

Schwere symptomatische Aortenstenose

Therapiemöglichkeiten im Zeitalter der interventionellen Klappenimplantation

Marc Buser^a, Raban Jeger^a, Christoph Kaiser^a, Peter Buser^a, Florian Rüter^b, Friedrich Eckstein^b, Oliver Reuthebuch^b

^a Klinik für Kardiologie, Universitätsspital, Basel, ^b Klinik für Herzchirurgie, Universitätsspital, Basel

Quintessenz

- Die Aortenstenose ist in den westlichen Industrienationen die häufigste primäre Klappenerkrankung.
- Die einzige Therapie mit signifikanter Verminderung der Symptome und Mortalität ist der Klappenersatz.
- Der konventionelle chirurgische Klappenersatz ist immer noch der Goldstandard. Für Patienten mit hohem Operationsrisiko ist die interventionelle Klappenimplantation eine probate Alternative mit kürzerer Rehabilitationsphase.
- Bei einer interventionellen Klappenimplantation müssen verschiedene anatomische Kriterien zur Indikationsstellung, Auswahl des Klappentyps und des Implantationsweges berücksichtigt werden.
- Durch Weiterentwicklung existierender Klappensysteme, Einführung neuer Klappen und wissenschaftliche Evidenz eines günstigen Langzeit-Outcomes können interventionelle Klappenimplantationen für weitere Patientengruppen realistisch werden.

Epidemiologie und Ätiologie

Die Aortenstenose ist aufgrund der Bevölkerungsalterung die häufigste primäre Valvulopathie in den westlichen Industrienationen [1]. Sie tritt bei 2–7% der über 65-Jährigen auf und entsteht am häufigsten durch eine degenerative Kalzifizierung der Klappe. Schwere Aortenstenosen bei jüngeren Patienten <60 Jahren sind in bis zu 65% der Fälle durch eine vorzeitige Degeneration einer bikuspiden Klappe bedingt [2]. Seltener wird bei uns eine rheumatische Aortenstenose gesehen.



Marc Buser

Verlauf und Prognose

Die degenerativ kalzifizierende Aortenstenose entwickelt sich auf dem Boden einer Aortenklappensklerose. Bei zunehmender Kalzifizierung kommt es zu einer Einschränkung der Klappenöffnungsfläche und einer konsekutiven Zunahme des transvalvulären Druckgradienten. Die Progressionsgeschwindigkeit ist sehr unterschiedlich. Durchschnittlich nimmt die Klappenöffnungsfläche um 0,1 cm² pro Jahr ab, was mit einem Anstieg des mittleren Druckgradienten von 7 mm Hg/Jahr einhergeht [3].

Die Aortenstenose bleibt klinisch lange, meist bis zum Erreichen einer Klappenöffnungsfläche von <0,6 cm²/m², stumm. Nach Auftreten von typischen Symptomen kommt es zu einer rapiden Prognose-Verschlechterung:

Das mittlere Überleben beträgt nach Auftreten von Angina pectoris fünf, nach einer Synkope drei und nach dekompensierter Linksherzinsuffizienz noch zwei Jahre [4].

Graduierung der Aortenstenose

Die am häufigsten angewandte und überall verfügbare Methode zur Quantifizierung einer Aortenstenose ist die transthorakale Echokardiographie. Nebst Informationen bezüglich Klappenmorphologie können die maximalen und mittleren transvalvulären Druckgradienten über der Klappe zuverlässig mittels CW-Doppler-Echokardiographie ermittelt und die Klappenöffnungsfläche berechnet werden. Anhand dieser Parameter ist eine Graduierung in leicht, mittelschwer und schwer möglich (Tab. 1 [↩]) [5].

Indikationen zum Klappenersatz

Primär entscheidet bei einer schweren Aortenstenose die Symptomatik über die Indikation zum Klappenersatz [6]. Des Weiteren wird ein chirurgischer Klappenersatz auch ohne Symptome bei verminderter linksventrikulärer Pumpfunktion (<50%) oder bei subjektiv (Symptome der Aortenstenose) und/oder objektiv (Blutdruckabfall) pathologischem Belastungstest empfohlen. Ebenfalls indiziert ist der Klappenersatz bei rascher Progredienz der Stenose (Zunahme der max. Flussschwindigkeit über der Klappe von >0,3 m/s/Jahr) oder bei geplantem anderem herzchirurgischem Eingriff.

Therapiemöglichkeiten

Medikamentöse Therapie

Es gibt keine medikamentöse Therapie, welche die Prognose der schweren Aortenklappenstenose günstig zu

Abkürzungen

ACC	American College of Cardiology
AHA	American Heart Association
AKE	Aortenklappenersatz
AS	Aortenstenose
AVB	Aortic Valve Bypass
KI	Kontraindikation
PARTNER-Trial	Placement of AoRTic TraNscatheterER Valve Trial
STS	Society of Thoracic Surgeons
TEE	Transösophageale Echokardiographie
TAVI	Transcatheter Aortic Valve Implantation

Die Autoren haben keine finanzielle Unterstützung und keine anderen Interessenskonflikte im Zusammenhang mit diesem Beitrag deklariert.

