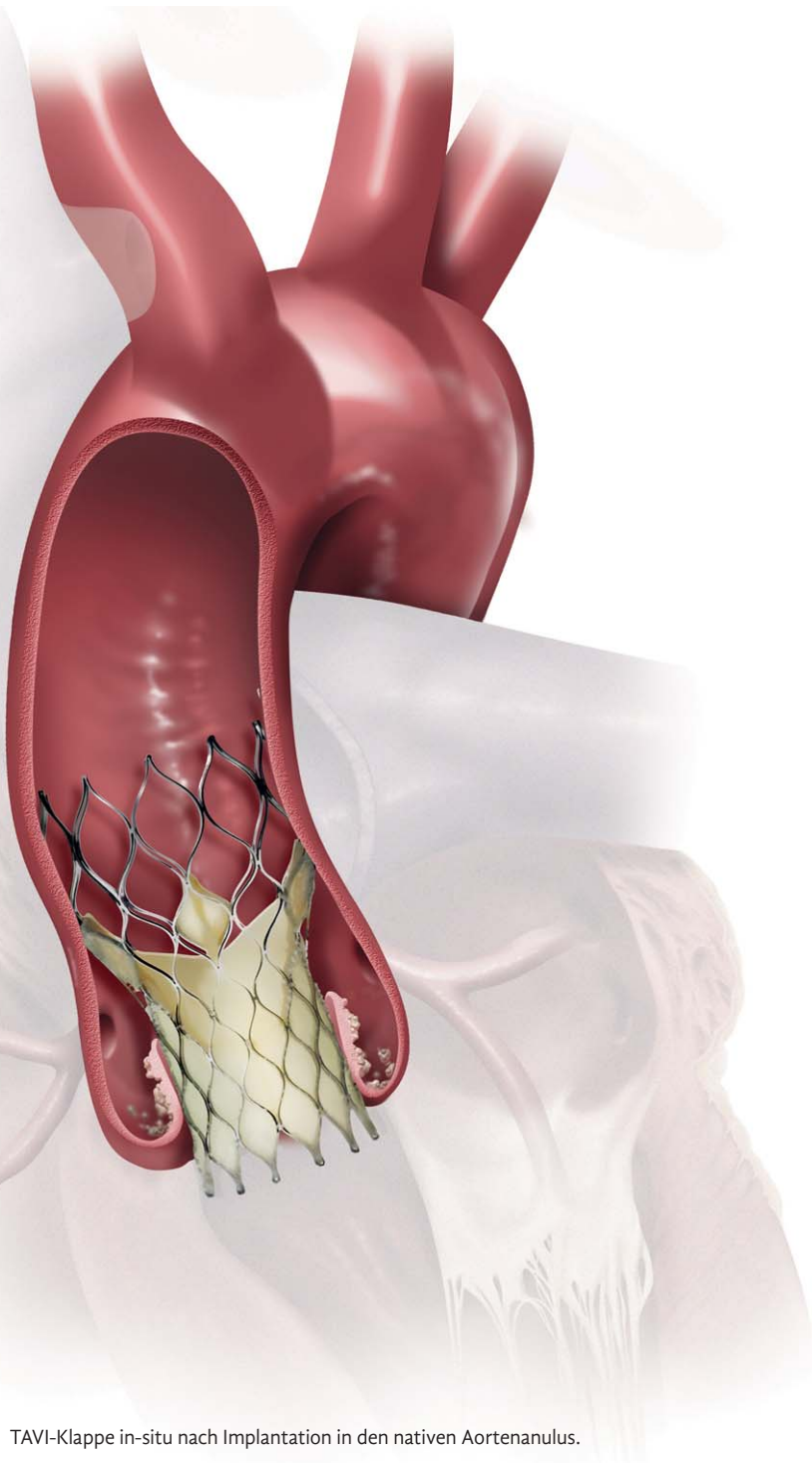


Transkatheter- Aortenklappenersatz (TAVI)

VNR: 2760602019121080005

Prof. Dr. med. Holger Eggebrecht, Dr. med. Margit Niethammer,
Aandeep-Singh Pannu, Dr. med. Christian Sellin



TAVI-Klappe in-situ nach Implantation in den nativen Aortenannulus.

Die erste kathetergeführte Implantation einer biologischen Herzklappenprothese wurde am 16. April 2002 durch den französischen Kardiologen Alain Cribier in Rouen durchgeführt [1]. Seitdem hat sich der Transkatheter-Aortenklappenersatz (TAVI) enorm entwickelt. In vielen Punkten erinnert diese Entwicklung an die Erfolgsgeschichte der Koronarintervention („percutaneous coronary intervention“ – PCI), allerdings nahm die TAVI den umgekehrten Weg, von initial multimorbiden, in der Regel hochbetagten Höchst-Risikopatienten, die von zwei unabhängigen Herzchirurgen als inoperabel eingestuft wurden, hin zu nun auch Patienten mit niedrigerem OP-Risiko.

Getragen von positiven Ergebnissen aus großen, randomisierten Studien, hat sich die TAVI in Deutschland längst zum Standard der Behandlung für ältere Patienten mit hochgradiger, symptomatischer Aortenklappenstenose entwickelt. Der Erfolg der TAVI geht auch auf eine rasante technische Entwicklung zurück. Vor allem konnte die Größe der verwendeten Kathetersysteme deutlich verkleinert werden. Heutzutage ist nur noch ein Einführbesteck mit einem Durchmesser von 14 French (4,7 mm) erforderlich, so dass die überwiegende Zahl der Kathetereingriffe (> 90 %) über die Leistenarterie durchgeführt werden kann.

