



Herausforderungen der modernen Mitralklappenrekonstruktion

Pascal A. Berdat, Thierry Carrel

Klinik und Poliklinik für Herz- und Gefässchirurgie, Schweizer Herz- und Gefässzentrum Bern, Inselspital Bern

Quintessenz

- Die Mitralklappenrekonstruktion ist heute die Behandlungsform der Wahl für die Korrektur der Mitralinsuffizienz. Dabei werden immer häufiger komplexe Rekonstruktionstechniken zur Wiederherstellung einer adäquaten Koaptationszone, insbesondere beim Befall des vorderen Mitralsegels oder mehrerer Elemente des Klappenapparates angewendet.
- Die ischämische Mitralinsuffizienz, charakterisiert durch einen strukturell normalen Klappenapparat mit funktioneller Insuffizienz infolge Anulus- oder Ventrikeldilatation, bedarf der speziellen Diagnostik und Behandlung. Bereits eine mässige Insuffizienz hat sich als prognostisch ungünstig erwiesen und sollte chirurgisch behandelt werden.
- Der Schweregrad der Insuffizienz ist nur in bezug auf die Indikationsstellung relevant. Für eine erfolgreiche Rekonstruktion ist die adäquate echokardiographische Beurteilung der Klappenmorphologie und des Insuffizienzmechanismus viel wichtiger. Dabei haben sich die gemeinsame systematische intraoperative transösophageale Echokardiographie und die direkte chirurgische Beurteilung der Klappe bewährt.
- Mit erfahrenen Operateuren kann die Mitralklappenrekonstruktion heute bei den meisten Patienten erfolgreich und mit sehr guten Langzeitergebnissen durchgeführt werden. Durch zusätzliche Behandlungsmassnahmen wie etwa eine Radiofrequenzablation bei Vorhofflimmern, eine Trikuspidalrekonstruktion oder eine aortokoronare Bypassanlage erhöht sich die Komplexität des Eingriffs häufig noch zusätzlich.

Summary

Challenges posed by modern methods of mitral valve reconstruction

- *Mitral valve reconstruction is currently the therapeutic modality of choice for the treatment of mitral insufficiency. During these surgical procedures complex reconstruction techniques are increasingly being used to restore an adequate coaptation zone, especially in patients where the anterior mitral leaflet or several elements of the valve apparatus are affected.*
- *Ischemic mitral insufficiency, a condition characterized by a structurally normal valve apparatus with functional insufficiency as a result of annular or ventricular dilatation, requires special diagnostic and treatment measures. Even moderate insufficiency has proved to be unfavorable for the prognosis and should be treated surgically.*
- *The severity of insufficiency is important only with respect to the selection of patients who stand to profit from reconstruction. For successful reconstruction, adequate echocardiographic assessment of valve morphology and the mechanism of insufficiency are of far greater importance. The combination of systematic intraoperative transesophageal echocardiography with direct surgical assessment of the valve has proved to be valuable in this context.*

Einführung

Die Mitralklappenrekonstruktion (MKR) ist heute die Behandlung der Wahl für die Korrektur der Mitralinsuffizienz (MI) verschiedener Ätiologien. Dabei müssen die drei wichtigsten Regeln einer erfolgreichen MKR berücksichtigt werden:

- die Erhaltung oder Wiederherstellung der vollen Beweglichkeit der Klappensegel;
- die Wiederherstellung einer möglichst grossen Koaptationszone zwischen den Segeln;
- die Umformung des Anulus zur Erreichung einer optimalen Öffnungsfläche und einer langanhaltenden Stabilität der Rekonstruktion.

Bei komplexen Rekonstruktionen ist die kombinierte Anwendung verschiedener Korrekturtechniken nötig, insbesondere beim Befall mehrerer Klappenelemente wie zum Beispiel bei der myxoiden Degeneration (Morbus Barlow). Die ischämische Mitralinsuffizienz (iMI) ist eine eigenständige Form, die der speziellen Diagnostik und Behandlung bedarf. Unabdingbare Voraussetzungen für eine erfolgreiche MKR sind eine adäquate echokardiographische Beurteilung sowohl der Schweregrades der Insuffizienz, als auch – vor allem – von deren Mechanismus und der Klappenmorphologie. Allgemein werden drei Mecha-

Abkürzungen

AMS:	anteriores Mitralsegel
BSA:	Körperoberfläche (body surface area)
EF:	Auswurfraction (ejection fraction)
EROA:	effektive Regurgitationsöffnung (effective regurgitant orifice area)
iMI:	ischämische Mitralinsuffizienz
INR:	international normalized ratio
LV-Funktion:	linksventrikuläre Funktion
MI:	Mitralinsuffizienz
MKR:	Mitralklappenrekonstruktion
PISA:	proximal isovelocity surface area
PM:	Papillarmuskel
PMS:	posteriores Mitralsegel
RV-Funktion:	rechtsventrikuläre Funktion
RVol:	Regurgitationsvolumen
SAM:	systolic anterior motion
TEE:	transösophageale Echokardiographie
TI:	Trikuspidalinsuffizienz
TTE:	transthorakale Echokardiographie
VHF:	Vorhofflimmern

● In the hands of an experienced heart surgeon, mitral valve reconstruction can be performed successfully, and with an excellent long-term outcome, in most patients. In many cases the complexity of the procedure is further increased by additional interventional measures such as tricuspid reconstruction, aorto-coronary bypass or radio frequency ablation performed to correct atrial fibrillation.