Tabelle 1. Schweregrade der Aortenstenose nach den amerikanischen (ACC/AHA) Guidelines.

Schweregrad	Klappenöffnungsfläche		Mittlerer Druckgradient
	Indexiert*	Nicht-indexiert	
Leicht	>0,85 cm ² /m ²	>1,5 cm ²	<20 mm Hg
Mittelschwer	0,6–0,85 cm ² /m ²	1,0–1,5 cm ²	20–40 mm Hg
Schwer	<0,6 cm ² /m ²	<1,0 cm ²	>40 mm Hg

* Indexiert auf die Körperoberfläche.

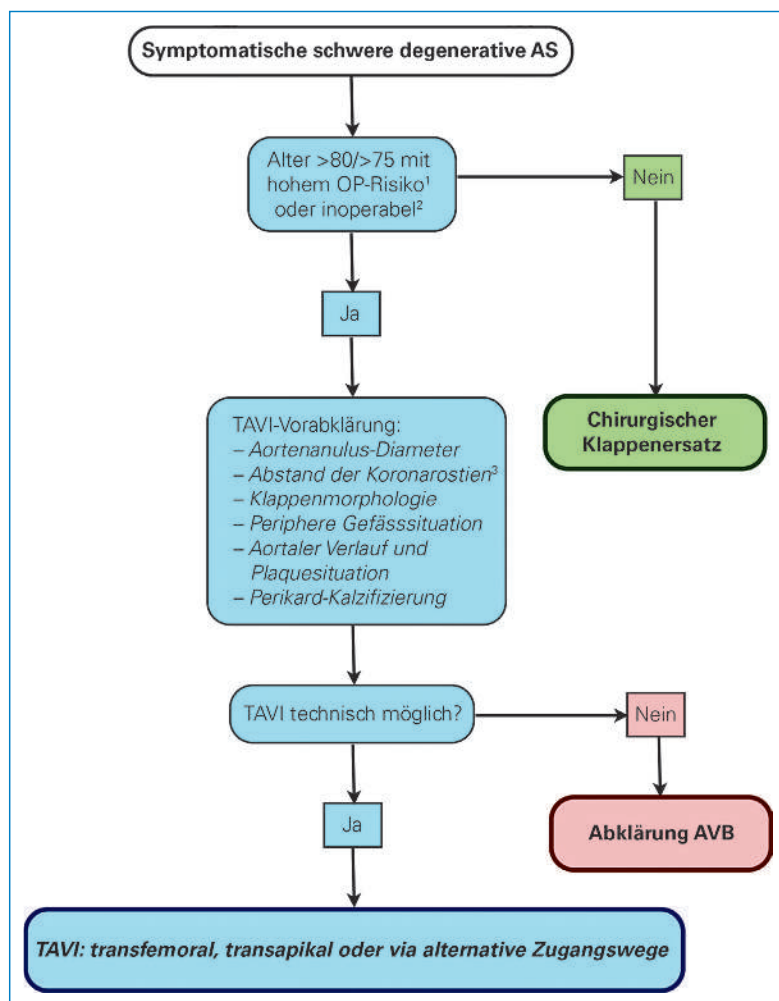


Abbildung 1

Algorithmus zur Indikationsstellung für die verschiedenen Therapieoptionen bei symptomatischer schwerer Aortenstenose.

¹ Hohes OP-Risiko entspricht einem logEuroScore >20% oder STS Score >10%.

² Chirurgischer Klappenersatz technisch nicht möglich (z.B. bei Porzellanaorta).

³ Mit den neuen JenaValve™-Klappen nicht mehr entscheidend.

beeinflussen vermag. Da postuliert wird, dass es sich bei der degenerativ kalzifizierenden Aortenstenose um einen der Atherosklerose ähnlichen Prozess handelt, wurde diskutiert, ob eine präventive Therapie mit Statinen die Progression verlangsamen kann. Die Resultate der bisherigen Studien sind aber sehr kontrovers, und die zwei einzigen randomisierten Studien konnten keinen Vorteil zeigen [7, 8].

Bei inoperablen Patienten kann eine vorsichtige Herzinsuffizienztherapie mit Diuretika, Digitalis und Beta-blockern begonnen werden, wobei der Einsatz von

ACE-Hemmern grundsätzlich kontraindiziert ist, in niedriger Dosierung aber versucht werden kann. Bei akutem Lungenödem ist eine vorsichtige Therapie mit Nitraten unter entsprechendem Monitoring häufig hilfreich.