Die Miniaturisierung der Kathetersysteme hat zu einem deutlichen Rückgang von Gefäßkomplikationen geführt, die mit den bis zu 28 French doppelt so großen Kathetersystemen in der Anfangsphase der TAVI doch recht häufig auftraten. Verbesserungen in der präinterventionellen Bildgebung (standardmäßige Durchführung einer Computertomographie [CT] zur Eingriffsplanung) wie auch Innovationen im Klappendesign (unter anderem bessere Positionierbarkeit durch wiedereinfangbare Herzklappen) haben zudem anfängliche Probleme wie die paravalvuläre Insuffizienz der TAVI-Klappen in den Hintergrund treten lassen.

Studienlage

Die Erweiterung der Indikationsstellung zur TAVI wird maßgeblich durch fünf große prospektive randomisierte, kontrollierte Studien getragen. Die erste dieser Stu-

Foto: Medtronic

dien (PARTNER 1B) belegte die Überlegenheit des minimal-invasiven Katheter-eingriffs gegenüber der medikamentösen-konservativen Therapie bei chirurgisch inoperablen Patienten (1-Jahres Sterblichkeit: 30,7 % versus 50,7 %, $p < 0,001$) [3]. Zwei randomisierte Studien (PARTNER 1A, U.S. CoreValve High-Risk) konnten dann zeigen, dass die TAVI bei grundsätzlich operablen, aber aufgrund von Alter und Komorbiditäten als Hochrisiko eingestuften Patienten der Aortenklappenersatz-Operation (AKE-OP) hinsichtlich Komplikationsraten und Eingriffssterblichkeit gleichwertig ist [4, 5].

Auch im Langzeitverlauf über fünf Jahre bestand zwischen beiden Therapieverfahren kein Unterschied hinsichtlich der Sterblichkeit (TAVI: 67,8 %, AKE: 62,4 %, $p=0,76$) [6]. Bei operablen Patienten mit nur noch moderat erhöhtem Risiko für die konventionelle Operation konnten wiederum zwei 2016 bzw. 2017 publizierte, randomisierte Studien (PARTNER 2, SUR-TAVI) zeigen, dass die TAVI auch in diesem Szenario der AKE-OP zumindest nicht unterlegen, bei Zugang über die Leistenarterie sogar überlegen ist (Tod/schwerer Schlaganfall nach einem Jahr: endovaskuläre TAVI 16,3 % versus AKE-OP 20,0 %, $p=0,04$) [7, 8]. Ergebnisse einer ersten randomisierten Studie bei älteren Patienten mit nur gering erhöhtem OP-Risiko (NOTION) gehen in die gleiche Richtung [9], allerdings stehen die Ergebnisse größerer Studien in diesem Niedrigrisiko-Kollektiv noch aus.

Aktueller technischer Stand

Die TAVI-Klappen verfügen über ein Metallgerüst aus Edelstahl oder Nitinol zur Verankerung in der verkalkten Aortenklappenstenose und biologische Klappensegel aus Rinder- bzw. Schweineperikard. Diese Klappenprothesen, die in Größen von 23 mm bis 34 mm verfügbar sind, werden entweder mit einem Ballon während einer kurzen Phase eines tachykarden Herzstillstands (durch schnelle Schrittmacherstimulation mit 180/min) in den nativen Aortenklappenannulus eingepresst (sogenannte ballon-expandierbare Klappenprothesen) oder entfalten sich durch langsamen Rückzug einer Katheterhülse selbst

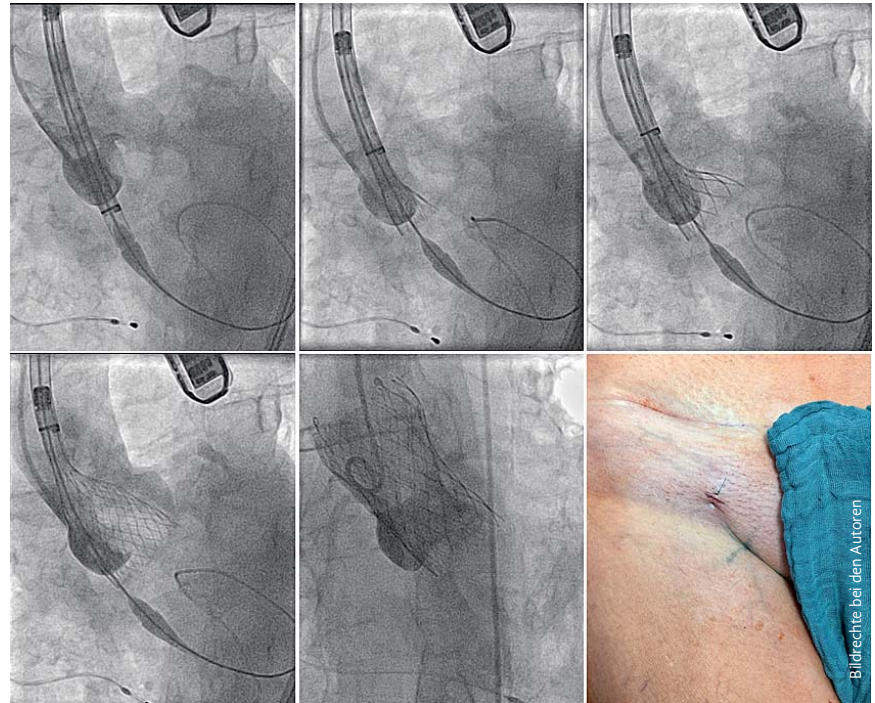


Abb. 1: Schrittweise Implantation einer selbstexpandierenden Herzklappenprothese über einen transfemoralem Zugang (Angiographien). Lokalbefund der Leiste unmittelbar nach perkutanem Nahtverschluss der Punktionsstelle.

