

Journal für Kardiologie

Austrian Journal of Cardiology

Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislauferkrankungen

Echo-Standards:

Aortenklappenstenose // Echo

Standards: Aortic valve stenosis

Zechner P, Weihs W, Geiger H

Journal für Kardiologie - Austrian

Journal of Cardiology 2024; 31

(5-6), 114-119

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,-

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.

Echo-Standards: Aortenklappenstenose

P. Zechner¹, W. Weihs¹, H. Geiger²

Kurzfassung: Die Echokardiographie gilt heutzutage als Goldstandard in der Evaluierung von Patienten mit Aortenstenose. Ziel des vorliegenden Artikels ist es, in Anlehnung an die aktuellen Leitlinien der „2021 ESC/EACTS Guidelines zum Management von Klappenerkrankungen“ und der „EACVI/ASE Clinical Recommendation on the Echocardiographic Assessment of Aortic Valve Stenosis“ aus dem Jahre 2017 eine Empfehlung für die echokardiographische

Untersuchung und Beurteilung von Aortenklappenstenosen abzugeben.

Schlüsselwörter: Echokardiographie, Aortenklappenstenose

Abstract: Echo Standards: Aortic valve stenosis.

Echocardiography is regarded as the primary imaging modality in patients with stenotic valve diseases.

The aim of this paper is to provide recommendations for the echocardiographic evaluation of aortic stenosis on the basis of the „2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease“ and the „2017 EACVI/ASE Clinical Recommendation on the Echocardiographic Assessment of Aortic Valve Stenosis“. *J Kardiol 2024; 31 (5–6): 114–119.*

Key words: echocardiography, aortic stenosis

Abkürzungen:

AI	Artificial Intelligence
AS	Aortenklappenstenose
AVA	Aortenklappenöffnungsfläche
CSA	Querschnittsfläche
CWD	Continuous Wave Doppler
D	Durchmesser
DG	Druckgradient
EACTS	European Association for Cardio-Thoracic Surgery
EACVI	European Association of Cardiovascular Imaging
EAE	European Association of Echocardiography
ESC	European Society of Cardiology
HOCM	Hypertroph-obstruktive Kardiomyopathie
LV	Linker Ventrikel
LVOT	Linksventrikulärer Ausflusstrakt
MS	Mitralstenose
MVA	Mitralklappenöffnungsfläche
SV	Schlagvolumen
TEE	Transösophageale Echokardiographie
TTE	Transthorakale Echokardiographie
T½	Druckhalbwertszeit
V	Geschwindigkeit
VTI	Geschwindigkeits-Zeitintegral

schem Befund (trotz Ultraschall-Kontrastmittel und 3D-TEE) gewinnt das CT mit Bestimmung des Kalziumscores zunehmend an Bedeutung, während Linksherzkatheteruntersuchungen kaum mehr durchgeführt werden.

Vor allem in der westlichen Welt entsteht ein Großteil der AS bei jüngeren Patienten auf dem Boden einer bikuspiden Aortenklappe. Die rheumatische AS erlebt aufgrund der Migrationsströme eine gewisse Renaissance, bleibt aber trotzdem die Ausnahme. Die degenerative Verkalkung einer trikuspiden Aortenklappe ist im höheren Alter die Hauptursache für das Entstehen einer AS.

■ Standarduntersuchung

Klappenanatomie

Die anatomisch-morphologische Beurteilung der Aortenklappe erfolgt im B-Bild am besten von prästernal sowohl in Kurzachsen- als auch in Längssachsenschnitten. 3D-Datensätze der Aortenklappe sind von apikal viel genauer als von parasternal. In den meisten Fällen liefert die transthorakale Echokardiographie (TTE) ausreichend gute Ergebnisse. Die Durchführung einer transösophagealen Echokardiographie (TEE) ermöglicht bei suboptimalen Schallfenstern eine bessere Darstellung der Klappe und eine genauere Vermessung des Durchmessers im LVOT, der für die Kontinuitätsgleichung wichtig ist. Für 3D-TEE ist der tiefe transgastrische Schnitt nötig.