Ballonvalvuloplastie

Die Valvuloplastie hat das Ziel, die Klappenöffnungsfläche mittels Ballondilatation zu vergrössern, und wurde 1985 an der Aortenklappe zum ersten Mal durchgeführt. Verschiedene Studien konnten aufzeigen, dass die Klappenöffnungsfläche damit signifikant vergrössert werden kann, meist jedoch eine residuelle schwere Aortenstenose mit einer Klappenöffnungsfläche von <1 cm² bestehen bleibt [9]. Durch die Intervention wird die Nachlast sofort gesenkt und dadurch die Hämodynamik und Symptomatik verbessert. Allerdings besteht eine hohe Komplikationsrate (zerebrovaskulärer Insult, Aorteninsuffizienz, Myokardinfarkt, vaskuläre Komplikationen) und im Verlauf eine rasche und hohe Restenosierungsrate. Auch das Überleben nach Valvuloplastie ist mit 55% nach einem Jahr und 23% nach drei Jahren schlecht [10]. Trotz verbesserter Technik (genauere Platzierung des Ballons unter schnellem ventrikulärem Pacing) und damit besseren prozeduralen Ergebnissen bleibt die alleinige Valvuloplastie dem Aortenklappenersatz deutlich unterlegen. Sie kann jedoch als mögliche Überbrückung bis zum definitiven Klappenersatz bei hämodynamisch instabilen Patienten, als mögliche palliative Therapie bei ansonsten schwer komorbiden Patienten oder als «Notfallmassnahme» vor dringenden nicht-kardialen Operationen in Betracht gezogen werden.


Chirurgischer Klappenersatz

Der chirurgische Klappenersatz ist heute die Goldstandard-Therapie der schweren Aortenstenose. Er führt zu einer signifikanten Reduktion der Symptome sowie einer signifikanten Prognoseverbesserung mit Überlebensraten von 83% nach 5, 63% nach 10 und 46% nach 15 Jahren [11]. Die perioperative 30-Tages-Mortalität bei isoliertem Aortenklappenersatz liegt bei 3,2% [12]. Diese steigt allerdings bei höherem Alter, tieferer linksventrikulärer systolischer Funktion sowie bei Komorbiditäten wie Diabetes mellitus, Niereninsuffizienz und pulmonaler Hypertonie deutlich an. Vergleicht man Patienten <50 Jahren mit denjenigen >80 Jahre, zeigt sich bei Letzteren eine über dreifach höhere Mortalität. Komplikationen wie perioperative Schlaganfälle (1,4%), Nierenversagen (4,1%) und verlängerte Beatmungspflichtigkeit (10,9%) sind ebenfalls stark von Alter und Komorbiditäten abhängig.

Das perioperative Risiko spielt beim Therapieentscheid eine wichtige Rolle. Im Euro Heart Survey konnte gezeigt werden, dass 33% der Patienten, welche gemäss geltenden Guidelines eine Operationsindikation aufwiesen, aufgrund ihres Alters bzw. eines erhöhten Operationsrisikos keine entsprechende Behandlung erhielten [13]. Insbesondere für diese Patienten stellen die interventionelle Aortenklappenimplantation (transcatheter aortic valve implantation [TAVI]) und der Aortic Valve Bypass (AVB) interessante neue Therapieoptionen dar,

mit denen eine konventionelle Sternotomie und ein extrakorporeller Kreislauf vermieden werden können. Abbildung 1  zeigt einen Algorithmus zur Indikationsstellung für die einzelnen Therapieoptionen bei symptomatischer schwerer degenerativer Aortenstenose, wie er am Universitätsspital Basel angewendet wird.



Interventionelle Aortenklappenimplantation (TAVI)

Seit der ersten klinischen TAVI 2002 [14] wurden mittlerweile weltweit über 40 000 Klappen interventionell implantiert. Heute sind bereits vier verschiedene Aortenklappentypen kommerziell erhältlich: CoreValve® (Medtronic CV Luxembourg S.à.r.l.), Sapien XT™ (Edwards Lifesciences Inc., CA, USA), JenaValve™ (JenaValve Technology GmbH, München, Deutschland) und Symetis Acurate™ (Symetis SA, Ecublens, Schweiz) (Abb. 2 ). Bei allen Typen handelt es sich um trikuspidale Bioklappen. Während die Sapien XT™ aus bovinem Perikard hergestellt wird, sind die anderen Klappen aus Schweineperikard gefertigt (CoreValve® Perikard, JenaValve™ und Symetis Acurate™ native Klappe). Bei allen Klappen sind die biologischen Elemente an einem Metallgerüst aufgebracht, welches bei der Sapien XT™ aus Kobalt und Chrom, bei den anderen Klappen aus selbstexpandierendem Nitinol hergestellt ist.

Implantationswege

Die interventionellen Klappen werden heute meist retrograd via transfemorale bzw. transsubklavikuläre Zugang oder antegrad via transapikalen Zugang implantiert. Ein direkter transaortaler Zugang ist beschrieben, aber in den meisten Fällen nicht notwendig. Die Eingriffe werden entweder in Analgosedation oder Allgemeinnarkose durchgeführt.