(sogenannte selbst-expandierende Klappenprothesen, Abb. 1).

Dabei ist in der Regel keine Schrittmacherstimulation notwendig. Durch die TAVI-Klappen werden die verkalkten, degenerativ veränderten Segel der nativen Aortenklappe lediglich an Seite gedrückt, aber nicht wie beim chirurgischen Eingriff reseziert. Die ersten TAVI-Eingriffe erfolgten über einen sehr komplexen antegraden Zugang, das heißt die Klappenprothese wurde über die Leistenvene vorgebracht und nach transeptaler Punktion durch die Mitralklappe und den linken Ventrikel in den Aortenannulus vorgeführt.

Heutzutage erfolgt die TAVI-Prozedur in den allermeisten Fällen (bundesweiter Qualitätsreport 2017: 90,9 % aller TAVI-Eingriffe endovaskulär) über einen deutlich einfacheren retrograden Zugang über die Arteria femoralis communis [2].

Alternative Zugänge über die Herzspitze (transapikal, 2017: 9,1 %), über die chirurgisch freigelegte Aorta ascendens oder über die A. subclavia sind dagegen rückläufig. Die Eingriffe erfolgen zunehmend unter milder Sedierung und Lokalanästhesie (sogenannter minimalist approach).

Die Eingriffsdauer liegt heute deutlich unter einer Stunde. Erfahrene Herzzentren führen drei bis fünf Eingriffe am Tag durch. Der Verschluss der Punktionsstelle erfolgt heute in den allermeisten Fällen rein perkutan unter Zuhilfenahme eines speziellen katheterbasierten Nahtsystems, mit dem zu Beginn der Prozedur ein bis zwei Fäden vorgelegt werden, die nach dem Entfernen des TAVI-Kathetersystems zugezogen werden und die Punktionsstelle verschließen.

Entwicklung in Deutschland

In Deutschland hat die TAVI die schnellste klinische Verbreitung erfahren. Aktuell werden weltweit die meisten TAVI-Eingriffe in Deutschland durchgeführt. Einzigartig ist dabei, dass seit 2008 alle TAVI-Eingriffe, aber auch alle konventionellen Aortenklappenersatz-Operationen, zentral in einem bundesweitem Qualitätssicherungsregister erfasst werden. Die Teilnahme an diesem Register, das seit 2015 vom Institut für Transparenz und Qualität im Gesundheitswesen (IQTIG) geführt wird, ist für alle Zentren, die solche Eingriffe durchführen, verpflichtend.

Seit 2013 werden in Deutschland jährlich mehr TAVI-Eingriffe als isolierte AKE-Operationen durchgeführt. Laut des kürzlich veröffentlichten Qualitätsreports wurden 2017 bundesweit 19.752 TAVI-Implantationen durchgeführt [2]. Damit hat die Zahl der jährlichen TAVI-Eingriffe seit 2008 (n=637) um den Faktor 30 zugenommen. Die isolierte AKE-OP war dagegen im gleichen Zeitraum um knapp 20 % rückläufig (2008: n=11.205; 2016: n=9.011), siehe Abb. 2.

TAVI-Eingriffe erfolgen vor allem bei älteren Patienten. Das Durchschnittsalter der mittels TAVI behandelten Patienten liegt trotz der Indikationsausweitung in den vergangenen Jahren seit 2008 stabil bei über 80 Jahren (2008: 81,6 Jahre; 2017: 81,1 Jahre). Bei den über 80-jährigen Patienten wurden 2017 13.532 isolierte Eingriffe an der Aortenklappe durchgeführt, davon 95 % als TAVI (n=12.851).

In der Gruppe der über 90-Jährigen wurden 2017 bundesweit nur noch vier Patienten konventionell operiert, dagegen 1.067 mit dem weniger belastenden TAVI-Verfahren behandelt. Mit der konventionellen OP werden zunehmend jüngere Patienten (Durchschnittsalter 2008: 69,8 Jahre; 2017: 67,2 Jahre) behandelt.

Komplikationen

Dennoch ist die TAVI nicht immer unproblematisch. Besonders gefürchtet werden schwerwiegende Komplikationen, die mit interventionellen Mitteln nicht beherrscht werden können und eine notfallmäßige offene Herzoperation erfordern – zum Beispiel Rupturen im Bereich der Verankerungszone der TAVI-Klappe (Anulusruptur) oder Verletzungen der Aorta ascendens durch Katheter oder steife Führungsdrähte.

Daten des jährlichen Qualitätsreports zeigen, dass das Risiko von Anulusrupturen bzw. Verletzungen der Aorta während der TAVI erfreulicherweise rückläufig sind. Zuletzt lag die Rate solcher Komplikationen jeweils unter 0,2 % [2]. Die Rate an notfallmäßigen Herzoperationen während TAVI ist in den vergangenen Jahren ebenfalls deutlich zurückgegangen, sie lag 2017 bei 0,48 % und damit im Bereich der PCI.