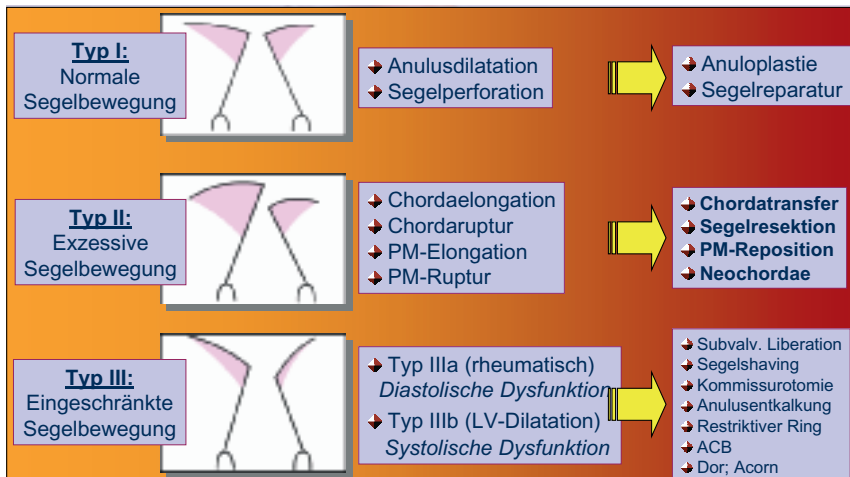


Abbildung 1
Mechanismen der Klappendysfunktion (links) bei MI mit assoziierten Läsionen (Mitte) und den entsprechenden chirurgischen Möglichkeiten (rechts).

nismen der MI unterschieden, die isoliert oder kombiniert vorhanden sein können (Abb. 1). Die Rekonstruktion wird wesentlich von der systematisch durchgeführten intraoperativen transthoraxalen Echokardiographie (TEE) und der direkten Beurteilung der Klappe durch den Chirurgen beeinflusst. Dabei bedient man sich einer gemeinsamen Terminologie zur Benennung der Segelanteile (Abb. 2). Mit erfahrenen Operateuren kann die MKR heute bei den meisten Patienten erfolgreich und mit sehr guten Langzeitergebnissen durchgeführt werden. Häufig sind zusätzliche Behandlungen wie eine Vorhoffablation, eine Trikuspidalrekonstruktion oder eine aortokoronare Bypassanlage nötig, welche die Komplexität solcher Eingriffe allerdings erhöhen.

Echokardiographische Beurteilung

Die Echokardiographie ist das wichtigste diagnostische Instrument zur Beurteilung der Mitralklappenmorphologie und -funktion. Normalerweise liefert die transthoraxale Echokardiographie (TTE) zuverlässige Informationen zum Schweregrad der MI. Allerdings genügt unseres Erachtens weder die Einteilung in leicht, mässig, mittelschwer und schwer noch die reine visuelle Einschätzung des Regurgitationsjets zur Beurteilung der Insuffizienz. In den meisten Fällen sollte

eine quantitative Bestimmung der MI, vorzugsweise mittels der sogenannten PISA-Methode «proximal isovelocity surface area» mit einer Berechnung der effektiven Regurgitationsöffnung (effective regurgitant orifice area, EROA) und des Regurgitationsvolumens (RVol) erfolgen. Im Gegensatz zur TTE, die unter repräsentativen Nachlastbedingungen am wachen Patienten durchgeführt werden kann, wird mit der TEE unter Sedation oder intraoperativ unter Allgemeinnarkose die MI bei allen Formen (ausser dem «flail leaflet» bei Sehnenfadenabriss) unterschätzt, weshalb sie für die Indikationsstellung weniger geeignet ist. Insbesondere die iMI verläuft sehr dynamisch und sollte am wachen Patienten untersucht werden.