Für eine transfemorale TAVI sind die Sapien XT™ und die CoreValve® zugelassen. Dazu muss je nach Typ und Grösse zunächst eine 18- bis 24-French-Schleuse (6–8 mm) im Bereich der Arteria femoralis eingelegt werden. Nach Passage der verengten Klappe mit einem Führungsdraht wird als nächster Schritt eine Ballonval-

vuloplastie der Aortenklappe unter schneller Kammerstimulation durch einen passageren Schrittmacher (160–220 Schläge/min) durchgeführt. Dieses sogenannte Rapid-pacing führt zum kurzzeitigen Erliegen des linksventrikulären Auswurfes, was eine exakte Platzierung und Expansion des Valvuloplastieballons ermöglicht. Danach wird die an der Spitze eines Einführsystems angebrachte, zusammengefaltete Klappe durch die Schleuse vorgeschoben und auf Höhe der nativen Klappe positioniert. Nach Lagekontrolle unter Durchleuchtung (und TEE) wird die Klappe expandiert (Abb. 3 ). Bei den Sapien™-Klappen erfolgt dies während einer erneuten Rapid-pacing-Phase mittels Inflation eines Dilatationsballons, auf dem die Klappenprothese zusammengefaltet aufgeklemt ist. Die anderen Klappen werden aus dem Einführsystem freigesetzt und expandieren aufgrund der physikalischen Eigenschaften der Metalllegierung des Stent-Gerüsts selbst. Dies macht eine erneute Rapid-pacing-Phase unnötig. Bei prohibitiver Stenosierung der Beckenachse stellt der transapikale oder transsubklavikuläre Zugangsweg eine gute Option dar. Beim Zugang über die linke oder rechte A. subclavia ist ein chirurgischer Zugang mit Anschluss einer 8-mm-Rohrprothese an das Zielgefäss notwendig. Der transapikale Zugang (Abb. 4 ) erfordert eine linksseitige anterolaterale Minithorakotomie, Freilegung des linksventrikulären Apex nach Perikardiotomie und das Vorlegen von zwei teflonfilzgestützten Tabaksbeutelnähten. Die folgenden Implantationsschritte entsprechen im Wesentlichen denen des beschriebenen transfemorale Zugangs.

Indikationen und Voraussetzungen für eine TAVI

Die Indikationsstellung zur TAVI sollte immer interdisziplinär zwischen Kardiologen und Herzchirurgen erfolgen. Gemäss den europäischen Empfehlungen von 2008 muss eine schwere, symptomatische degenerativ kalzifizierende Aortenstenose bei höherem Alter und hohem Operationsrisiko bestehen, damit eine TAVI indiziert ist [15]. Zur Bestimmung des operativen Risikos

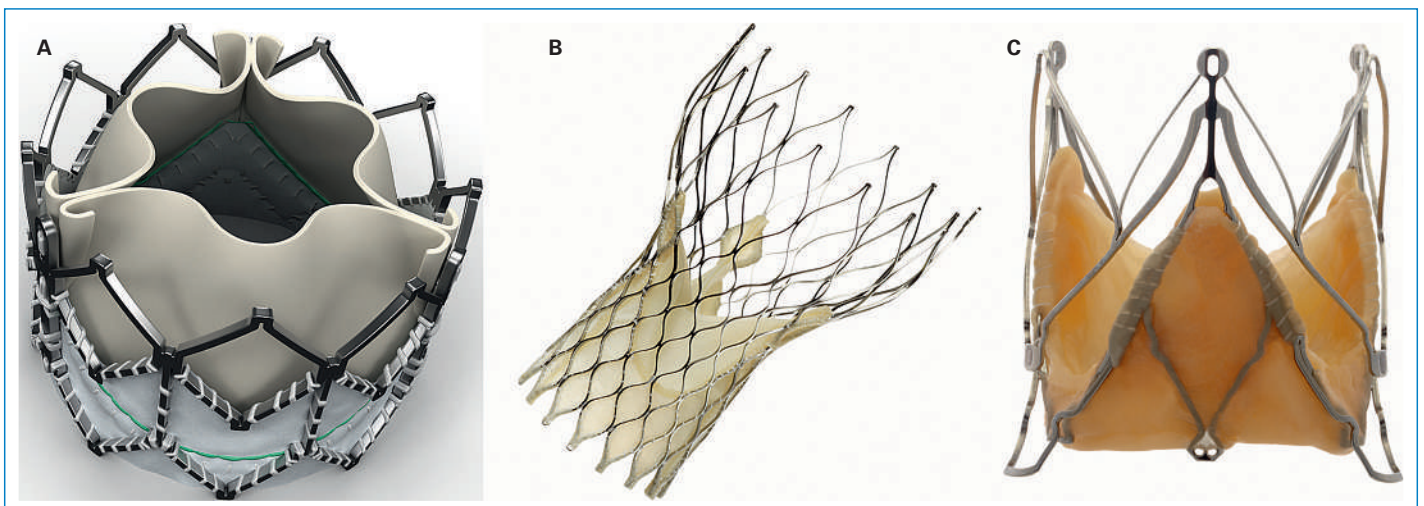


Abbildung 2

A Abbildung einer Sapien XT™-Klappe (Rinderperikard auf Stent-Gerüst). (Mit freundlicher Genehmigung von Edwards Lifesciences AG, Switzerland.)