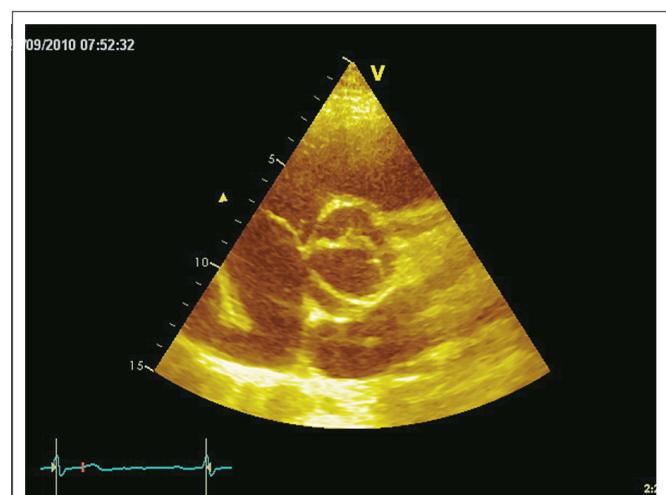


Abbildung 1: Bikuspid Aortenklappe

■ Einleitung

Heutzutage stellt die Echokardiographie den Goldstandard in der Beurteilung und Graduierung der Aortenklappenstenose (AS) dar. Bei Patienten mit inkonklusivem echokardiographi-

Eingelangt und angenommen am 08.02.2024

Aus dem ¹Department für Kardiologie und Intensivmedizin, LKH Graz West, und der ²II. Internen Abteilung Kardiologie, Ordensklinikum Linz

Korrespondenzadresse: OA Dr. Helmut Geiger, Abteilung Interne II –Kardiologie, Ordensklinikum Linz GmbH, Barmherzige Schwestern, A-4010 Linz, Seilerstraße 4; E-Mail: helmut.geiger@ordensklinikum.at

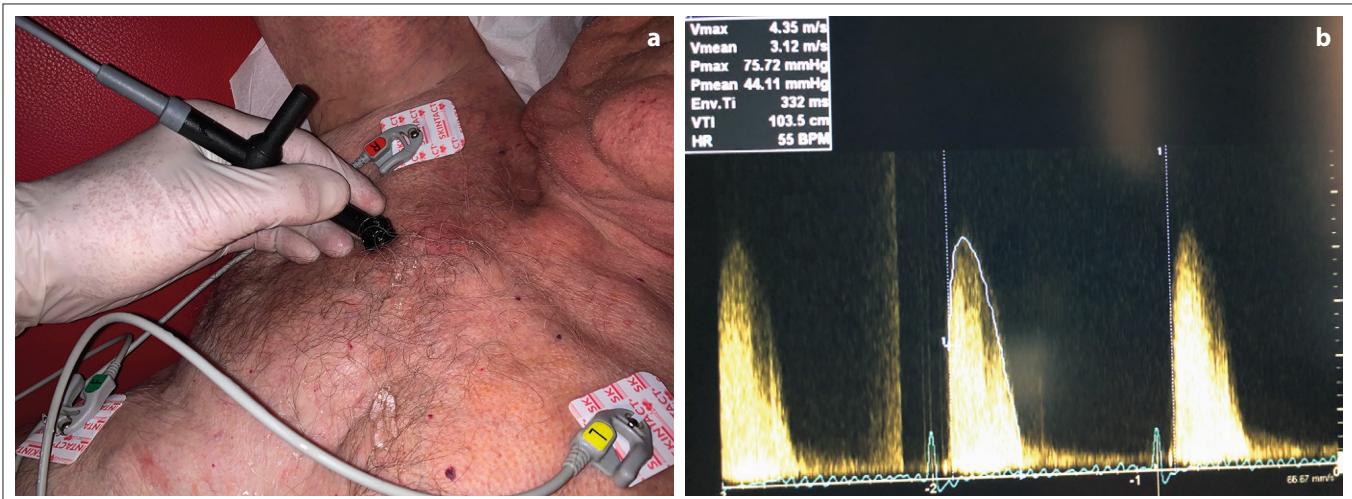


Abbildung 2: (a): Untersuchung mit der Stabsonde von rechts parasternal, Patient liegt auf der rechten Seite; (b): Aortenklappenstenose mit Stabsonde von rechts parasternal. Die VTI von apikal betrug nur 80 cm, von parasternal mit der Stabsonde 103,5 cm, was einen gravierenden Unterschied bedeutet.

Das Vorliegen einer bikuspiden Aortenklappe kann nur in der Systole identifiziert werden, da in dieser Phase die beiden Taschen mit zwei Kommissuren gut dargestellt werden können (Abb. 1). In der Diastole kann bei Vorliegen einer Raphe das Bild einer trikuspiden Aortenklappe vorgetäuscht werden. Bei fortgeschrittenener Kalzifikation der Aortenklappe kann häufig nicht mehr zwischen bi- und trikuspider Aortenklappe unterschieden werden.

Evaluierung der Aortenstenose

Sie erfolgt in erster Linie anhand der maximalen Flussgeschwindigkeit über der Aortenklappe, des mittleren transvalvulären Druckgradienten (DG) und der Klappenöffnungsfläche, welche meist von apikal über die Kontinuitätsgleichung ermittelt wird.

