

## DIE RICHTUNGSWEISER: HERZKLAPPEN

### Vier Ventile

Die beiden wichtigsten Bauteile des Herzens sind der Herzmuskel und die Herzklappen. Der Muskel pumpt das Blut in den Kreislauf; die Klappen weisen dem Blutstrom den Weg.

Die beiden äußeren Herzklappen (Pulmonal- und Aortenklappe) sitzen an den „Ausgängen“ des Herzens, der Lungenarterie und der Hauptschlagader. Sie werden aufgrund ihrer Bauart auch als Taschenklappen bezeichnet. Die beiden inneren, die Segelklappen (Trikuspidal- und Mitralklappe), befinden sich jeweils zwischen Vorhof und Herzkammer.

### 100 000 Aktionen pro Tag

Die Herzklappen arbeiten wie Rückschlagventile: Sie lassen das Blut nur in eine Richtung passieren; kehrt der Blutstrom um, verschließen sie. Erst die Ventilfunktion der Klappen macht das Herz zur Pumpe, die den Kreislauf des Blutes antreibt.

Bei jeder Blutfüllung und Austreibung wird jede Herzklappe einmal geöffnet und geschlossen. Das sind bei einer Frequenz von 60 bis 70 Schlägen pro Minute etwa 100 000 Aktionen jeder einzelnen Klappe pro Tag. Dafür müssen die Klappen sehr beweglich sein und zuverlässig schließen.

### Klappenprobleme

Defekte der Herzklappen können angeboren sein oder werden im späteren Leben erworben. Klappen, die aufgrund von Ablagerungen verengt sind (Stenosen), lassen zu wenig Blut passieren: Der Herzmuskel muss mehr arbeiten, wird überstrapaziert und auf Dauer geschädigt. Gleiches geschieht, wenn Herzklappen nicht richtig schließen (Insuffizienz).



# Tavi für alle?

Der Austausch defekter Herzklappen gehört zu den häufigsten herzchirurgischen Eingriffen. Mittlerweile hat ein interventionelles Verfahren das Feld erobert: die Transkatheter-Aortenklappenimplantation, kurz „Tavi“. Kommt der Herzklappenersatz via Katheter für alle Patienten mit Herzklappenerkrankungen infrage?

Karl-Patrik Kresoja und Holger Thiele

**S**tellen Sie sich bitte einmal folgende Szene vor: Der Kardiologe hat bei Ihnen eine Erkrankung der Aortenklappe festgestellt und rät, die defekte gegen eine neue Klappe austauschen zu lassen. Daraufhin beginnen Sie im Internet zu recherchieren und stellen schnell fest, dass es zwei Möglichkeiten gibt, die kranke Klappe zu ersetzen: zum einen auf herkömmlichem chirurgischem Wege, wozu der Brustkorb geöffnet werden muss, zum andern minimalinvasiv, „durchs Schlüsselloch“, mithilfe eines Katheters, der meist an der Leiste eingeführt wird und die neue Klappe via Blutgefäßsystem zum Herzen bringt. Ihr Entschluss steht fest: Sie teilen der aufnehmenden Assistenzärztin im Krankenhaus mit, in keinem Fall zu wünschen, dass Ihr Brustkorb aufgesägt wird – der Austausch der Herzklappe soll über den Leistenzugang erfolgen. Die Ärztin lächelt, das hat sie schon oft gehört. Der minimalinvasive Zugangsweg sei mittlerweile eine sehr gute Option für bestimmte Patienten, beginnt sie mit ihrer Erklärung, herkömmliche operative Eingriffe am Herzen hätten jedoch nach wie vor auch Vorteile.

## EIN BLICK ZURÜCK

Die erste Herzklappenoperation erfolgte am 11. September 1952: Charles Hufnagel, ein US-amerikanischer Chirurg, setzte einer 30 Jahre alten Frau eine von ihm entwickelte künstliche Aortenklappe ein. Die Geschichte der neuen minimalinvasiven Tavi-Methode nimmt ihren Anfang am 12. September 2000 im Hôpital Necker in Paris: Der Kardiologe Philipp Bonhoeffer implantiert einem zwölfjährigen, schwer herzkranken Jungen erstmals eine künstliche Herzklappe (Pulmonalklappe) minimalinvasiv via Blutgefäßsystem. Dazu führt der Arzt die Ersatzklappe mit einem dünnen Schlauch (Katheter) in ein Blutgefäß der Leiste ein und schiebt sie innerhalb des Gefäßes bis zum Herzen vor. Die von Bonhoeffer entwickelte sogenannte interventionelle Methode des Klappenersatzes verbreitete sich rasch in der Kinderkardiologie und bei der Behandlung von Erwachsenen mit angeborenem Herzfehler. Der eigentliche Siegeszug des Katheterversfahrens beginnt zwei Jahre später: Am 16. April 2002 wendet der französische Kardiologe Alain Cribier das Verfahren erstmals erfolgreich an, um die kranke Aortenklappe bei einem Patienten zu ersetzen, der zuvor als inoperabel galt.