Basierend auf den Untersuchungen der Mayo Clinic [1], die ein signifikant schlechteres Langzeitüberleben in Abhängigkeit des Schweregrades der iMI zeigen konnten, ist eine MKR bereits ab einer EROA von $>20 \text{ mm}^2$ und einem RVol von $>30 \text{ ml}$ indiziert, was der Hälfte der Werte einer schweren MI bei degenerativen Formen entspricht. Zudem hat eine Studie von Lancellotti gezeigt, dass eine Zunahme der EROA von $>13 \text{ mm}^2$ während einer Fahrradechokardiographie einer prognostisch bedeutsamen iMI entspricht, und zwar unabhängig vom Ausgangsschweregrad in Ruhe. Zukünftige Studien werden die Frage beantworten müssen, welche Kriterien es für die Indikationsstellung zur chirurgischen Korrektur der iMI zu berücksichtigen gilt. Um eine iMI nicht zu übersehen, sollten alle Patienten mit einem alten inferoposterioren oder anterioren Myokardinfarkt, einer eingeschränkten LV-Funktion (EF $<45\%$), einem dilatierten LV oder einer Dyspnoe als Leitsymptom in der Anamnese vor einer geplanten koronaren Revaskularisation, erfolgt diese nun chirurgisch oder interventionell, einer echokardiographischen Evaluation der Mitralklappe unterzogen werden.

Heute stellt die intraoperative TEE eine *Conditiio sine qua non* für eine erfolgreiche MKR dar. Sie

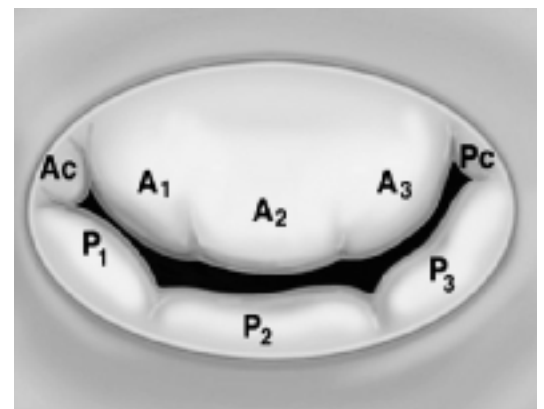


Abbildung 2
Segmentale Klappenanalyse: separate Beurteilung der Kommissuren (Ac, Pc) und der Segelanteile A₁–A₃ und P₁–P₃ (nach Carpentier et al. [33]).


liefert dem Chirurgen alle wichtigen Informationen zur Beurteilung der Erfolgsaussichten einer MKR und zur Planung des technischen Vorgehens. Zusätzlich werden auch die LV- und RV-Funktion sowie die Trikuspidalklappe hinsichtlich der Funktion und der Anulusdilataion beurteilt, letzteres um die Indikation zur ergänzenden Trikuspidalanuloplastie zu überprüfen. Weil die Möglichkeit einer MKR von mehreren Faktoren abhängt, sollten weder der Hausarzt noch der Kardiologe ohne vorgängige Diskussion des Falles mit dem Chirurgen dem Patienten gegenüber eine Aussage darüber machen, wie gross die Erfolgschancen einer MKR im betreffenden Fall sind. Generell dürfen die Erfolgsaussichten in den Händen eines erfahrenen bis sehr erfahrenen Chirurgen bei folgenden Indikationen als sehr gut gelten: isolierte Anulusdilataion, isolierter Prolaps des posterioren Segels, isolierter Prolaps des anterioren Segels oder isolierte Restriktion eines Segels. Kombinierte Läsionen senken die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen MKR erheblich und sollten ausschliesslich sehr erfahrenen Chirurgen vorbehalten bleiben. Mitralpathologien mit reduziertem Klappengewebe, mit verdickten und steifen Segeln aufgrund diffuser Fibrosierung, mit einer Stenosekomponente, mit einem Befall des subvalvulären Apparates oder ausgedehnten Anulusverkalkungen können eine MKR schliesslich verunmöglichen.

Komplexe Rekonstruktionstechniken

Heute können praktisch alle Formen der MI aufgrund einer Pathologie des posterioren Mitralsegels (PMS) korrigiert werden. Ausnahmen bilden die iMI und rheumatische Klappenvitien mit exzessiver Verkalkung. Eine MI aufgrund einer Pathologie des anterioren Mitralsegels (AMS) ist weiterhin etwas delikater zu korrigieren. Hier haben sich besonders die Technik der Papillarmuskelreposition [2] und der liberale Gebrauch von künstlichen Sehnenfäden aus Gore-Tex® sehr bewährt und die Rate erfolgreicher Rekonstruktionen deutlich erhöht.

Bei komplexen Formen der MI mit mehreren pathologischen Klappenelementen müssen verschiedene Rekonstruktionsmassnahmen kombiniert werden. Dies ist typischerweise bei der myxoiden Degeneration (Morbus Barlow) der Fall, bei welcher eine Anulusdilataion, ein Prolaps aller Segelanteile sowie eine ausgedehnte Fibrosierung und Verkalkung häufig simultan auftreten. Der chirurgische Plan sieht nicht nur die Wiederherstellung einer guten Koaptionsfläche vor, sondern auch die Verhinderung einer «systolic anterior motion» (SAM) oder Stenose nach MKR. Es hat sich für das Vorgehen als hilfreich erwiesen, zuerst die geplanten Inzisionen und Resektionen an den Segeln vorzunehmen, dann falls nötig die Dekalzifizierung und anschliessend die Korrektur

am subvalvulären Apparat, bevor dann die Segel rekonstruiert durch und einen Anuloplastierung abgestützt wird.