Maximale Flussgeschwindigkeit über der Aortenklappe

Die Messung der maximalen systolischen Flussgeschwindigkeit über der Aortenklappe erfolgt mittels Continuous-Wave-(CW-)Doppler. Der Schallkopf sollte so positioniert werden, dass das Dopplersignal und der Blutfluss möglichst parallel verlaufen. Dazu kann es mitunter sinnvoll sein, mehrere

Schallkopfpositionen (apikal, rechtsparasternal, suprasternal) zu verwenden. Oftmals kann die maximale Flussgeschwindigkeit nur mittels Stabsonde von rechts parasternal (Abb. 2a) erfasst werden. In Abb. 2b sieht man eine Dopplerkurve von rechts parasternal mit der Stabsonde mit mittleren Gradienten von 44 mmHg, während man von apikal nur 34 mmHg messen konnte und eine hochgradige Stenose übersehen hätte.

Die Geschwindigkeitsskala und Gaineinstellungen sollten so angepasst werden, dass das Dopplersignal zur Gänze abgebildet wird und eine exakte Hüllkurve abzugrenzen ist. Der Hintergrund sollte im CW-Doppler annähernd schwarz sein, um auszuschließen, dass man nicht-existente hohe Geschwindigkeiten misst („Overgain“; in Abbildung 3 mit maximalem Gain und hellem Hintergrund viel höhere Werte als bei optimalem Gain in Abb. 4). Im aufgezeichneten Dopplersignal sollte die maximale systolische Geschwindigkeit gemessen (Spitze der Kurve) und die Hüllkurve zur Ermittlung des Geschwindigkeits-Zeit-Integrals (VTI) und des mittleren DG umfahren werden (Abb. 4; dunkler Hintergrund, kein „Overgain“). Dabei sollte auch auf die Form der Hüllkurve geachtet

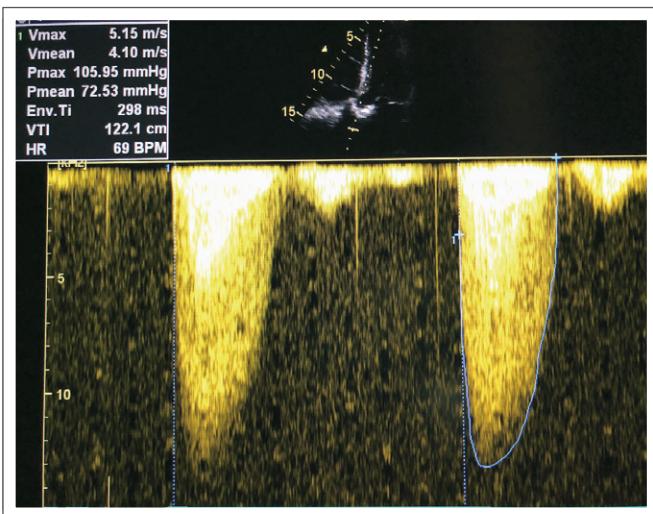


Abbildung 3: CW-Doppler: Aortenklappenstenose vor hellem Hintergrund = „Overgain“.

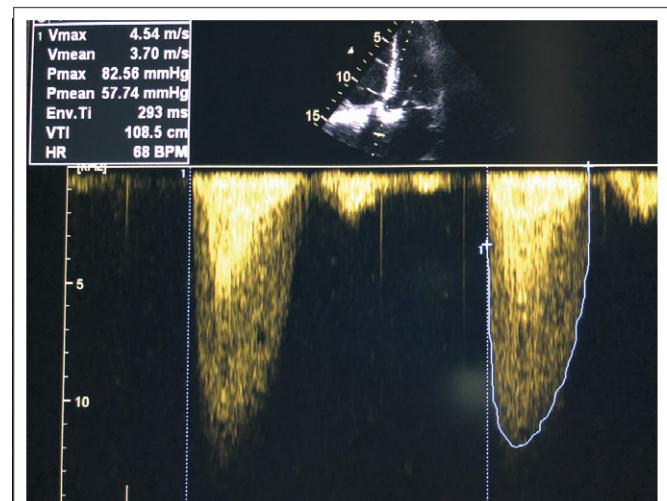


Abbildung 4: CW-Doppler: Aortenklappenstenose. Es handelt sich um den gleichen Patienten wie bei Abb. 3, aber jetzt bei dunklem Hintergrund; ohne „Overgain“ viel geringere VTI.