Fachsprachlich korrekt heißt das Verfahren „Transkatheter-Aortenklappenimplantation“, englisch „Transcatheter Aortic Valve Implantation“ (Tavi). Anfangs wurde es nur Patienten angeboten, bei denen eine Operation am offe-

nen Herzen zu riskant war: Das durchschnittliche Alter der Patienten betrug bei den ersten Implantationen etwa 80 Jahre. Als sich zeigte, dass sich mit dem neuen Verfahren bei diesen Patienten sehr gute Therapieerfolge bei sehr niedriger Sterblichkeit erzielen ließen, wendete man die Tavi nach und nach auch bei Patienten mit hohem, mit mittlerem und schließlich mit niedrigem operativem Risiko an. Heute erfolgt die Tavi immer noch bevorzugt bei älteren, in zunehmendem Maße aber auch bei jüngeren Patienten. Die häufigsten Komplikationen einer Tavi sind mit etwa 5 Prozent Gefäßprobleme (vom Bluterguss bis hin zur Gefäßverletzung, die einer Operation bedarf), mit 10 Prozent die Notwendigkeit eines Herzschrittmachers auf Dauer, mit einer Häufigkeit von 2,5 Prozent kommt es zu thromboembolischen Komplikationen (siehe Beitrag auf Seite 22). Gemäß der Leitlinienempfehlungen soll eine Tavi immer von einem erfahrenen Team aus Kardiologen und Herzchirurgen durchgeführt werden.

## NICHT ALLEIN DIE AORTENKLAPPE

Mittlerweile lassen sich über minimalinvasive Gefäßzugänge nicht nur die Aorten- und Pulmonalklappe, sondern auch die Mitralklappe und die Trikuspidalklappe behandeln, sodass heute für nahezu jede Herzklappenerkrankung eine kathetergestützte Therapie möglich ist.

Die Mitralklappe ist neben der Aortenklappe am häufigsten von einer krankhaften Verände-



1952

Ein Kunststoffventil ersetzt erstmals eine defekte Herzklappe („Hufnagel-Klappe“).



1960

Philip Amundson, ein 52-jähriger Farmer aus Texas, erhält den ersten künstlichen Mitralklappenersatz.



rung betroffen. Zumeist besteht eine Undichtigkeit, eine „Insuffizienz“, die Klappe schließt nicht mehr richtig. Für Patienten mit einer insuffizienten Mitralklappe und einem erhöhten Risiko bei einem offenen Eingriff am Herzen wurden in den letzten Jahren verschiedene kathetergestützte Behandlungen entwickelt. Dazu zählt ein Clip (MitraClip oder Pascal-System), der mit dem Katheter zum Herzen gebracht wird. Der Clip rafft die Segel der Mitralklappe wie eine Wäscheklammer an den Rändern zusammen und verkleinert so die undichte Stelle. Obwohl das Clipverfahren schonend ist, kann es zu Komplikationen kommen: Am häufigsten sind gutartig verlaufende Nachblutungen, extrem selten sind Verletzungen am Herzen, die im schlimmsten Fall eine Notfalloperation notwendig machen.

In jüngerer Zeit wurde das Clipverfahren auch zur Behandlung undichter Trikuspidalklappen weiterentwickelt. Mit dem Clip lässt sich zwar eine defekte Mitral- oder Trikuspidalklappe reparieren – ausgetauscht werden können die erkrankten Klappen damit nicht. Doch auch das ist mittlerweile mit speziellen Systemen möglich, die in den letzten Jahren entwickelt worden sind und einen katheterbasierten Ersatz von Mitral- oder Trikuspidalklappe erlauben. Sie sind allerdings noch nicht so gut erforscht wie das schon länger etablierte Tavi-Verfahren. Um den Stellenwert der Katheterverfahren im Vergleich zum herkömmlichen chirurgischen Austausch von Mitral- oder

Trikuspidalklappe klarer definieren zu können, bedarf es weiterer Studien.