Es besteht ein Trend hin zur begrenzten Resektion zur Erhaltung von mehr Segelgewebe, um mehr Gewebe für die Koaptionsfläche zu belassen. Allerdings sollte ein PMS von >1,5 cm Höhe verkleinert werden, beispielsweise mittels einer kombinierten quadrangulären Resektion des maximal prolabierenden Segmentes und einer «sliding plasty», um einer SAM vorzubeugen (Abb. 3 ) . Durch das Zusammenbringen der Schnittländer der quadrangulären Resektions-

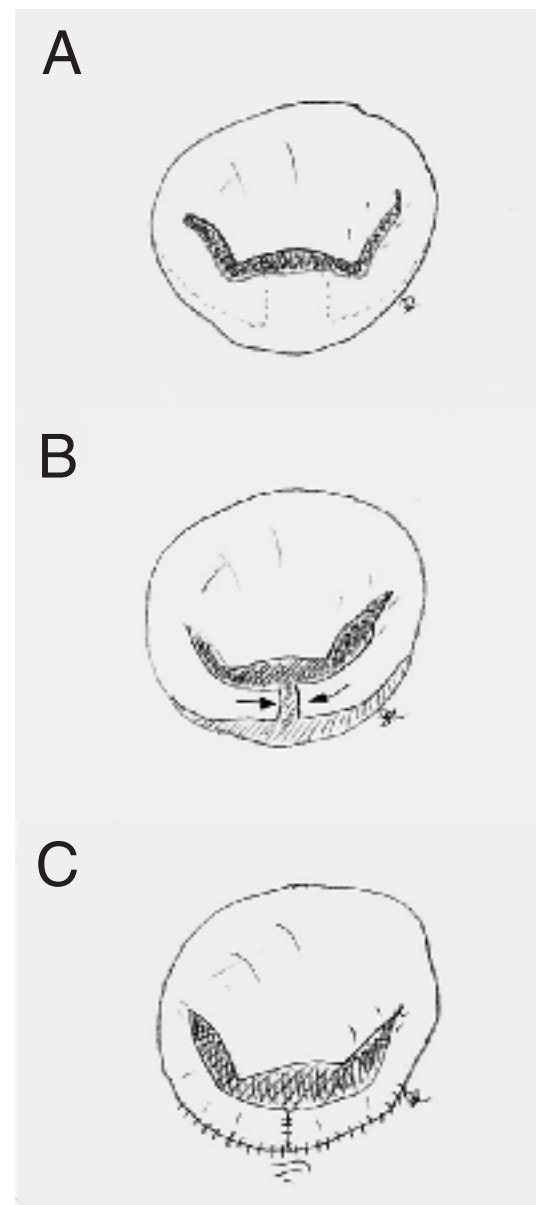


Abbildung 3

Sliding plasty: nach quadrangulärer Resektion von P₂ (A; gestrichelte Linie: Schnittführung) werden P₁ und P₃ entlang des Anulus abgelöst (B), höhenreduziert und mittels versetzter Nahttechnik zur Verkleinerung der entstandenen Lücke wieder am Anulus fixiert (C).

zone wird ein Restprolaps in der Regel automatisch korrigiert. Die Technik der Papillarmuskelreposition (Abb. 4A–C) hat sich besonders bei der myxoiden Degeneration als sehr nützlich erwiesen, weil simultan mehrere prolabierende Segelsegmente effizient korrigiert werden können, inklusive der häufig auch betroffenen sehr schwierig zu korrigierenden Kommissuren. Ein weiterer Vorteil besteht in der Einfachheit des Abschätzens der für die Korrektur benötigten Versetzungsdistanz.

Um bei einem Prolaps von >1 cm Grösse die entsprechende Distanz herstellen zu können, muss der betroffene Papillarmuskelkopf vollständig isoliert werden, indem man «falsche», zur freien Ventrikelwand ziehende Sehnenfäden durchtrennt und von den benachbarten Papillarmuskelköpfen durch eine tiefe Vertikalinzision trennt. Die Reposition erfolgt danach mit Hilfe von perikardunterfütterten Polypropylen-U-Nähten, die durch die fibröse Spitze des Papillarmuskelkopfes und dann durch den entsprechend verlagerten Verankerungspunkt am benachbarten Kopf geführt werden (Abb. 2).

Sollte ein meist durch unterschiedlich elongierte Primärsehnenfäden bedingter residueller Prolaps nach der Reposition persistieren, kann das Versetzen von Sekundärsehnenfäden oder der Einsatz von künstlichen Sehnenfäden aus Gore-Tex® erfolgversprechend sein. Jede MKR wird durch einen Anuloplastierung abgestützt. Dieser korrigiert zum einen eine vorliegende Anulusdilatation und hat zum anderen die Aufgabe, sowohl den systolischen Anulusdurchmesser als auch dessen D-Form wiederherzustellen. Eine erfolgreiche MKR einer degenerativ bedingten MI erfüllt idealerweise die folgenden Kriterien: eine hohe Koaptationszone zwischen A_2 und P_2 von >6 mm, keine residuelle MI und ein transmitraler Gradient von <6 mm Hg.