Die häufigste Komplikation der TAVI ist auch weiterhin die Notwendigkeit einer

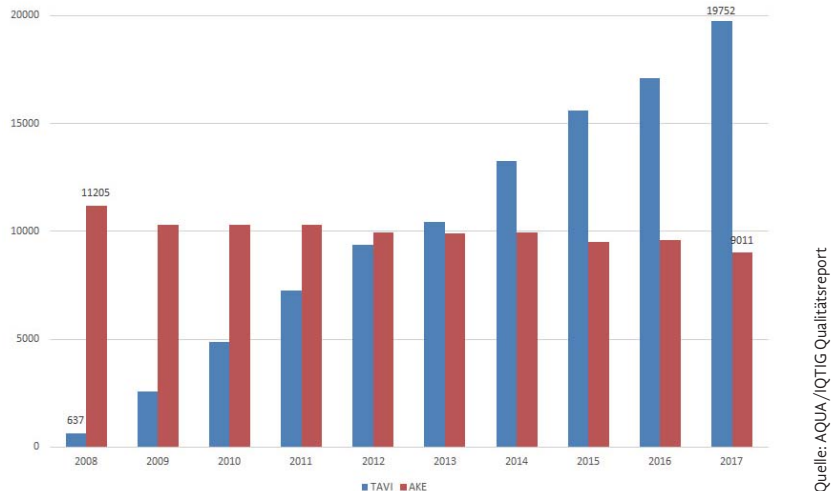


Abb. 2: Entwicklung der jährlichen Eingriffszahlen für TAVI bzw. AKE-OP.

permanenten Schrittmacherimplantation, zumeist aufgrund eines neu aufgetretenen atrioventrikulären (AV) Blocks nach dem Klappeneingriff. 2017 erhielten 9,2 % der TAVI-Patienten einen neuen Herzschrittmacher nach dem Eingriff. Im Vergleich zu 2008 (14,9 %) konnte zwar eine gute Reduktion dieser Komplikation erreicht werden, allerdings ist die Notwendigkeit einer Schrittmacherimplantation nach TAVI immer noch deutlich höher als nach konventioneller AKE-OP (2017: 2,7 %).

Die Krankenhaussterblichkeit nach TAVI konnte seit 2008 um mehr als 75 % gesenkt werden (2008: 10,4 % versus 2017: 3,05 %), bei endovaskulärem Vorgehen auf aktuell sogar 2,74 % [2]. Damit lag die Sterblichkeit nach endovaskulärer TAVI laut IQTIG-Qualitätsreport 2017 gleichauf mit der (nicht-risikoadjustierten) Krankenhaussterblichkeit nach isolierter AKE-OP (2017: 2,71 %), obwohl die konventionell operierten Patienten im Durchschnitt fast 14 Jahre jünger waren und weniger Komorbiditäten als TAVI-Patienten aufwiesen [2].

Leitliniengemäße Indikationsstellung

Die Indikation zur interventionellen bzw. operativen Behandlung besteht grundsätzlich bei hochgradiger, symptomatischer Aortenklappenstenose (Kardinalsymptome: Synkope, Angina pectoris, Dyspnoe). Von einer hochgradigen Aortenklappenstenose wird ausgegangen, wenn die Öffnungsfläche der Aortenklap-

pe < 1 cm² beträgt bzw. der mittlere Gradient über der Aortenklappe > 40 mmHg beträgt. Die Berechnung der Öffnungsfläche mittels Kontinuitätsgleichung ist allerdings maßgeblich von der Größenbestimmung des linksventrikulären (LV) Ausflusstrakts abhängig. Wird dieser zu klein in die Rechenformel eingefügt, können Fehlbestimmungen auftreten und die Öffnungsfläche wird zu klein berechnet. Daher muss der mittlere Gradient immer mitbetrachtet werden.

Bei eingeschränkter LV-Funktion kann die Einschätzung des Schweregrads einer verkalkten Aortenklappenstenose schwierig sein. Der transvalvuläre Gradient kann bei Vorliegen einer sogenannten „Low-Flow/Low-Gradient“-Aortenklappenstenose deutlich weniger als 40 mmHg im Mittel betragen. Bei hochgradiger, asymptomatischer Aortenklappenstenose kann gemäß der 2017 aktualisierten Leitlinien der Europäischen Kardiologen und Herzchirurgen [10] eine Behandlung erwogen werden, wenn der BNP- bzw. NT-pro BNP Wert den alters- und geschlechtskorrigierten Normalwert um das Dreifache überschreitet bzw. eine eingeschränkte LV-Funktion oder eine maximale Flussgeschwindigkeit über 5 m/s vorliegt.

Hinsichtlich der Wahl des Therapieverfahrens ist eine individuelle Besprechung und Beratung des Patienten im kardiologisch-herzchirurgischen Herz-Team sinnvoll. Für Patienten mit niedrigem OP-Risiko (STS-Score < 4 % bzw. Logistischer EuroScore I < 10 %) ist die konventionelle AKE-OP auch weiterhin Standard der The-

rapie. Bei älteren Patienten (> 75 Jahre) favorisieren die aktuellen Leitlinien aber die TAVI ab einem bereits moderat erhöhten OP-Risiko (logistischer EuroScore >10 %) (Klasse I B-Indikation).

Die deutsche Kommentierung empfiehlt die TAVI bei Patienten über 85 Jahren sogar unabhängig von der Risikokonstellation, das heißt auch bei niedrigem Risiko für die konventionelle OP. In der klinischen Realität in Deutschland scheint in der Tat das Alter der entscheidende Parameter für die Entscheidung für die TAVI zu sein: 95 % der über 80-Jährigen mit hochgradiger Aortenklappenstenose wurden 2017 in Deutschland mit TAVI behandelt. Weitere Faktoren, die gemäß der europäischen Leitlinie die Entscheidung pro TAVI begünstigen, sind beispielsweise eine bereits früher erfolgte Herz-Operation (zur Vermeidung einer erneuten Thorakotomie), besondere Gebrechlichkeit/schlechter Allgemeinzustand und/oder eingeschränkte Mobilität des Patienten, starke Verkalkungen der Aorta ascendens (sogenannte Porzellanaorta), schwere Thoraxdeformitäten oder Zustand nach thorakaler Radiatio.