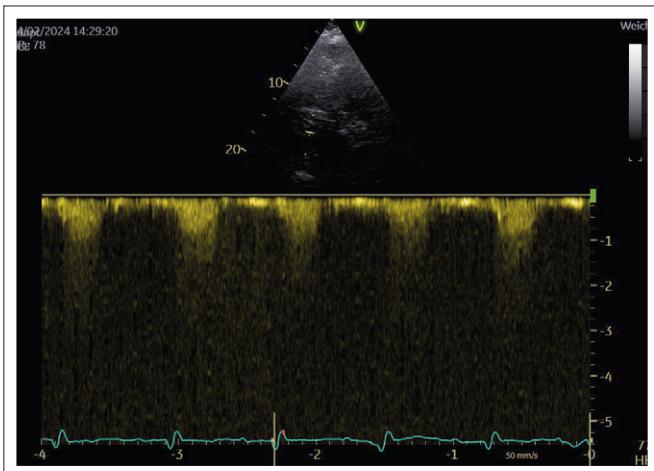


Abbildung 5: AS ohne KM: kein CW-Spektrum bei sehr schlechten Schallbedingungen.

werden, da diese bereits Aufschlüsse über den Schweregrad der Aortenstenose zulässt. Ein früher Peak spricht für eine geringgradige Stenose, während eine runde Hüllkurve mit einem mittsystolischen Peak eine höhergradige Stenose anzeigen. Bei Vorliegen einer subaortalen Obstruktion wie bei hypertrophisch-obstruktiver Kardiomyopathie findet sich der systolische Geschwindigkeitspeak typischerweise spätsystolisch, wobei die Form der Hüllkurve an die Klinge eines Dolches erinnert.

Bei Vorliegen eines Sinusrhythmus sollten die Messungen aus 3 Herzzyklen gemittelt werden, bei Vorhofflimmern sollten zu mindest 5, besser 10 Herzzyklen aufgezeichnet und gemessen werden. Hier erleichtern moderne Ultraschallgeräte mit automatisierten Messungen („künstliche Intelligenz“) das Arbeiten ungemein.

Bei schlechten Schallbedingungen sollte lungengängiges Ultraschallkontrastmittel (KM) angewandt werden. In Abbildung 5 sieht man den Versuch, die Aortenstenose zu dopplern bzw. sieht man gar nichts. Erst mit Hilfe von KM kann man eine passable Dopplerkurve gewinnen (Abb. 6).

Mittlerer transvalvulärer Druckgradient

Der transvalvuläre DG über der Aortenklappe stellt eine weitere Standardmessung in der Evaluation einer AS dar. Wahrscheinlich handelt es sich um den wichtigsten Parameter, denn der Schweregrad der AS wird durch die mittleren Gradienten festgelegt.

Die Berechnung der transaortalen DG erfolgt über die vereinfachte Bernoulli-Gleichung:

$$\Delta P = 4v^2$$

Der mittlere transvalvuläre Gradient errechnet sich als Durchschnitt der instantanen Gradienten.

Bei den meisten modernen Echokardiographiegeräten erfolgt die Berechnung des maximalen und mittleren transvalvulären DG durch automatische Erkennung und Umfahrung der Hüllkurven durch AI.

Die häufigste Fehlerquelle bei der Kalkulation des mittleren DG ist eine Winkelabweichung zwischen Ultraschallsignal

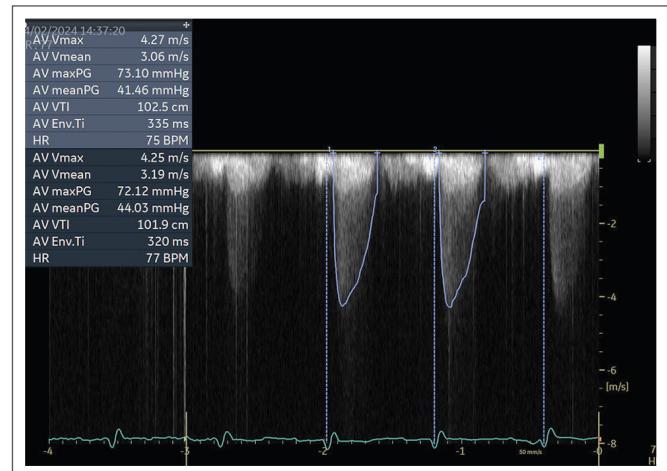


Abbildung 6: AS mit KM: gutes CW-Spektrum; gleicher Patient wie Abb. 5.

und Jetsignal und damit die Unterschätzung der maximalen Geschwindigkeiten und Gradienten. Der Einsatz der Stabsonde in unterschiedlichen Schallkopfpositionen ist hierfür ein hilfreiches Tool. Ein weiterer Pitfall ist die Verwechslung des CW-Signals einer (exzentrischen) Mitralsuffizienz mit jenem der Aortenstenose, wodurch die Geschwindigkeiten und Gradienten überschätzt werden könnten.