B Abbildung einer Medtronic CoreValve®-Klappe (Schweineperikard auf Stent-Gerüst). (Mit freundlicher Genehmigung von Medtronic, Schweiz.)

C Abbildung einer JenaValve™ (native Schweineklappe auf Stent-Gerüst). (Mit freundlicher Genehmigung von JenaValve Technologies GmbH, Deutschland.)

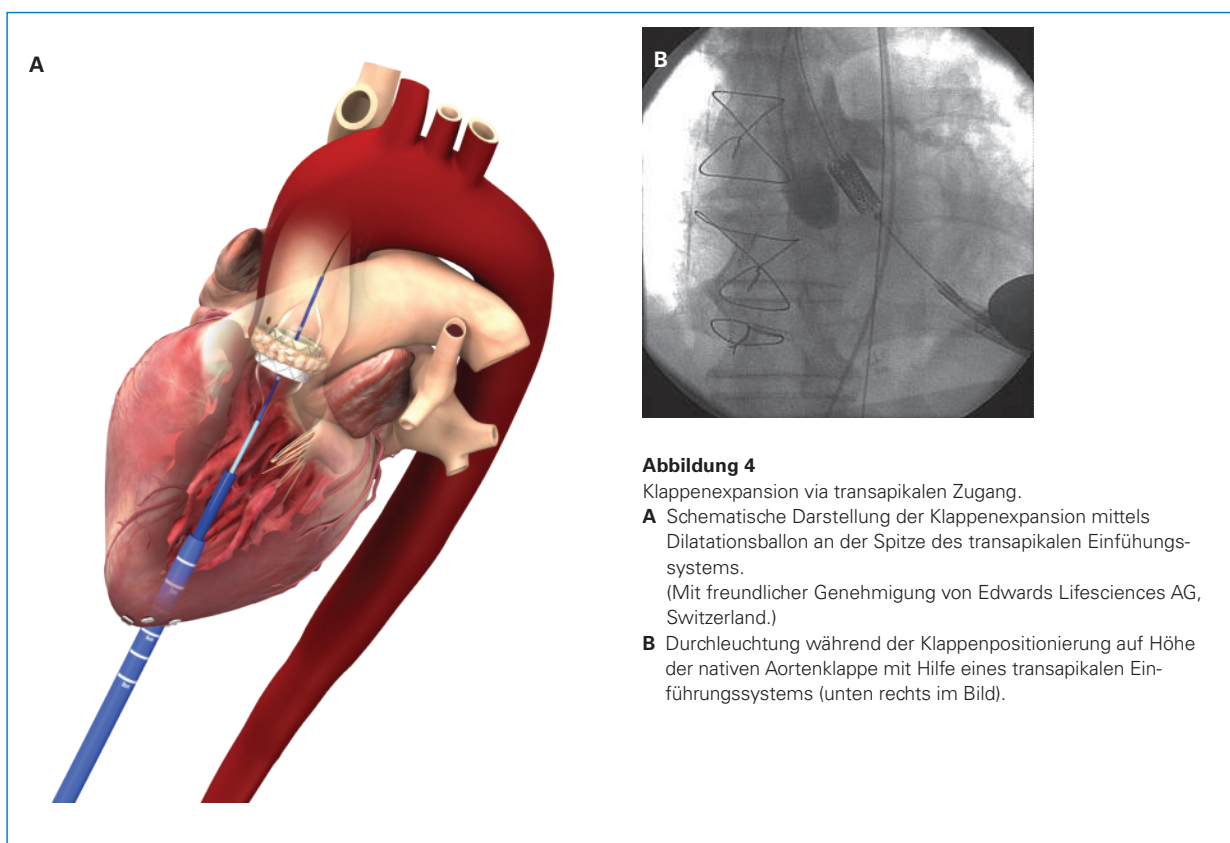
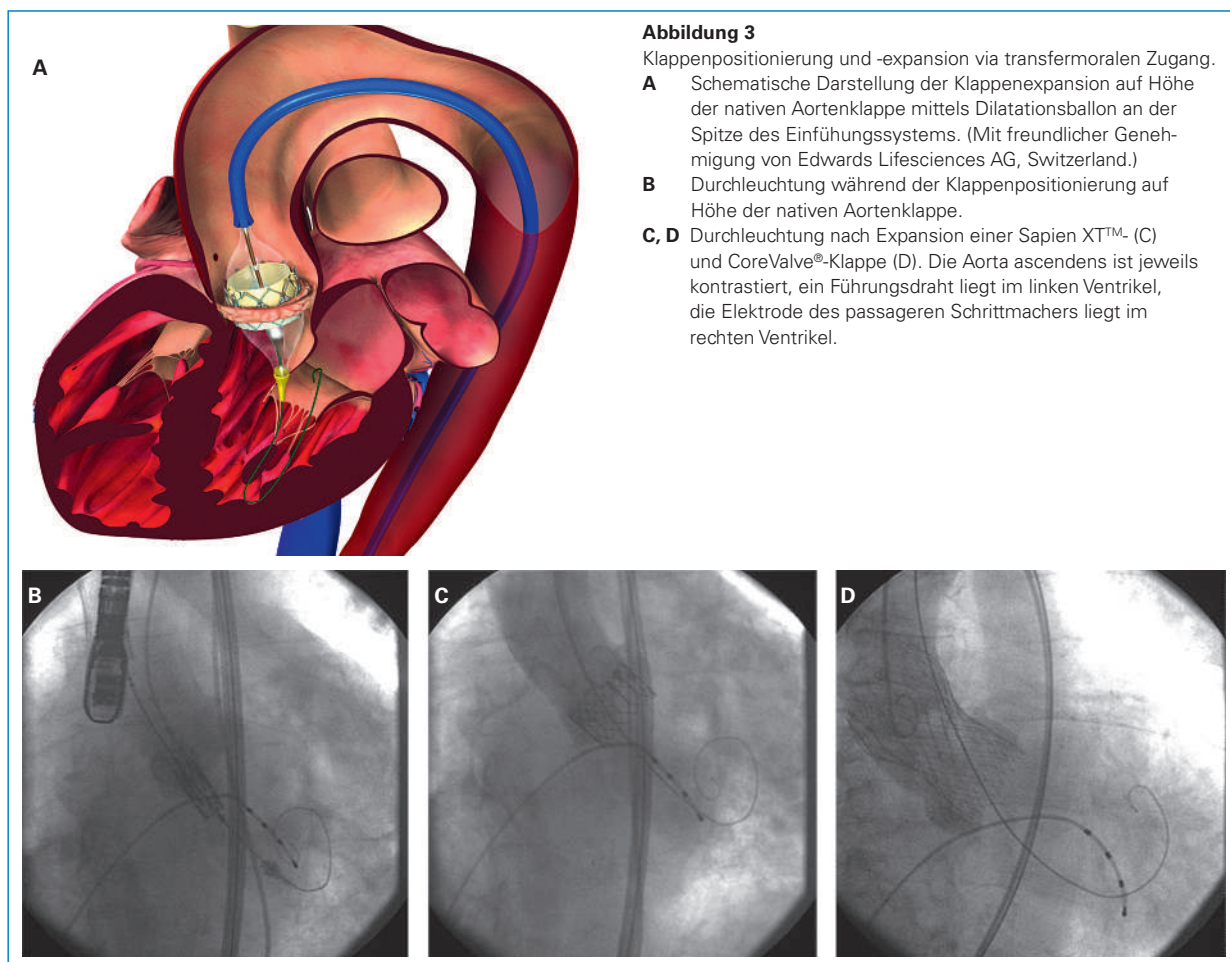