Die AKE-OP wird dagegen favorisiert, wenn der Verdacht auf eine Endokarditis vorliegt (Kontraindikation für eine TAVI), eine ungünstige Anatomie für die TAVI oder weitere behandlungsbedürftige kardiale Problematiken (zum Beispiel bypassbedürftige Koronarstenosen, begleitende primäre Mitralklappeninsuffizienz), die in der OP mitversorgt werden können, bestehen. Bei Eignung sowohl für die AKE-OP als auch TAVI sollte zudem der Wunsch des über beide Verfahren aufgeklärten Patienten in der Entscheidung des Herzteams berücksichtigt werden.

TAVI in besonderen Situationen

Die TAVI wurde initial zur Behandlung der verkalkten, degenerativen Aortenklappenstenose entwickelt. Zwischenzeitlich wurde die Katheterklappe aber auch erfolgreich bei inoperablen Patienten mit hochgradiger Aortenklappeninsuffizienz angewendet. Dabei handelt es sich aber um Einzelfallindikationen, die eine individuelle Beratung im Herzteam voraussetzen. Praktisch zum Standard

geworden ist die TAVI dagegen bei Patienten mit degenerierter, vormals chirurgisch eingesetzter biologischer Aortenklappenprothese. Diesen im Vergleich zum Ersteingriff nun älteren und in der Regel komorbideren Patienten kann die erneute Thorakotomie heute erspart werden. Die TAVI-Klappe lässt sich bei den oftmals röntgendichten Gestellen der chirurgischen Bioklappenprothese sehr gut positionieren.

Fazit

Seit dem ersten Eingriff vor nunmehr 16 Jahren hat sich die minimal-invasive, katheter-basierte Klappenimplantation enorm weiterentwickelt. Durch Innovationen im Bereich der Katheterklappen und Einführsysteme, verbesserte präinterventionelle Bildgebung und gesteigerte Erfahrung der Interventionalisten konnte die Eingriffssterblichkeit in den vergangenen zehn Jahren um mehr als 75 % gesenkt werden. So lag 2017 die Krankenhaussterblichkeit nach endovaskulärer TAVI gleichauf mit der nach konventioneller Aortenklappenersatzoperation, obwohl die TAVI-Patienten deutlich älter und kränker waren. Schwerwiegende Komplikationen, die eine notfallmäßige Herzoperation bedingen, treten nur noch sehr selten auf. Die gemeinsame Besprechung der Befunde, Indikationsstellung und Durchführung der TAVI im kardiologisch-herzchirurgischen Herzteam ist zur Sicherstellung einer adäquaten Eingriffsqualität wichtig. Bei aller Euphorie für das minimal-invasive Verfah-

ren muss berücksichtigt werden, dass Langzeitdaten zur Haltbarkeit der Katheterklappe nur eingeschränkt vorliegen. Daher muss auch weiterhin eine strenge Indikationsstellung nur bei gesichert hochgradiger Stenose erfolgen.

Prof. Dr. med. Holger Eggebrecht

E-Mail : h.eggebrecht@ccb.de
Cardioangiologisches Centrum Bethanien (CCB) am
Agaplesion Bethanien Krankenhaus,
Frankfurt am Main

Medizinische Klinik I

– Kardiologie, Angiologie,
Intensivmedizin, Herz-Thorax-Zentrum,
Klinikum Fulda

Dr. med. Margit Niethammer

Medizinische Klinik I
– Kardiologie, Angiologie,
Intensivmedizin, Herz-Thorax-Zentrum,
Klinikum Fulda

Andeep-Singh Pannu

CCB, Frankfurt am Main

Dr. med. Christian Sellin

Klinik für Herz- und Thoraxchirurgie,
Herz-Thorax-Zentrum, Klinikum Fulda

Die Literaturhinweise finden Sie auf unserer Website www.laekh.de unter der Rubrik „Hessisches Ärzteblatt“.

Multiple Choice-Fragen

Die Multiple Choice-Fragen zum Artikel „Transkatheter-Aortenklappenersatz (TAVI)“ von Prof. Dr. med. Holger Eggebrecht et al. finden Sie im Mitglieder-Portal der Landesärztekammer Hessen (<https://portal.laekh.de>) sowie auf den Online-Seiten des Hessischen Ärzteblattes (www.laekh.de).

Die Teilnahme zur Erlangung von Fortbildungspunkten ist ausschließlich online über das Mitglieder-Portal vom

25.02.2019 bis 24.02.2020 möglich. Die Fortbildung ist mit zwei Punkten zertifiziert. Mit Absenden des Fragebogens bestätigen Sie, dass Sie dieses CME-Modul nicht bereits an anderer Stelle absolviert haben.

Dieser Artikel hat ein Peer-Review-Verfahren durchlaufen. Die Inhalte des Artikels sind produkt- und/oder dienstleistungsneutral. Es bestehen keine Interessenkonflikte der Autoren.

Multiple Choice-Fragen:

Transkatheter-Aortenklappenersatz (TAVI)

VNR: 2760602019121080005

(nur eine Antwort ist richtig)

1. Wie viel Prozent der über 80-jährigen Patienten, die 2017 aufgrund einer Aortenklappenstenose in Deutschland invasiv behandelt wurden, erhielten einen katheterinterventionellen Ersatz der Klappe mittels TAVI?