Auch die herzchirurgischen Verfahren haben sich in der Zwischenzeit verbessert und ihre Invasivität, den Umfang des Eingriffs, „minimalisiert“: Von einem minimalinvasiven herzchirurgischen Eingriff spricht man immer dann, wenn der Zugang zum Herzen nicht durch eine vollständige Eröffnung des Brustbeins (Sternum) geschaffen wird. Der Chirurg eröffnet das Sternum dann beispielsweise nur teilweise, oder er schafft seitlich durch den Brustkorb einen Zugang zum Herzen. Das minimalchirurgische Vorgehen hat die Vorteile einer schnelleren Wundheilung, der Patient leidet nach der Operation weniger an Schmerzen und wird rascher wieder mobil. Es erfordert allerdings ein großes chirurgisches Geschick: Es ist daher nicht überraschend, dass sich minimalchirurgische Verfahren – obwohl bereits Mitte der 1990er-Jahre entwickelt – nur zögerlich verbreiten konnten. Im Jahr 2017 erfolgte noch die Mehrzahl aller Herzoperationen in Deutschland „konventionell“, das heißt mit Eröffnen des Brustbeins. Inzwischen ist die Anzahl minimalinvasiver chirurgischer Behandlungen deutlich gestiegen.

#### MINIMALINVASIV ODER KLASSISCH?

Vor der Ära der kathetergestützten Klappenimplantation stellte sich beim Ersatz von Herzklappen eigentlich immer nur eine zentrale

»Nicht nur die Aorten- und Pulmonalklappe, auch die Mitral- und die Trikuspidalklappe lassen sich mittlerweile über minimalinvasive Zugänge behandeln.«