Die chronische ischämische Mitralinsuffizienz

Sowohl die Indikationen als auch die anzuwendenden Behandlungsverfahren bei einer iMI sind weiterhin Gegenstand kontrovers geführter Diskussionen. Die Erkenntnis, dass sich eine wesentliche iMI mit einer Koronarrevaskularisation allein, ob interventionell oder chirurgisch, nicht spontan verbessert, erfährt zurzeit zunehmende Unterstützung. Wie andere behandeln wir die iMI dann, wenn eine EROA von >20 mm² oder ein RVol von >30 ml beim wachen Patienten im Rahmen einer chronischen Ischämie mittels TTE in Ruhe demonstriert werden kann [1]. Basierend auf dem Artikel von Lam chronifiziert eine iMI ungefähr sechs Wochen nach einem akuten Myokardinfarkt. Eine bereits vor Ablauf von sechs Wochen nach einem Infarkt bestehende iMI wird von uns nur bei schweren Formen mit

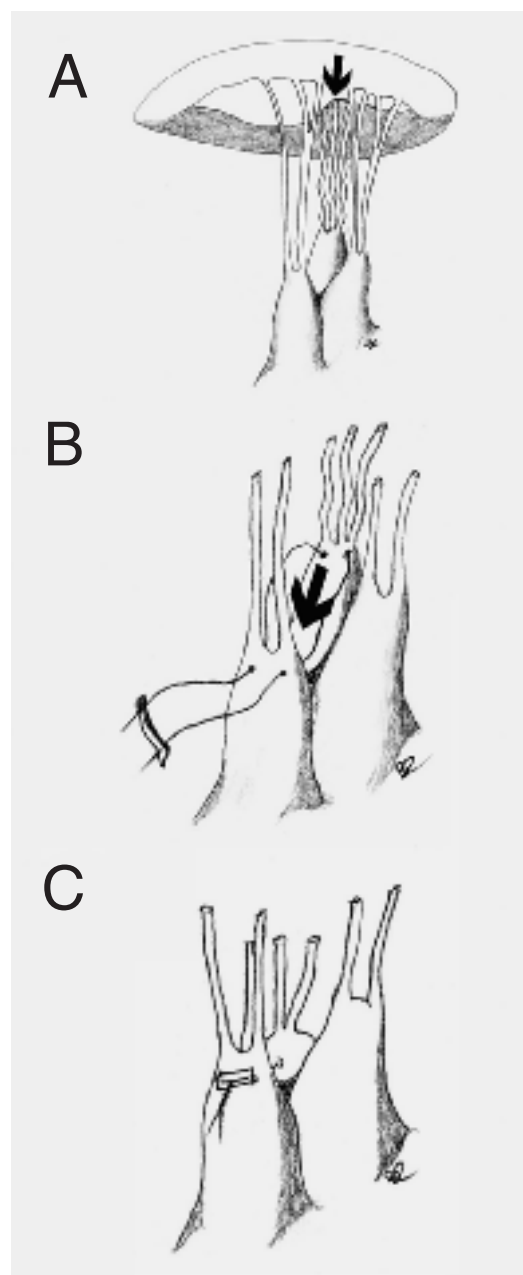



Abbildung 4

Technik der mitralen Papillarmuskelreposition.

- A) Elongierte Sehnenfadengruppe mit Prolaps eines Segelanteils (Pfeil).
- B) Vorlegen einer U-Naht zur Reposition, um die Sehnenfadenelongation zu korrigieren (Pfeil).
- C) Endresultat mit reponiertem Papillarmuskel.

einer EROA von >40 mm² oder einem RVol von >60 ml behandelt, weil leichtere Formen in bis zu 50% der Fälle von akuten Myokardinfarkten auftreten und spontan wieder verschwinden können. Typischerweise zeigen Patienten mit einer iMI eine morphologisch normale Mitralklappe, einen vergrößerten LV und eine mindestens mittel-schwer eingeschränkte systolische Funktion. Die Korrektur der iMI wurde bis vor kurzem mittels der sogenannten restriktiven Mitralanuloplastie vorgenommen, indem ein um zwei Grössen klei-

nerer konventioneller Anuloplastierung eingesetzt wurde. Damit sollte vor allem eine Reduktion des septolateralen Durchmessers erreicht werden, um die Verziehung der Segel in den Ventrikel, den sogenannten «tethering effect» auszugleichen. Andere Autoren propagieren zudem das Durchtrennen sekundärer Sehnenfäden, um das Segel zu befreien. Frühresultate aus der Cleveland Clinic haben vor allem eine Abnahme der Notwendigkeit von Herztransplantationen und eine Verbesserung der LV-Funktion gezeigt [3]. Allerdings konnte durch diese Behandlung nicht immer ein «reverse remodelling» des Ventrikels erreicht werden, und in vielen Fällen trat die iMI wieder auf.