Das Phänomen der „Pressure Recovery“ kann bei enger Aorta ascendens ebenfalls zu einer Überschätzung der Gradienten führen. Die Erklärung liegt darin, dass normalerweise ein Teil der kinetischen Energie in Wärme umgewandelt wird, wenn nach der Stenose eine Wirbelbildung auftritt. Diese Wirbelbildung ist u. a. vermindert, wenn die Aorta ascendens eng ist (< 30 mm). Es kommt dann zu einer Überschätzung der transvalvulären Gradienten, wenn man sie aus der Geschwindigkeit berechnet. Eine invasive Messung würde niedrigere Gradienten ergeben.

An eine Druckerholung muss man vor allem bei angeborenen Aortenstenosen denken, da hier die Aorta ascendens häufig eng ist, sowie bei mechanischen Doppelflügelprothesen, wo zwischen beiden Flügeln höhere Geschwindigkeiten gemessen werden können, ohne dass es zu einem Druckabfall kommt.

Klappenöffnungsfläche

Die transvalvulären Geschwindigkeiten und Gradienten über der Aortenklappe sind vom Blutfluss abhängig. Ein verminderter Fluss führt zu niedrigen und ein verstärkter Fluss zu höheren Geschwindigkeiten und Gradienten.

Ein niedriger Flow kann entweder durch ein kleines Schlagvolumen bei kleinem (hypertrophiertem) Ventrikel hervorgerufen werden (auch wenn die Auswurffraktion [EF] normal ist) oder durch eine reduzierte EF.

Ein hoher Flow resultiert aus einer Aorteninsuffizienz oder einem systemisch gesteigerten Herz-Zeit-Volumen bei Fieber, Anämie oder AV-Fisteln. In diesen Fällen ist die Berechnung der Aortenklappenöffnungsfläche (AVA) notwendig. Sie erfolgt über die Kontinuitätsgleichung:

$$\text{AVA} = \text{CSA}(\text{LVOT}) \times \text{VTI}(\text{LVOT}) / \text{VTI}(\text{AV})$$

Zur Berechnung der Öffnungsfläche mittels Kontinuitätsgleichung werden folgende Parameter benötigt:

- die maximale transvalvuläre Flussgeschwindigkeit im CW-Doppler,
- der Durchmesser des linksventrikulären Ausflusstraktes (LVOT),
- die Flussgeschwindigkeit im linksventrikulären Ausflusstrakt im Pulsed-Wave- (PW-) Doppler.

Die Messung des Durchmessers des linksventrikulären Ausflusstraktes erfolgt in der parasternal langen Achse parallel zur Aortenklappenebene ca. 0,5–1,0 cm (wo das Sample-Volumen platziert wird) vor dem Aortenklappenostium. Dazu sollte die Aortenklappe im Zoom-Modus vergrößert werden und der Durchmesser von Innenrand des septalen Endokards zum Innenrand des vorderen Mitralsegels (bzw. des LVOT) mittsystolisch gemessen werden. Auch Ringmessungen am Klappenansatz sind valide. Bei Vorliegen eines Sinusrhythmus sollten die Werte aus 3 Messungen gemittelt werden, bei Vorhofflimmern sollte der Durchschnitt aus 5 Messungen verwendet werden. Erfahrungsgemäß sind 2 cm realistisch.

Zur Messung der Flussgeschwindigkeit im linksventrikulären Ausflusstrakt wird ein apikaler Dreikammerblick verwendet. Ein PW-Doppler-Signal wird proximal der Aortenklappe an derselben Stelle, an welcher der Durchmesser des Ausflusstraktes gemessen wurde, positioniert. An dieser Stelle sollte darauf geachtet werden, dass eine laminare Flusskurve abgebildet wird. Im nächsten Schritt erfolgt die Messung des VTI durch Umfahren der Hüllkurve.

