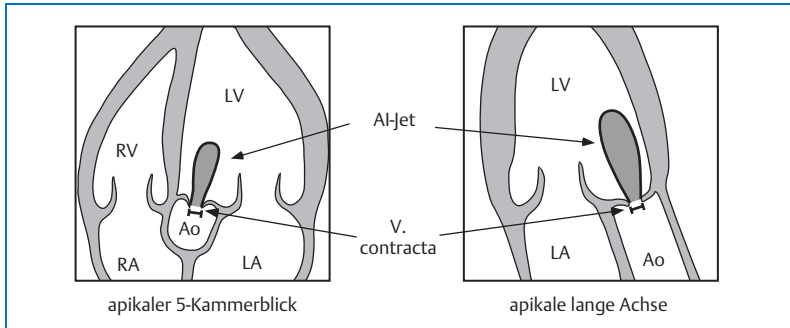


Abb. 10.11 Vena contracta im apikalen 5-Kammer-Blick und in der apikalen langen Achse im Farb-Doppler.

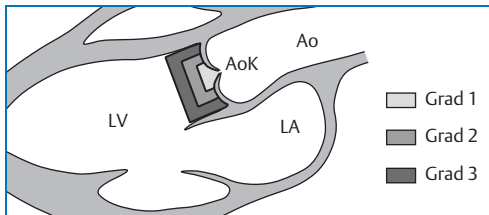


Abb. 10.12 Semiquantifizierung der AI: Verhältnis der basalen Jetbreite zur Breite des LVOT im Farb-Doppler.

- PW-Doppler:
 - bei Nachweis eines AI-Flussprofil in der descAo hämodynamische Bedeutung
 - Bestimmung des Regurgitationsvolumens mit dem PW-Doppler durch Flussmessung in der ascAo (Verhältnis des maximalen systolischen Vorwärtsflusses zu diastolischem retrograden Fluss), bzw. Berechnung der Regurgitationsfraktion ([aortales – mitrales Schlagvolumen]: aortales Schlagvolumen; s. Abb. 20.2, S. 224 und Tab. 25.12, S. 269).
- CW-Doppler:
 - Semiquantifizierung der AI mittels CW-Doppler nach verschiedenen Methoden möglich: Flussprofil in der descAo (s. Abb. 10.13), Signal-Gefälle/-PHT (s. Abb. 10.14 und Tab. 10.3), Signalintensität (Vergleich Insuffizienzsignal zu Vorwärtsfluss) (s. Abb. 10.15), Signal-Gefälle und PHT sind ähnlich
 - bei schwierigen Ableitungsbedingungen oder atypischem Jetverlauf Anwendung der Pencil-Sonde

Tab. 10.3 Semiquantifizierung der Aortenklappeninsuffizienz im Doppler.

Parameter	Semiquantifizierung der Aortenklappeninsuffizienz		
	gering	mäßig	schwer
Farb-Doppler			
Verhältnis der basalen Jetbreite zum LVOT-Durchmesser (%)	< 25	25–65	> 65
Durchmesser der Vena contracta (cm)	< 0,3	0,3–0,6	> 0,6
CW-Doppler			
Signalgefälle (Slope) (m/s)	< 2,5	2,5–4,0	> 4,0
PHT (ms)	> 500	500–200	< 200
PW-Doppler			
Regurgitationsvolumen (ml)	< 30	30–60	> 60
Regurgitationsfraktion (%)	< 30	30–50	> 50

Modifiziert nach: Zoghbi W et al. Recommendations for evaluation of the severity of native valvular regurgitation with two-dimensional and Doppler-echocardiography. *J Am Soc Echo* 2003; 16: 777-802
 Wilkenshoff U, Kruck I, Gast D. Validity of continuous wave Doppler und colour Doppler in the assessment of aortic regurgitation. *Eur Heart J* 1994; 15: 1227

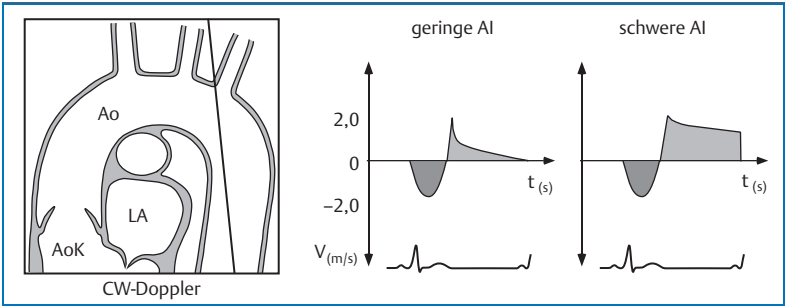


Abb. 10.13 Semiquantifizierung der AI: diastolisches Signal in der Aorta descendens bei geringer und schwerer AI im CW-Doppler.

10

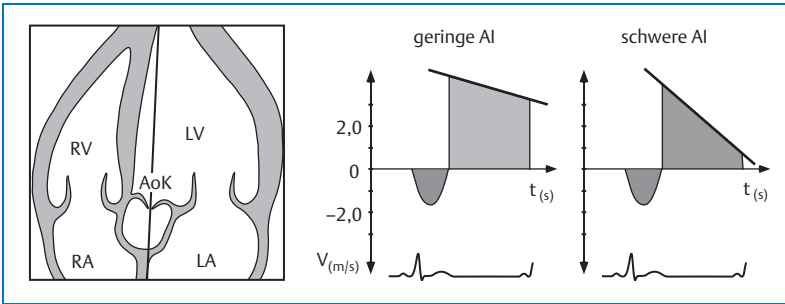


Abb. 10.14 Semiquantifizierung der AI: Signalgefälle/PHT bei geringer und schwerer AI im CW-Doppler

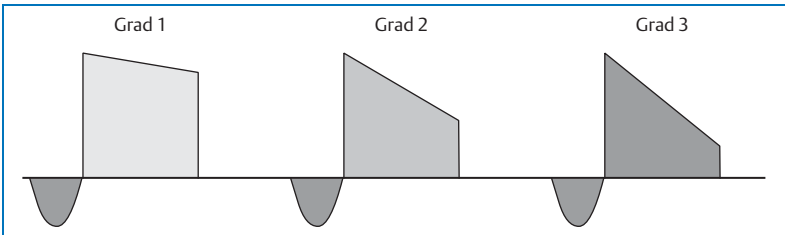


Abb. 10.15 Semiquantifizierung der AI: Signalintensität im CW-Doppler.