Tabelle 2. Kontraindikationen (KI) für eine TAVI.

Allgemeine KI für die TAVI	KI transfemorale TAVI	KI transapikale TAVI
Aortenannulus <18 und >29 mm	Iliakale Gefässe: – Durchmesser <6 mm	St. n. chirurgischem Eingriff am linken Ventrikel mit Patch-Plastik
Bikuspide Aortenklappe	– Schwere Verkalkungen	Kalzifiziertes Perikard
Asymmetrische schwere Verkalkung der nativen Klappe	– Starke Angulationen – St. n. aorto-femoralem Bypass	Anatomisch nicht erreichbarer Apex
Linksventrikulärer Thrombus	Aorta: – Grosse Plaques – Starke Angulation (Kinking) – Coarctatio aortae	

Tabelle 3. Resultate der PARTNER-Studie (Vergleich TAVI versus chirurgischen Aortenklappenersatz bei hohem Operationsrisiko) [15].

	TAVI n = 348	Chir. AKE n = 351
30-Tages-Mortalität	3,4%	6,5%
1-Jahres-Mortalität	24,2%	26,8%
Gefässkomplikationen*	11,0%	3,2%
Stroke/TIA*	5,5%	2,4%
Blutungen*	9,3%	19,5%
Neues Vorhofflimmern*	8,6%	16,0%
PM-Implantation	3,8%	3,6%

* Statistisch signifikanter Unterschied.