Mit der Neuentwicklung spezifischer Anuloplastierungsergebnisse erhofft man sich wesentlich bessere Resultate. Sowohl der ETlogix™- als auch der GeoForm™-Ring (Edwards Lifesciences Inc., Irvine, CA, USA) wurden so konzipiert, dass der «tethering effect» auf Anulusebene aufgefangen und die Wand des Ventrikels über den subvalvulären Apparat wieder nach innen und oben gezogen wird (Abb. 5A, B ). Interessanterweise haben computerunterstützte Modelle nach der Korrektur mit diesen Ringen nicht etwa erhöhte, sondern deutlich reduzierte Spannungswerte des subvalvulären Apparates ergeben. Zudem konnte sowohl in tierexperimentellen als auch in klinischen Studien eine deutliche Verkleinerung und Umformung des LV hin zu einer sphärischen Form mit verbesserter Funktion nachgewiesen werden. Die neueste Generation spezifischer Ringe wie der GeoForm™ soll weiter durch seine symmetrische Form sowohl die eher zentrale Insuffizienz als Folge der dilatativen Kardiomyopathie als auch die eher exzentrische Insuffizienz bei der ischämischen Kardiomyopathie erfolgreich korrigieren können (Abb. 5B). Das Coapsys® device (Myocor® Inc., Maple Grove, MN, USA) zielt vor allem auf eine drastische Reduktion des septolateralen Durchmessers des Mitralanulus ab – ein Konzept, das von Kiyotaka Fukamachi stammt – und hat im Tierversuch gute Resultate gezeigt.

Trotz dieser vielversprechenden neuen Instrumente bleibt die Frage offen, ab wann ein LV zu schlecht und zu dilatiert ist, um von einer isolierten Korrektur der MI noch zu profitieren und selbst auch behandelt werden soll, denn die iMI ist letztlich ein ventrikuläres und nicht ein valvuläres Problem. Im Fall einer ischämischen Kardiomyopathie gilt es, gleichzeitig eine vollständige Revaskularisation vorzunehmen und ausgedehnte aneurysmatische Infarktarnen im Sinne eines Dor-Verfahrens zu resektieren. Darüber hinaus kann mit dem Acorn-Netz (St Paul Cardiovascular Institute, St Paul, MN, USA) zumindest eine weitere Dilatation des Herzes verhindert und in ausgewählten Fällen auch eine Verbesserung der LV-Funktion erreicht werden.

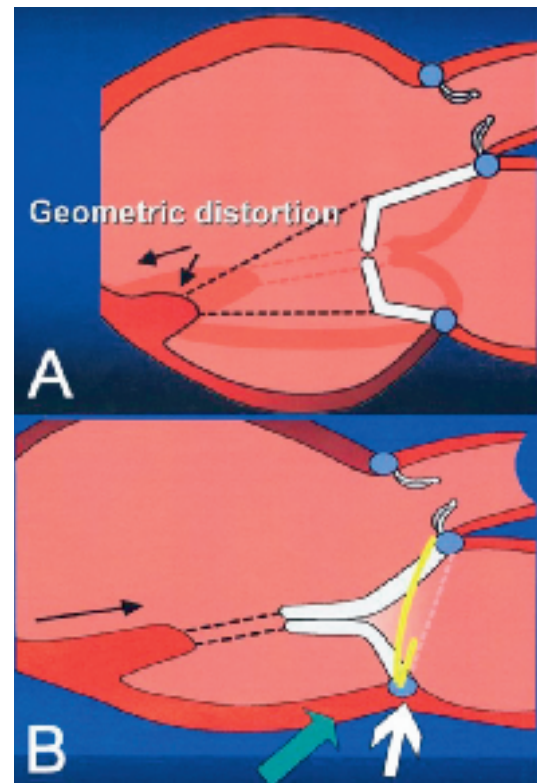


Abbildung 5

Ischämische Mitralinsuffizienz.

- A) Papillarmuskelverlagerung nach apikal und lateral (schwarze Pfeile) mit folgender Verziehung der Mitralklappensegel (sog. «tethering effect») bei Dilatation des linken Ventrikels.
- B) Effekte des GeoForm™-Rings: «reverse remodelling» der posterioren Ventrikelwand (grauer Pfeil) mit Reposition des Papillarmuskelapparates (schwarzer Pfeil) und Anuloplastie mit Reduktion des septolateralen Durchmessers (weisser Pfeil).