Natürlich weist auch die Kontinuitätsgleichung Limitationen und potenzielle Fehlerquellen auf. Aufgrund der Tatsache, dass die Berechnung der Klappenöffnungsfläche anhand von 3 gemessenen Variablen erfolgt, führt jeder Messfehler in einer der 3 Variablen unweigerlich zu einem Fehler in der Kontinuitätsgleichung. Während die Messung der maximalen transvalvulären Geschwindigkeit und der Geschwindigkeit im LVOT nur eine sehr geringe Intra- und Interobservervariabilität aufweist, zeigt die Messung des LVOT-Durchmessers auch in erfahrenen Ultraschallaboren häufig nicht unerhebliche Schwankungen. Diese Fehler gehen noch dazu mit dem Quadrat in die Gleichung ein und wirken sich deshalb stark aus. Deswegen sollte bei stark eingeschränkter Bildqualität im Zweifelsfall eine TEE zur Vermessung des LVOT-Durchmessers oder – noch besser – ein 3D-TEE mit Planimetrie der LVOT-Fläche durchgeführt werden. Eine weitere Fehlerquelle in der Anwendung der Kontinuitätsgleichung ist das Vorliegen eines nicht laminaren Flusses im LVOT beispielsweise im Rahmen einer subvalvulären Aortenstenose.

■ Erweiterte Untersuchung/alternative Messungen

Planimetrie

Die Planimetrie kann zur Bestimmung der AVA herangezogen werden, wenn die Bestimmung der Flussgeschwindigkeiten mittels Doppler nicht möglich ist oder unzuverlässig erscheint. Dazu wird ein Kurzachsenschnitt auf Höhe der Herzbasis verwendet. Es muss jedoch bedacht werden, dass diese Methode bei stark verkalkten Klappen sehr fehleranfällig ist und man stets versuchen sollte, wirklich die kleinste Öffnung auf Höhe

der Taschenspitzen darzustellen. Obwohl die Praxis zeigt, dass mittels 3D-Technik im TEE bei zumindest nicht massiv verkalkten Klappen die AVA gut planimetriert werden kann, ist die Studienlage nicht ausreichend, so dass diese Methode nicht Eingang in die aktuellen ESC-Guidelines gefunden hat.

Strain

Mittels Speckle-Tracking kann man heute mit den meisten Echogeräten die longitudinale Funktion des Ventrikels als globalen longitudinalen Strain, GLS oder GLPS, bzw. als Peak-Strain messen. Der Normwert wird je nach Hersteller < -17 bis -20 % angegeben, so dass man derzeit die exakten Grenzwerte seines eigenen Gerätes kennen muss. Auf eine Vereinheitlichung der Messwerte in naher Zukunft ist zu hoffen.

Ein Abfall des Strains < 15 % hilft erstens, asymptomatische Patienten mit hochgradiger Aortenstenose und noch normaler EF zu identifizieren, die bereits ein erhöhtes Mortalitätsrisiko haben. Zweitens kann ein pathologisches Verteilungsmuster der Strainwerte („apical sparing“ oder „cherry on the top“, d. h. gute Werte nur mehr um den Apex) auf eine kardiale Amyloidose hinweisen. Diese begleitet im fortgeschrittenen Alter sehr häufig eine AS und ist mit einer sehr schlechten Prognose verbunden. Da man eine schwere Linkshypertrophie mit der AS erklären kann, wird man die zusätzliche kardiale Amyloidose ohne Speckle-Tracking praktisch immer übersehen.

■ Graduierung der Aortenklappenstenose

Entsprechend der Empfehlungen der ESC erfolgt die Graduierung der AS in 3 Schweregrade: geringgradig, mittelgradig und hochgradig. Die Bestimmung des Schweregrades erfolgt anhand der maximalen transvalvulären Geschwindigkeit, des mittleren transvalvulären DG und der Klappenöffnungsfläche. Zusätzlich sollten in den klinischen Entscheidungsprozess Parameter wie die systolische LV-Funktion oder eine coexistente Aortenklappeninsuffizienz mit einbezogen werden.

Die Cut-off-Werte zur Graduierung einer AS sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Formen der Aortenstenose

AS mit mittlerem Gradienten > 40 mmHg bei normalem Blutfluss

Diese sind meist hochgradige Aortenstenosen mit einer AVA von < 1 cm² unabhängig von der EF.

Ein hyperzirkulatorischer Zustand (Fieber, Hyperthyreose, Anämie, AV-Fisteln oder Schwangerschaft) sollte ausgeschlossen werden; er führt zu hohen Gradienten. Die AVA berechnet sich aber korrekt größer, also > 1 cm², ähnlich bei einer begleitenden Aorteninsuffizienz.

Obere Grenzwerte des normalen Blutflusses (mittels gepulstem Doppler):

Cardiac Index 4,1 l/min/m², Schlagvolumenindex SVI 54 ml/m² bei Männern, SVI 51 ml/m² bei Frauen.