- 1) Weniger als 10 %.
- 2) Weniger als 20 %.
- 3) 55 %
- 4) Über 95 %.

2. Welche Aussagen treffen zu:

- a. Lebensbedrohliche Akut-Komplikationen treten beim TAVI-Verfahren relativ häufig auf (ca. 10 % aller Eingriffe).
- b. Lebensbedrohliche Akut-Komplikationen treten beim TAVI-Verfahren nur noch selten auf (< 0,5%).
- c. Ein akutes herzchirurgisches Eingreifen aufgrund von TAVI-Komplikationen ist heute nur noch selten erforderlich (< 1 %).
- d. TAVI-Eingriffe werden zunehmend häufiger auch in Lokalanästhesie und Sedierung durchgeführt.

- 1) Nur a ist richtig.
- 2) b und c sind richtig.
- 3) b, c und d sind richtig.
- 4) Alle Aussagen sind richtig.

3. Welche Aussagen treffen zu:

- a. Nach TAVI ist, abhängig vom Typ der implantierten Klappe, insgesamt aber bei ca. 10–15 % der Patienten die Implantation eines permanenten Herzschrittmachers erforderlich.
- b. Nach TAVI können Patienten einen AV-Block und/oder Linksschenkelblock entwickeln.
- c. Auch nach chirurgischem Aortenklappenersatz benötigt ein Teil der Patienten einen dauerhaften Herzschrittmacher (ca. 3 %).
- d. Nach dem Eingriff benötigen Patienten ein kontinuierliches EKG-Monitoring,

um neue Herzrhythmusstörungen zu detektieren zu können.

- 1) nur b ist richtig.
- 2) b, c und d sind richtig.
- 3) a und d sind richtig.
- 4) Alle Aussagen sind richtig.

4. Welche Aussagen zur Aortenklappenstenose treffen zu:

- a. Ab einem mittleren Gradienten von 40 mmHg wird von einer hochgradigen Stenose gesprochen.
- b. Alle Patienten mit asymptomatischer, aber hochgradiger Aortenklappenstenose müssen invasiv (OP/TAVI) behandelt werden.
- c. Bei asymptomatischen Patienten mit hochgradiger Aortenklappenstenose kann ein Aortenklappenersatz in Erwägung gezogen werden, wenn die linksventrikuläre Funktion im Verlauf eingeschränkt ist, die maximale Flussgeschwindigkeit über 5 m/s liegt (kritische Stenose) oder das „brain natriuretic peptide,“ deutlich erhöht ist (> 3x Norm).
- d. Die Berechnung der Aortenklappenöffnungsfläche mittels Kontinuitätsgleichung ist anfällig für Rechenfehler und kann zu kleine Werte erzeugen.

- 1) Nur d ist richtig.
- 2) a und b sind richtig.
- 3) b und c sind richtig.
- 4) a, c und d sind richtig.

5. Welche Aussagen zur Indikationsstellung treffen zu:

- a. TAVI ist indiziert bei Patienten > 75 Jahren und erhöhtem OP-Risiko.
- b. Der chirurgische Aortenklappenersatz ist das Behandlungsverfahren der Wahl für jüngere Patienten mit nicht erhöhtem OP-Risiko.
- c. Bei älteren Patienten mit bereits erfolgter Herzoperation (z.B. Bypass-Opera-

tion) sollte die TAVI- Methode bevorzugt werden.

- d. Das kardiologisch-herzchirurgische Herz-Team sollte bei seiner Entscheidungsfindung auch den Wunsch des über beide Verfahren aufgeklärten Patienten berücksichtigen.

- 1) a und b sind richtig.
- 2) c und d sind richtig.
- 3) Nur a ist richtig.
- 4) Alle Aussagen sind richtig.

6. Welche Aussagen zur TAVI treffen zu?

- a. Die überwiegende Mehrheit der TAVI-Eingriffe erfolgt über einen transfemoralen Zugang.
- b. Es stehen selbstexpandierende und ballonexpandierbare Klappenprothesen zur Verfügung.
- c. Die Auswahl der entsprechenden Klappenprothese erfolgt anhand vorheriger echokardiographischer und computertomographischer Diagnostik und unter Berücksichtigung anatomischer Besonderheiten.
- d. Prinzipiell ist bei einer TAVI-Prozedur ein rapid pacing zur Freisetzung der Klappe nötig.

- 1) Nur a und c sind richtig.
- 2) Nur a, b und c sind richtig.
- 3) Nur b und d sind richtig
- 4) Alle Aussagen sind richtig.

7. Welche Aussagen zur Implantationstechnik bei TAVI ist/sind korrekt?

- a. Bei TAVI erfolgt die Resektion des verkalkten AK-Vitiums.
- b. Indikationsstellung und Prozedurdurchführung erfolgen im Herzteam.
- c. Eine Intubationsnarkose zur TAVI-Prozedur ist generell empfohlen.
- d. Die Implantation einer TAVI-Prothese bedingt den Einsatz einer Herz-Lungen-Maschine.

- 1) Nur b ist richtig.
- 2) Nur a und b sind richtig.
- 3) Nur a, b und d sind richtig
- 4) Alle Aussagen sind richtig.

8. Wieviel Prozent der TAVI-Prozeduren erfolgten 2017 in Deutschland über einen transapikalen Zugangsweg?

- 1) Über 90 %.
- 2) Unter 10 %.
- 3) Etwa 50 %.
- 4) Zwischen 20 % und 30 %.