1968

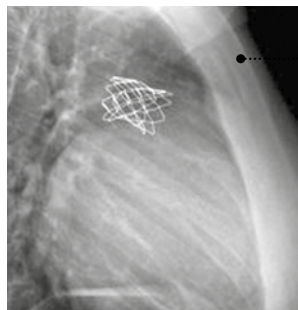


1971



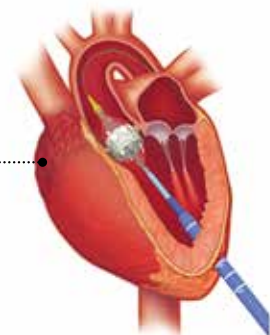
Schweine und Rinder als Gewebespende

2000

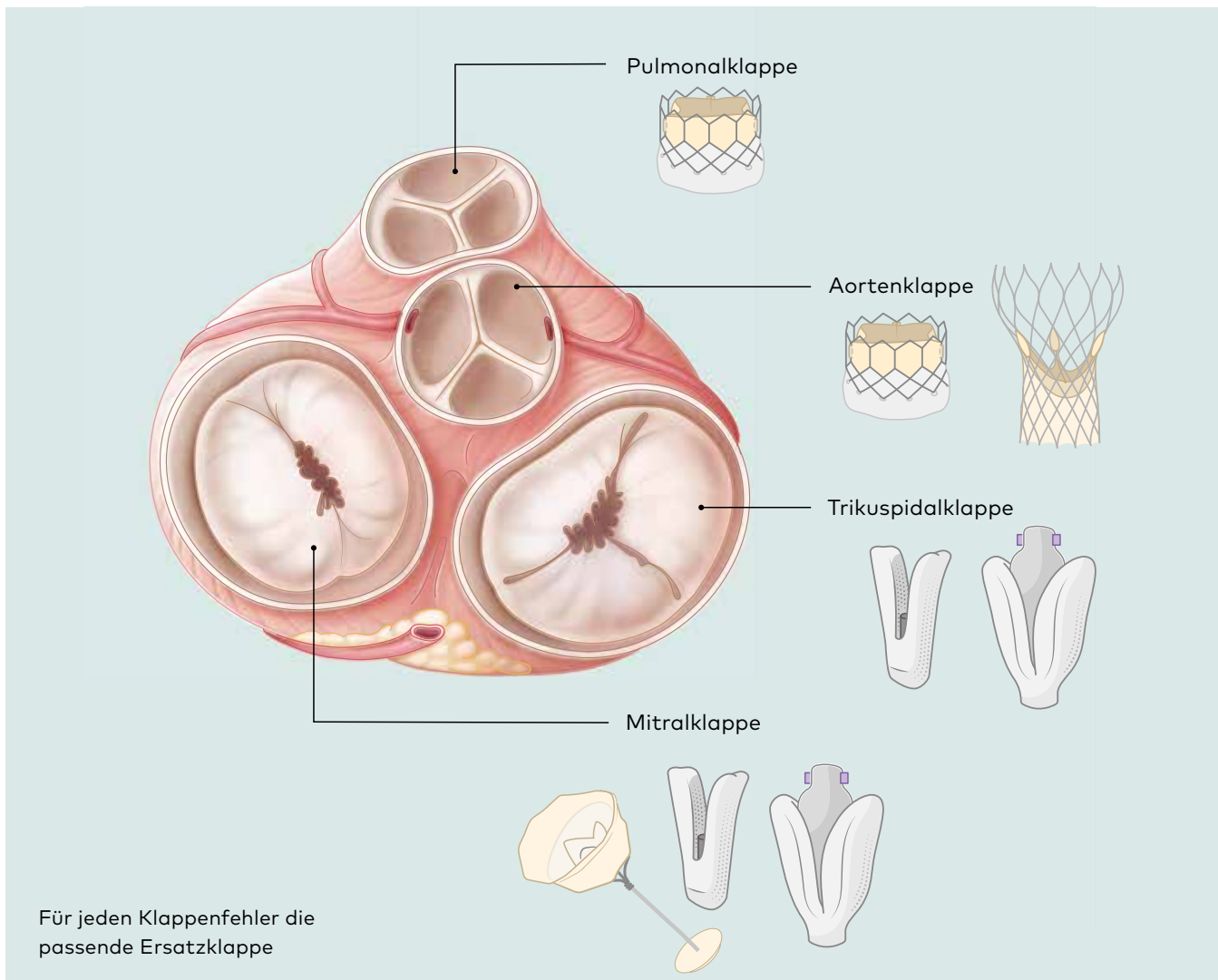


Erste Implantation einer Herzklappe (Pulmonalklappe) mit einem Katheter

2002



Eine kranke Aortenklappe wird erstmals via Katheter ersetzt („Tavi“).



Frage: „Ist eine mechanische oder eine biologische Herzklappe besser?“ Mechanische Herzklappen halten ein Leben lang, von Nachteil ist, dass sie auch eine lebenslange und strenge medikamentöse Hemmung der Blutgerinnung (Antikoagulation) notwendig machen. Nur so lässt sich das Risiko der Blutgerinnselbildung verringern: Wenn ein Gerinnsel beispielsweise ein Gefäß im Gehirn verstopft, droht der Schlaganfall. Biologische Klappen aus Rinder- oder Schweineherzbeutelgewebe erfordern keine lebenslange Antikoagulation, haben aber den Nachteil, nur etwa zehn Jahre funktionsfähig zu bleiben, dann sind sie abgenutzt und ein erneuter Ersatz wird notwendig.

Die für das Tavi-Verfahren verwendeten Herzklappen sind im Kern biologisch: Sie be-

stehen aus Gewebestücken aus Schweine- oder Rindergewebe, die in eine winzige Maschen-drahttröhre eingenäht wurden. Nach derzeitigem Wissensstand sind Tavi-Klappen ähnlich lange haltbar wie biologische Herzklappen, die auf konventionell chirurgische Weise implantiert wurden. Die mit dem Katheter implantierbaren Klappen haben den Vorteil, auch in bereits voroperierte biologische Herzklappen implantiert werden zu können: Der Fachmann spricht vom „Valve-in-Valve“-Verfahren, auf Deutsch: Herzklappe in Herzklappe.

Früher stand man bei der Auswahl der für einen Patienten am besten geeigneten Ersatzklappe vor einem Dilemma: Soll beispielsweise eine 65-jährige Patientin mit einer stark verengten Aortenklappe und einer Lebenserwartung

von noch 15 bis 20 Jahren eine mechanische Aortenklappenprothese oder eine biologische erhalten? Die Entscheidung für die mechanische Klappenprothese geht mit lebenslanger Blutgerinnungshemmung und mit einem infolgedessen hohen Blutungsrisiko einher; die Entscheidung für den biologischen Ersatz bedeutet, dass sich die Patientin vermutlich in ihrem 75. Lebensjahr einer zweiten Operation am offenen Herzen unterziehen muss, was mit erheblichen Risiken verbunden ist.