Abbildung 5
Postoperatives CT eines Patienten mit Aortic Valve Bypass. Deutlich sichtbar ist der klappentragende Konduit zwischen Herzspitze und Aorta descendens (Pfeil). (Mit bestem Dank an die Radiologie des Universitätsspitals Basel.)


dienen neben der klinischen Einschätzung verschiedene Scores, welche die perioperative Mortalität des offenen chirurgischen Klappenersatzes abschätzen. Am häufigsten werden hierfür der EuroScore und der Society of Thoracic Surgeons' (STS) Score verwendet, welche unter anderem das Alter des Patienten, Komorbiditäten, Symptome, das Vorhandensein und den Schweregrad einer pulmonalen Hypertonie sowie die linksventrikuläre Funktion als Risikoparameter beinhalten. Generell gilt das Risiko bei einem logistischen EuroScore von >20% oder einem STS Score >10% als prohibitiv für eine konventionelle Operation. Zusätzliche für einen herzchirurgischen Eingriff wichtige Risikofaktoren wie eine vorausgegangene Herzoperation, eine Porzellanaorta, eine vorausgegangene Radiotherapie des Thorax oder schwere extrakardiale Erkrankungen werden in den Scores nicht berücksichtigt und müssen bei der Indikationsstellung individuell diskutiert werden.

Aus technischer Sicht gibt es einige Kontraindikationen für eine TAVI, die vom jeweiligen Zugangsweg abhängen (Tab. 2). Der Ausschluss dieser Kontraindikationen ist das Ziel der erweiterten präinterventionellen Abklärungen. Dazu gehört eine TEE zur genaueren morphologischen Beurteilung der Klappe sowie zur Bestimmung des Aorten-Anulusdiameters, womit schliesslich die Klappengrösse abgeschätzt werden kann. Eine TAVI ist aufgrund der verfügbaren Klappen nur bei einer Anulusgrösse zwischen 18 und 29 mm möglich. Eine Computertomographie oder eine Angiographie der gesamten Aorta und der Beckenstrombahn soll Auskunft über den Gefässverlauf (Ausschluss von grösseren Angulationen), die peripheren Gefässdiameter (Minstdurchmesser für transfemorale TAVI = 6 mm) und die Plaque-Situation der Aorta geben. Zudem muss der Abstand der Koronarostien zur Klappenebene bestimmt werden, da bei kleinen Abständen die Gefahr besteht, die Ostien durch den zur Seite gedrängten Kalk der nativen Klappe zu obstruieren (ostial encroachment). Schliesslich ist eine Koronarangiographie nötig, um die koronare Situation zu kennen und zu wissen, ob eine diesbezügliche Intervention geplant werden muss.

Klinische Ergebnisse der TAVI

Die meisten der heute verfügbaren klinischen Daten stammen aus nationalen oder internationalen Registerstudien. Die PARTNER-Studie ist die bisher einzige randomisierte prospektive Studie, welche eine TAVI bei Patienten mit hohem Operationsrisiko mit dem chirurgischen Klappenersatz (Kohorte A) bzw. bei inopera-


blen Patienten mit einer konservativen Standardtherapie vergleicht (Kohorte B) [16, 17].

In der Kohorte A zeigte sich tendenziell eine etwas tiefere frühe Mortalität (erste 30 Tage) nach einer TAVI. Nach einem Jahr bestand jedoch kein Mortalitätsunterschied zwischen der interventionellen und der chirurgischen Gruppe mehr (Tab. 3 ). Die Symptome besserten sich in beiden Gruppen signifikant, wobei es nach einer TAVI deutlich schneller zu einer Symptomlinderung kam. Dies ist am ehesten mit der früheren Mobilisation und der kürzeren Hospitalisationsdauer bei fehlender Sternotomie zu erklären. Beide Klappenersatzverfahren wiesen insgesamt ähnlich hohe Komplikationsraten auf, wobei die Komplikationsart leicht unterschiedlich war. In der interventionellen Gruppe traten vermehrt Gefässkomplikationen sowie eine etwas höhere Stroke-Rate auf. Hingegen führte der chirurgische Klappenersatz zu vermehrten Blutungen und zu einer höheren Rate an neu aufgetretenem Vorhofflimmern. Das Risiko einer postinterventionell/postoperativ nötigen definitiven Schrittmacherimplantation war unabhängig von der Eingriffsart und lag bei dieser Studie bei tiefen 3,8% (TAVI) bzw. 3,6% (chirurgischer Klappenersatz). Aus Registerstudien weiss man allerdings, dass die Schrittmacher-Rate nach CoreValve®-Implantationen deutlich höher ist als bei der Verwendung von Sapien™-Klappen, welche in der PARTNER-Studie verwendet wurden (24,4 versus 7,4%) [18]. Dies dürfte mit dem Klappengerüst zu erklären sein, welches bei der CoreValve® bis in den subvalvulären Bereich reicht und damit häufiger das Reizleitungssystem beeinträchtigt. In der Partner-Studie, Kohorte B, zeigte sich nach einem Jahr eine absolute Mortalitätsreduktion der TAVI-Gruppe verglichen mit einer Standardtherapie-Gruppe (medikamentös und Valvuloplastie) von 20%.