9. Welche Zusatzfaktoren sind bei der Indikationsstellung zur TAVI zu berücksichtigen?

- a. Kardiale Voroperationen, zum Beispiel CABG.
- b. Vermeidung einer Thorakotomie, zum Beispiel bei ausgeprägter COPD.
- c. Porzellanaorta.
- d. Zustand nach thorakaler Radiatio bei Malignom in der Anamnese.

- 1) Nur a, b und c sind richtig.
- 2) Nur b, c und d sind richtig.
- 3) Nur a, c und d sind richtig.
- 4) Alle Aussagen sind richtig.

10. Welche Aussage ist nicht korrekt?

- 1) Für ein optimales Komplikationsmanagement ist die enge Abstimmung zwischen den beteiligten Fachdisziplinen (Kardiologie, Kardiochirurgie und Anästhesie) nötig.
- 2) Die Notwendigkeit zur permanenten Herzschrittmacherversorgung ist bei TAVI deutlich höher als bei chirurgischen Klappenersatz und konnte trotz technischer Weiterentwicklung in den letzten Jahren nicht deutlich gesenkt werden.
- 3) Bei Patienten mit degenerativ veränderter biologischer Aortenklappenprothese und Notwendigkeit zur erneuten Therapie ist TAVI die erste Wahl.
- 4) TAVI-Klappen bestehen aus einem Gerüst aus Edelstahl und Nitinol mit biologischen Klappensegeln aus Rinder- oder Schweineperikard

Literatur zum Artikel:

Transkatheter-Aortenklappenersatz (TAVI)

von Prof. Dr. med. Holger Eggebrecht, Dr. med. Margit Niethammer, Andeep-Singh Pannu, Dr. med. Christian Sellin

- [1] Cribier A, Eltchaninoff H, Bash A, Borenstein N, Tron C, Bauer F, Derumeaux G, Anselme F, Laborde F, Leon MB. Percutaneous transcatheter implantation of an aortic valve prosthesis for calcific aortic stenosis: first human case description. *Circulation* 2002;106:3006–8.
- [2] Institut für Transparenz und Qualität im Gesundheitswesen (IQTIG). Qualitätsreport 2017. Aortenklappenchirurgie, isoliert (HCH-AORT). 2018:<https://iqtig.org/qs-verfahren/hch-aort/>; zuletzt aufgerufen 08.08.2018.
- [3] Leon MB, Smith CR, Mack M, Miller DC, Moses JW, Svensson LG, Tuzcu EM, Webb JG, Fontana GP, Makkar RR, Brown DL, Block PC, Guyton RA, Pichard AD, Bavaria JE, Herrmann HC, Douglas PS, Petersen JL, Akin JJ, Anderson WN, Wang D, Pocock S, Investigators PT. Transcatheter aortic-valve implantation for aortic stenosis in patients who cannot undergo surgery. *N Engl J Med* 2010;363:1597–607.
- [4] Smith CR, Leon MB, Mack MJ, Miller DC, Moses JW, Svensson LG, Tuzcu EM, Webb JG, Fontana GP, Makkar RR, Williams M, Dewey T, Kapadia S, Babaliaros V, Thourani VH, Corso P, Pichard AD, Bavaria JE, Herrmann HC, Akin JJ, Anderson WN, Wang D, Pocock SJ, Investigators PT. Transcatheter versus surgical aortic-valve replacement in high-risk patients. *N Engl J Med* 2011;364:2187–98.
- [5] Adams DH, Popma JJ, Reardon MJ, Yakubov SJ, Coselli JS, Deeb GM, Gleason TG, Buchbinder M, Hermiller J, Jr., Kleiman NS, Chetcuti S, Heiser J, Merhi W, Zorn G, Tadros P, Robinson N, Petrossian G, Hughes GC, Harrison JK, Conte J, Maini B, Mumtaz M, Chenoweth S, Oh JK, Investigators USCC. Transcatheter aortic-valve replacement with a self-expanding prosthesis. *N Engl J Med* 2014;370:1790–8.
- [6] Mack MJ, Leon MB, Smith CR, Miller DC, Moses JW, Tuzcu EM, Webb JG, Douglas PS, Anderson WN, Blackstone EH, Kodali SK, Makkar RR, Fontana GP, Kapadia S, Bavaria J, Hahn RT, Thourani VH, Babaliaros V, Pichard A, Herrmann HC, Brown DL, Williams M, Akin J, Davidson MJ, Svensson LG, investigators Pt. 5-year outcomes of transcatheter aortic valve replacement or surgical aortic valve replacement for high surgical risk patients with aortic stenosis (PARTNER 1): a randomised controlled trial. *Lancet* 2015;385:2477–84.
- [7] Leon MB, Smith CR, Mack MJ, Makkar RR, Svensson LG, Kodali SK, Thourani VH, Tuzcu EM, Miller DC, Herrmann HC, Doshi D, Cohen DJ, Pichard AD, Kapadia S, Dewey T, Babaliaros V, Sze-to WY, Williams MR, Kereiakes D, Zajarias A, Greason KL, Whisenant BK, Hodson RW, Moses JW, Trento A, Brown DL, Fearon WF, Pibarot P, Hahn RT, Jaber WA, Anderson WN, Alu MC, Webb JG, Investigators P. Transcatheter or Surgical Aortic-Valve Replacement in Intermediate-Risk Patients. *N Engl J Med* 2016;374:1609–20.
- [8] Reardon MJ, Van Mieghem NM, Popma JJ, Kleiman NS, Sondergaard L, Mumtaz M, Adams DH, Deeb GM, Maini B, Gada H, Chetcuti S, Gleason T, Heiser J, Lange R, Merhi W, Oh JK, Olsen PS, Piazza N, Williams M, Windecker S, Yakubov SJ, Grube E, Makkar R, Lee JS, Conte J, Vang E, Nguyen H, Chang Y, Mugglin AS, Serruys PW, Kaptejin AP, Investigators S. Surgical or Transcatheter Aortic-Valve Replacement in Intermediate-Risk Patients. *N Engl J Med* 2017;376:1321–1331.
- [9] Thyregod HG, Steinbruchel DA, Ihlemann N, Nissen H, Kjeldsen BJ, Petersson P, Chang Y, Franzen OW, Engstrom T, Clemmensen P, Hansen PB, Andersen LW, Olsen PS, Sondergaard L. Transcatheter Versus Surgical Aortic Valve Replacement in Patients With Severe Aortic Valve Stenosis: 1-Year Results From the All-Comers NOTION Randomized Clinical Trial. *J Am Coll Cardiol* 2015;65:2184–94.
- [10] Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, De Bonis M, Hamm C, Holm PJ, Iung B, Lancellotti P, Lansac E, Muñoz DR, Rosenhek R, Sjogren J, Tornos Mas P, Vahanian A, Walther T, Wendler O, Windecker S, Zamorano JL, Group ESCSD. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J* 2017;38:2739–2791.