Heute ist folgender Ansatz möglich: Es erfolgt zunächst ein biologischer Aortenklappenersatz mit einer minimalinvasiven chirurgischen Methode. Ist die biologische Klappe abgenutzt, kann bei der nunmehr 75 Jahre alten Dame die Valve-in-Valve-Technik angewandt werden; theoretisch besteht auch zehn Jahre später noch einmal die Möglichkeit, die defekte Klappe kathetergestützt zu behandeln. Auf diese Weise lässt sich für die Patientin ein langfristiges, das Operationsrisiko deutlich reduzierendes Therapiekonzept bereitstellen, das mehr als dreißig Jahre umfasst.

## EINE INDIVIDUELLE ENTSCHEIDUNG

Den Erfolg, den minimalinvasive Therapien inzwischen für sich verbuchen können, fußt zu großen Teilen auf der Etablierung interdisziplinärer „Herzteams“: Nie zuvor sind Herzchirurgen, Kardiologen, Anästhesisten und Radiologen so nah zusammengedrückt. Ein interdisziplinäres Team sollte Mittelpunkt des Herzklappenprogramms in jeder Klinik sein, damit alle diagnostischen Aspekte und therapeutischen Möglichkeiten berücksichtigt und für jeden einzelnen Patienten ein maßgefertigtes Behandlungskonzept erstellt werden kann.

Zurück zur Eingangsszene: Die Ärztin berichtet Ihnen, dass die Mitglieder des Herzteams Ihren Fall ausführlich besprochen haben und auf der Grundlage aller Daten zu dem Schluss gekommen sind, dass Sie am meisten von einer biologischen Klappenprothese profitieren, die bei Ihnen während einer minimalinvasiven chirurgischen Operation implantiert werden kann. Womöglich wird die biologische

Klappe in etwa zehn Jahren noch einmal erneuert werden müssen, schränkt die Ärztin ein. Dieser Austausch könne dann mit dem Katheter und der Valve-in-Valve-Technik erfolgen.

Es zeigt sich: Minimalinvasive kathetergestützte Klappentherapieverfahren haben einen Siegeszug in der kardiovaskulären Medizin erfahren und können trotz ihrer noch jungen Geschichte bereits bedeutende Erfolge aufweisen. Mit den weiteren Fortschritten in Technik und Methode wird es sehr wahrscheinlich, dass minimalinvasive kathetergestützte Verfahren zum Standard der Therapie von kranken Herzklappen werden.

Schon in naher Zukunft werden wir vermutlich noch mehr Patienten noch bessere minimalinvasive und kathetergestützte Therapiemöglichkeiten anbieten können. Auch die „klassische“ Herzchirurgie wird weiterhin ihren Stellenwert behalten, gibt es doch immer wieder Patienten, bei denen ein offener Zugangsweg zum Herzen unerlässlich ist, um das für ihn bestmögliche therapeutische Ergebnis zu erzielen (siehe nachfolgender Beitrag und Editorial, Seite 3).



**Dr. Karl-Patrik Kresoja**

ist Assistenzarzt und wird derzeit im Herzzentrum Leipzig zum Kardiologen ausgebildet.



**Professor Dr. Holger Thiele** ist Direktor des Herzzentrums der Universitätsklinik für Kardiologie in Leipzig und künftiger Präsident der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie.

Kontakt: holger.thiele@medizin.uni-leipzig.de

»Der Erfolg minimalinvasiver Therapiemöglichkeiten fußt zu großen Teilen auf der Etablierung interdisziplinärer Herzteams.«

### Literatur:

Siontis, G. et al. (2019): Transcatheter aortic valve implantation vs. surgical aortic valve replacement for treatment of symptomatic severe aortic stenosis: an updated meta-analysis. doi: 10.1093/eurheartj/ehz275

Kolte D. et al. (2019): Meta-Analysis of TAVR vs. SAVR in Low-Risk Patients. doi: 10.1016/j.jacc.2019.06.076

Kuck, K.-H., et al. (2020): Konsensuspapier der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie (DGK) und der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG) zur kathetergestützten Aortenklappenimplantation (TAVI). doi: 10.1007/s12181-020-00398-w