Low-Flow-Low-Gradient-AS mit reduzierter EF

- AVA < 1,0 cm²

- EF < 50 %, SVI ≤ 35mL/m²
- Mittlerer transaortaler Gradient < 40 mmHg

Bei gleichzeitigem Vorliegen einer hochgradigen Aortenstenose und einer eingeschränkten systolischen Linksventrikelfunktion sind aufgrund der geringen linksventrikulären Auswurflistung trotz eingeschränkter Klappenöffnung nur niedrige Geschwindigkeiten und Gradienten zu finden.

Mittels Low-dose-Dobutamin-Stress-Echokardiographie können in solchen Fällen zusätzliche Informationen über Änderung der Flussgeschwindigkeiten, Gradienten und der Klappenöffnungsfläche unter Belastung gewonnen und Aussagen zur kontraktilen Reserve getroffen werden. Vor allem geht es darum, eine „Pseudostenose“ auszuschließen. Diese liegt dann vor, wenn sich die Klappe mit etwas mehr Druck bzw. Fluss doch noch weiter öffnen lässt.

Tabelle 1: Empfehlungen zur Graduierung der AS. Mod. nach [Baumgartner H, et al. Echocardiographic assessment of valve stenosis: EAE/ASE recommendations for clinical practice. Eur J Echocardiogr 2009; 10: 1–25] und [Vahanian A, Alfieri O, Andreotti F, et al. Guidelines on the management of valvular heart disease. Eur Heart J 2012; 33: 2451–96].

	Aortensklerose	Geringgradig	Mittelgradig	Hochgradig
V _{max} (m/s)	≤ 2,5	2,6–2,9	3,0–4,0	> 4,0
Mittelgradient (mmHg)	–	< 30	30–40	> 40
AVA (cm ²)	–	> 1,5	1,0–1,5	< 1,0
Geschwindigkeitsverhältnis	–	> 0,5	0,25–0,5	< 0,25

Dazu wird folgendes Protokoll empfohlen: Als Startdosis wird eine Infusionsrate von 2,5 oder 5 µg/kg/min gewählt, welche alle 3–5 Minuten bis zum Erreichen der Maximaldosis von 10–20 µg/kg/min verdoppelt werden sollte. Die Infusion sollte beendet werden, sobald ein positives Testergebnis erzielt wird, die Herzfrequenz um mehr als 10 % bzw. auf über 100/min ansteigt oder Komplikationen wie Blutdruckabfall, Arrhythmien oder Symptome auftreten. Wichtig ist, dass die Herzfrequenz nur gering ansteigt, damit die Diastole nicht verkürzt wird und das Schlagvolumen allein dadurch abfällt. Dopplermessungen in LVOT und über der Aortenklappe sollten in Ruhe und auf jeder Stufe des Protokolls durchgeführt und aufgezeichnet werden. Die Messung des LVOT-Durchmessers erfolgt in Ruhe, das Ergebnis wird für alle weiteren Kalkulationen herangezogen.

Von der EAE werden folgende Empfehlungen zur Interpretation der Dobutamin-Stress-Echokardiographie angegeben:

- Ein Anstieg der AVA auf > 1 cm² spricht gegen das Vorliegen einer hochgradigen Aortenstenose bzw. beweist das Vorliegen einer „Pseudostenose“.
- Eine maximale transaortale Geschwindigkeit > 4 m/s oder ein mittlerer transvalvulärer Gradient > 40 mmHg gilt als Zeichen für eine hochgradige Aortenstenose, wenn die Klappenöffnungsfläche zu keinem Zeitpunkt über 1 cm² beträgt.
- Patienten ohne kontraktile Reserve (Anstieg der EF < 20 %) weisen ein

Tabelle 2: Empfehlungen für die echokardiographische Untersuchung und Dokumentation einer AS. Nachdruck aus [Baumgartner H, et al. Echocardiographic assessment of valve stenosis: EAE/ASE recommendations for clinical practice. Eur J Echocardiogr 2009; 10: 1–25]. Nachdruck mit Genehmigung der Oxford University Press.