- [11] Eggebrecht H, Vaquerizo B, Moris C, Bossone E, Lammer J, Czerny M, Zierer A, Schrofel H, Kim WK, Walther T, Scholtz S, Rudolph T, Hengstenberg C, Kempfert J, Spaziano M, Lefevre T, Bleiziffer S, Schofer J, Mehilli J, Seiffert M, Naber C, Biancari F, Eckner D, Cornet C, Lhermusier T, Philippart R, Siljander A, Giuseppe Cerillo A, Blackman D, Chieffo A, Kahlert P, Czerwinska-Jelonkiewicz K, Szymanski P, Landes U, Kornowski R, D'Onofrio A, Kaulfersch C, Sondergaard L, Mylotte D, Mehta RH, De Backer O, European Registry on Emergent Cardiac Surgery during T. Incidence and outcomes of emergent cardiac surgery during transfemoral transcatheter aortic valve implantation (TAVI): insights from the European Registry on Emergent Cardiac Surgery during TAVI (EuRECS-TAVI). *Eur Heart J* 2018;39:676–684.
- [12] Eggebrecht H, Mehta RH, Kahlert P, Schymik G, Lefevre T, Lange R, Macaya C, Mandinov L, Wendler O, Thomas M. Emergent cardiac surgery during transcatheter aortic valve implantation (TAVI): insights from the Edwards SAPIEN Aortic Bioprosthesis European Outcome (SOURCE) registry. *EuroIntervention* 2014;10:975–81.
- [13] Gafoor S, Sirotina M, Doss M, Franke J, Piayda K, Lam S, Bertog S, Vaske-lyte L, Hofmann I, Sievert H. Safety of transcatheter aortic valve implantation in a hospital with visiting on-site cardiac surgery. *J Interv Cardiol* 2015;28:76–81.
- [14] Eggebrecht H, Bestehorn M, Haude M, Schmermund A, Bestehorn K, Voigtlander T, Kuck KH, Mehta RH. Outcomes of transfemoral transcatheter aortic valve implantation at hospitals with and without on-site cardiac surgery department: insights from the prospective German aortic valve replacement quality assurance registry (AQUA) in 17 919 patients. *Eur Heart J* 2016;37:2240–8.
- [15] Kuck KH, Eggebrecht H, Elsasser A, Hamm C, Haude M, Ince H, Katus H, Möllmann H, Naber Ch K, Schunkert H, Thiele H, Werner N. Qualitätskriterien zur Durchführung der kathetergestützten Aortenklappenimplantation (TAVI) – Aktualisierung des Positionspapiers der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie. *Kardiologie* 2016;10:282–300.
- [16] Mudra H, Sack S, Haude M, Gerckens U, Kuck KH, Hambrecht R, Sievert H, Richardt G, Schächinger V, Naber Ch K, Sechtem U, Zahn R, Brachmann J. Strukturelle und organisatorische Voraussetzungen zur Durchführung des Transkatheter-Aortenklappenersatzes (TAVI)- Ein Positionspapier der Arbeitsgemeinschaft Leitende Kardiologische Krankenhausärzte (ALKK) e. V. *Kardiologie* 2011;5:366–371.
- [17] Bestehorn K, Eggebrecht H, Fleck E, Bestehorn M, Mehta RH, Kuck KH. Volume-outcome relationship with transfemoral transcatheter aortic valve implantation (TAVI): insights from the compulsory German Quality Assurance Registry on Aortic Valve Replacement (AQUA). *EuroIntervention* 2017;13:914–920.
- [18] Bavaria JE, Tommaso CL, Brindis RG, Carroll JD, Deeb GM, Feldman TE, Gleason TG, Horlick EM, Kavinsky CJ, Kumbhani DJ, Miller DC, Seals AA, Shahian DM, Shemin RJ, Sundt TM, 3rd, Thourani VH. 2018 AATS/ACC/SCAI/STS Expert Consensus Systems of Care Document: Operator and Institutional Recommendations and Requirements for Transcatheter Aortic Valve Replacement: A Joint Report of the American Association for Thoracic Surgery, the American College of Cardiology, the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and the Society of Thoracic Surgeons. *J Am Coll Cardiol* 2018.