Zusätzliche Verfahren

Ablationsverfahren

Vorhofflimmern (VHF) oder -flattern tritt im Verlauf einer chronischen MI praktisch immer auf. Während der 1980er Jahre wurde das sogenannte Maze-Verfahren für die chirurgische Behandlung des VHF entwickelt [4]. Obschon damit in bis zu 95% der Fälle ein regelmässiger Vorhofrhythmus wiederhergestellt werden konnte, fand es wegen seiner grossen chirurgischen Komplexität wenig Verbreitung. In den letzten Jahren wurden jedoch zahlreiche Techniken entwickelt, mit deren Hilfe transmurale Vorhofablationslinien mittels Radiofrequenz-, Kryo-, Laser- oder Ultraschallenergie gesetzt werden können. Die vollständige elektrische Isolation wird aber erst durch die Vernarbung während der Heilungsphase erreicht. Es ist deshalb nicht ungewöhnlich und auch nicht als Fehlschlag zu interpretieren, wenn innerhalb der ersten sechs bis neun Monate postoperativ erneut VHF auftritt. Die Elektrokonversion ist daher frühestens nach sechs Monaten und die

definitive Beurteilung des Behandlungsergebnisses erst nach neun bis zwölf Monaten sinnvoll. Solange sollten Patienten nach dem Ablationsverfahren auch antikoaguliert bleiben.

Unabhängig von der verwendeten Technik liegt die Erfolgsrate insgesamt bei ungefähr 80% [5], beim VHF infolge einer Mitralpathologie ist sie höher (85%) als mit einer koronaren Herzkrankheit (60%). Auch wenn in Einzelfällen über Ösophagusrupturen und in 6–15% über eine Schrittmacherimplantation, meist aufgrund der Demaskierung einer zugrundeliegenden Sinusknotendysfunktion, berichtet wird, werden Ablationsverfahren heute als sicher und effizient zur Behandlung des VHF angesehen.

In Anbetracht einiger offener Fragen im Zusammenhang mit den Ablationsverfahren empfehlen wir zum aktuellen Zeitpunkt folgende Nachbehandlung: Weil frische Ablationsläsionen sehr thrombogen sind, wird bereits sechs bis neun Stunden postoperativ mit einer therapeutischen Heparinisierung begonnen und eine überlappende perorale Antikoagulation mit Kumarinen in den ersten zwei bis fünf Tagen eingeleitet, die für mindestens sechs bis neun Monate in einem Ziel-INR-Bereich von 2,5–3,5 beibehalten wird. Ein stabiler Vorhofrhythmus soll mit wiederholten 24-Stunden-EKGs dokumentiert und eine Echokardiographie den Ausschluss von linksatrialen Thromben aufzeigen, bevor die Antikoagulation abgesetzt wird. Der Nachweis einer Vorhoftransportfunktion ist unseres Erachtens nicht nötig. Wir befürworten die prophylaktische Gabe eines niedrigdosierten Betablockers für zwölf Monate. Beim Rezidiv wird ein Elektrokonzversionsversuch frühestens nach sechs Monaten und unter Amiodaronbehandlung empfohlen.

Trikuspidalrekonstruktion

Eine Trikuspidalinsuffizienz (TI) tritt bei bis zu 53% der Patienten mit einer MI und in bis zu 68% der Fälle im Spätverlauf nach einer Mitralchirurgie auf. Sie ist häufig funktionell als Folge einer Anulusdilatation bei einer RV-Erweiterung unter erhöhter Nachlast bei pulmonaler Hypertonie. Wegen der ernsten Langzeiteffekte mit einer Erhöhung der Mortalität und einer andauernden Morbidität nach der Mitralchirurgie sollte die TI aggressiv mitbehandelt werden [6]. Zudem haben mehrere Studien gezeigt, dass sie durch die erfolgreiche Behandlung der Mitralklappe nicht eliminiert wird. Die Prävention einer schweren TI ist sehr wichtig, zum einen wegen deren hohen Mortalität bei einer späteren chirurgischen Behandlung, zum anderen wegen der schlechten Langzeitergebnisse nach der Reoperation infolge einer TI. Ein Trikuspidalanulus von $>21 \text{ mm/m}^2$ BSA (body surface area, Körperoberfläche) gilt als schwer dilatiert und sollte deshalb unabhängig vom aktuellen Schweregrad der TI ebenfalls korrigiert werden. Zur Behandlung der funktionellen TI hat sich der Einsatz

eines rigiden Anuloplastierings gegenüber anderen Techniken sowohl hinsichtlich Dauerhaftigkeit als auch bezüglich der Reproduzierbarkeit als überlegen erwiesen. Die damit erzielten Resultate sind durchwegs sehr gut und erhöhen die Risiken des Eingriffs nicht [7].