Daten	Aufnahme	Messung
LVOT-Durchmesser	Parasternal lange Achse Zoom-Modus Gain-Anpassung	Innenrand zu Innenrand Mittysystolisch Parallel zur Aortenklappe oder am Ort der Geschwindigkeitsmessung
LVOT-Geschwindigkeit	PW-Doppler Apikal lange Achse Sample-Volume an der ventrikulären Seite der Klappe positionieren und auf laminare Flusskurve achten Anpassung der Geschwindigkeitsskala und der Durchlaufgeschwindigkeit Filter anpassen Auf glatte, laminare Hüllkurve mit gut definiertem Peak achten	V _{max} VTI der Hüllkurve
AK-Jet	CW-Doppler Multiple Schallfenster (apikal, suprasternal, rechts parasternal mittel Stabsonde) Gain reduzieren, Wandfilter erhöhen Geschwindigkeitsskala anpassen	V _{max} an Spitze der Geschwindigkeitshüllkurve VTI der Geschwindigkeitshüllkurve (Außenrand des dichten Signals) Mittelgradient Angabe des Schallfensters, von dem die maximale Geschwindigkeit aufgezeichnet wurde
Klappenanatomie	Parasternal lange und kurze Achse Zoom-Modus	Beurteilung der Taschenanzahl bzw. Anwesenheit einer Raphe Beurteilung der Taschenbeweglichkeit und einer Kommissurenfusion Beurteilung des Verkalkungsgrades der Klappe
Strain	Apikaler 4-, 3- und 2-Kammerblick	Messung des globalen Strains, Verteilungsmuster

sehr hohes perioperatives Risiko und eine schlechte Langzeitprognose auf. Trotzdem kann ein Klappenersatz auch in dieser Subgruppe die LV-Funktion und das Outcome verbessern.

(Paradoxe) Low-Flow-Low-Gradient-AS mit normaler EF

Diese Sonderform (vgl. Abb. 5 in: [Geiger H, Zechner P. Echo-Standards Klappenstenosen. J Kardiol 2018; 25: 326]; <https://www.kup.at/pdf/14323.pdf>) ist folgendermaßen definiert:

- normale EF $\geq 50\%$, aber „paradoxes“ SVI $< 35 \text{ ml/m}^2$
- maximale transvalvuläre Flussgeschwindigkeit $< 4,0 \text{ m/s}$
- mittlerer transvalvulärer DG $< 40 \text{ mmHg}$
- AVA $< 1,0 \text{ cm}^2$

Diese Form der Aortenstenose ist schwierig zu diagnostizieren. Folgende Indizien sprechen dafür: Typische Symptome bei Pat. (meist Frauen) > 70 Jahren; deutliche linksventrikuläre Hypertrophie und reduzierte longitudinale Funktion (GLPS $< 15\%$); häufig liegt die AVA unter $0,8 \text{ cm}^2$; für die hier oft schwierige Messung des LVOT sollten alternative Methoden, z. B. Planimetrie mittels 3D-TEE oder eine CT, herangezogen werden.

Bei dieser Patientengruppe hat die CT-Untersuchung mit Bestimmung des Agatston-Scores an Bedeutung gewonnen. Bei Männern ist eine hochgradige AS bei > 3000 Einheiten sehr wahrscheinlich, bei Frauen > 1600 ; leider gibt es einen Graubereich, wo die Wahrscheinlichkeit nicht so hoch ist, erst unter 1600 bei Männern und 800 bei Frauen wird eine hochgradige AS unwahrscheinlich.

Normal-Flow-Low-Gradient-AS mit normaler EF

- SVI $> 35 \text{ ml/m}^2$
- maximale transvalvuläre Flussgeschwindigkeit $< 4,0 \text{ m/s}$
- mittlerer transvalvulärer DG $< 40 \text{ mmHg}$
- AVA $< 1,0 \text{ cm}^2$
- normale EF $\geq 50\%$

Diese Patienten haben meist keine hochgradige Stenose. Ein Messfehler ist anzunehmen.

AS und gleichzeitige Aortenklappeninsuffizienz

Ein Großteil der Patienten mit Aortenstenose weist zusätzlich eine Aorteninsuffizienz auf. Während eine gering- bis mittelgradige Aorteninsuffizienz die Messergebnisse hinsichtlich des Schweregrades der Aortenstenose kaum beeinflusst, kann das Vorliegen einer hochgradigen Aorteninsuffizienz zu ungewöhnlich hohen Spitzengeschwindigkeiten und Gradienten führen. Die errechnete Klappenöffnungsfläche wird davon jedoch nicht beeinflusst.

AS und gleichzeitige Mitralklappeninsuffizienz

Das gleichzeitige Vorliegen einer hochgradigen Mitralklappeninsuffizienz kann einen herabgesetzten transaortalen Fluss zur Folge habe. Dies führt wiederum auch bei Vorliegen einer hochgradigen Aortenstenose zur Verringerung der Spitzengeschwindigkeit und des mittleren transaortalen Gradienten. Die errechnete Klappenöffnungsfläche wird jedoch von einer koexistenten Mitralklappeninsuffizienz nicht beeinflusst (Tab. 2).

■ Interessenkonflikt

Keiner.

Literatur: beim Autor.

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](#)