Registerdaten aus verschiedenen Ländern stützen mit 30-Tages-Mortalitätsraten von 8% [19] bzw. 9,5% [20] die Daten der PARTNER-Studie. Im UK Registry liegt die Ein-Jahres-Mortalitätsrate bei 21,4% die Zwei-Jahres-Mortalitätsrate bei 26,3% [18]. In allen Registern zeigt sich eine deutliche Lernkurve mit Verbesserung der Mortalitäts- und Komplikationsraten im Verlauf.

Alternatives Verfahren zur TAVI: der Aortic Valve Bypass (AVB)

Obwohl durch die Einführung der interventionellen Aortenklappenimplantation die Therapieindikation auf immer ältere und multimorbide Patienten ausgeweitet wurde, können derzeit aus technischen Gründen nicht alle Patienten vom konventionell chirurgischen oder kathetertechnischen Vorgehen profitieren. In diesem Kontext sind besonders zwei Patientengruppen hervorzuheben: zum einen diejenigen, die eine bereits implantierte Mitralklappenprothese aufweisen, und damit eine sichere Verankerung der interventionell implantierten Klappe in Aortenposition nicht gewährleistet ist. Zum anderen diejenigen mit zu geringem Abstand der Koronarostien zum Anulus, was zum ostial encroachment führen kann [21].

Diesen Patienten kann durch die Implantation eines «Aortic Valve Bypass» (AVB) geholfen werden. Bei diesem Verfahren wird am schlagenden Herzen eine klappentragende Rohrprothese zwischen linker Herzspitze und Aorta descendens implantiert. Da der Zugang über eine linksseitige laterale Thorakotomie erfolgt, können auch Reoperationen mit geringerem Risiko durchgeführt und die Komplikationen einer Sternotomie vermieden werden (Abb. 5 ).

Diese Technik, seit den 1970er Jahren bekannt, erlebt derzeit eine Renaissance, da die Methode verfeinert wurde und nun ohne den Einsatz der Herz-Lungen-Maschine auskommt [22].

Zukunftsperspektiven der TAVI

Aus den jetzigen Daten kann geschlossen werden, dass die TAVI bei ausgewählten Patientengruppen eine valable Alternative zur chirurgischen Therapieform darstellt. Interventionelle Klappen der «2. Generation» wie die JenaValve™ oder Symetis Acurate™ sind mittlerweile im Rahmen von Multicenter-Studien in klinischer Verwendung. Ebenfalls sind heute neue Technologien zur Embolie-Protektion (Claret Filter, Embrella Embolic Deflector™) verfügbar, womit die Strokeraten bei einer TAVI möglicherweise signifikant gesenkt werden könnten. Neue Software-Lösungen zur Integration verschiedener Bildgebungen werden zudem die genauere und bessere Planung einer TAVI ermöglichen.

Moderne Technologien wie die TAVI ermöglichen vielen, bisher nur mit hohem Risiko oder nicht therapierbaren Patienten neue Optionen in der Behandlung der schweren symptomatischen Aortenstenose. Kommende, noch sicherere und dauerhaftere Klappengenerationen werden möglicherweise die Anwendung dieser Technik in weiteren Patientenpopulationen realistisch machen.

Korrespondenz:

Prof. Dr. med. C. Kaiser
Kardiologie
Universitätsspital Basel
Petersgraben 4
CH-4031 Basel
[Kaiserc\[at\]juhbs.ch](mailto:Kaiserc[at]juhbs.ch)

Empfohlene Literatur

- Vahanian A, Baumgartner H, Bax J, Butchart E, Dion R, Filippatos G, et al. Guidelines on the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2007;28(2):230–68.
- Iung B, Cachier A, Baron G, Messika-Zeitoun G, Delahaye F, Tornos P, et al. Decisionmaking in elderly patients with severe aortic stenosis: why are so many denied surgery? *Eur Heart J*. 2005;26(24):2714–20.
- Vahanian A, Alfieri O, Al-Attar N, Antunes M, Bax J, Cormier B, et al. Transcatheter valve implantation for patients with aortic stenosis: a position statement from the European Association of Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) and the European Society of Cardiology (ESC), in collaboration with the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI). *Eur Heart J*. 2008;29(11):1463–70.
- Smith CR, Leon MB, Mack MJ, Miller DC, Moses JW, Svensson LG, et al. Transcatheter versus surgical aortic-valve replacement in high-risk patients. *N Engl J Med*. 2011;364(23):2187–98.
- Smith CR, Leon MB, Mack MJ, Miller DC, Moses JW, Svensson LG, et al. Transcatheter aortic-valve implantation for aortic stenosis in patients who cannot undergo surgery. *N Engl J Med*. 2010;363(17):1597–607.

Die vollständige nummerierte Literaturliste finden Sie unter www.medicalforum.ch.