Alternative Methoden

Die mediane Sternotomie ist vielerorts der Standardzugang der Mitralchirurgie. Allerdings wurden in den letzten Jahren alternative Zugänge und Methoden entwickelt. Mit dem Chitwood-Verfahren [8] wird über eine 6–8 cm lange anterolaterale Thorakotomie rechts eingegangen. Die Herz-Lungen-Maschine wird inguinal angeschlossen und die Aorta ascendens direkt mit einer speziellen Aortenklamme abgeklemmt. Die Mitralklappe wird durch eine Linksatriotomie mit Hilfe eines über einen separaten Thorakoport eingeführten Retraktors exponiert. Weil ein gezieltes Entlüften der linksseitigen Herzhöhlen mit diesem Zugang nicht möglich ist, wird das gesamte Verfahren unter Insufflation von CO_2 in die Thoraxhöhle vorgenommen.

Die MKR unterscheidet sich in Prinzip und Technik nicht von den oben beschriebenen und wird unter direkter Sicht durchgeführt, benötigt aber die Zuhilfenahme spezieller, langer Instrumente. Dieses Verfahren wird mittlerweile aufgrund der guten erzielten Resultate als sicher, vielseitig, attraktiv für Patienten und für motivierte Chirurgen als leicht erlernbar betrachtet.

Einen wesentlichen Schritt weiter gehen die rein thorakoskopischen videoassistierten Methoden. Die Herz-Lungen-Maschine wird mit dem dafür entwickelten Heartport®-System (Heartport Inc., Redwood City, CA, USA) über eine femorale und zervikale Kanülierung angeschlossen und die Aorta ascendens mit einem speziellen Endoballon okkludiert. Die Installation dieser Systeme erfordert viel Zeit und Erfahrung. Zudem hat sie sich als nicht ganz gefahrlos erwiesen, wurden doch selbst von erfahrenen Operateuren mehrere Todesfälle, vor allem wegen technischer Schwierigkeiten, Verrutschens des Endoballons und Aortendissektionen beschrieben. Wegen seiner Komplexität und der Schwierigkeit des Erlernens und Umsetzens hat sich dieses Verfahren nicht verbreitet, obwohl vielversprechende Resultate publiziert wurden [9]. Dabei muss einmal mehr betont werden, dass kosmetische Überlegungen allein keinen Platz in der Herzchirurgie haben sollten, und dass «High Tech» keine Garantie für ein minimales Risiko darstellt.

Ausblick

Heute wird die Indikationsstellung zur chirurgischen Intervention bereits bei einer mittelschweren MI diskutiert. Man verspricht sich damit bei jüngeren Patienten mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen MKR das Verhindern des Auftretens von VHF, pulmonaler Hypertonie und TI sowie geringere perioperative Risiken. Dieser Vorschlag entspricht einer Weiterführung des Ansatzes von Christophe Tribouilloy, der bereits wesentlich weiter geht als die amerikanischen Kollegen [10].

Durch die Entwicklung neuer Operationsmethoden besteht zweifelsohne einerseits eine Tendenz zur komplexeren MKR, andererseits aber auch zu einer steigenden Rekonstruktionsrate im Verhältnis zum Klappenersatz. Zunehmende Aufmerksamkeit erfährt auch die iMI im Rahmen der ischämischen oder dilatativen Kardiomyopathie. Dabei wird in naher Zukunft nicht nur das Problem der optimalen Patientenselektion gelöst, sondern auch Behandlungskonzepte bei schwer dilatiertem LV mit eingeschränkter Funktion weiterentwickelt werden müssen. Hier werden bald die definitiven Resultate laufender Studien (z.B. zu Acorn oder Myosplint® [Myocor® Inc., Maple Grove, MN, USA]) erwartet.

Literatur

- 1 Grigioni F, Enriquez-Sarano M, Zehr KJ, Bailey KR, Tajik AJ. Ischemic mitral regurgitation: long-term outcome and prognostic implications with quantitative Doppler assessment. *Circulation*. 2001;103(13):1759–64.
- 2 Dreyfus GD, Bahrami T, Alayle N, Mihealainu S, Dubois C, et al. Repair of anterior leaflet prolapse by papillary muscle repositioning: a new surgical option. *Ann Thorac Surg*. 2001;71(5):1464–70.
- 3 Bolling SF. Mitral valve reconstruction in the patient with heart failure. *Heart Fail Rev*. 2001;6(3):177–85.
- 4 Cox JL. Surgical treatment of atrial fibrillation: a review. *Europace*. 2004;5(Suppl 1):S20–9.
- 5 Deneke T, Khargi K, Grewe PH, Kuschwitz F, Laczkovics A, et al. Antiarrhythmic surgery to cure atrial fibrillation – subgroups and postoperative management. *Card Electrophysiol Rev*. 2003;7(3):259–63.
- 6 Frater R. Tricuspid insufficiency. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2001;122(3):427–9.
- 7 Dreyfus GD, Corbi PJ, Chan KM, Bahrami T. Secondary tricuspid regurgitation or dilatation: which should be the criteria for surgical repair? *Ann Thorac Surg*. 2005;79(1):127–32.
- 8 Chitwood WR Jr. Current status of endoscopic and robotic mitral valve surgery. *Ann Thorac Surg*. 2005;79(6):S2248–53.
- 9 Casselman FP, Van Slycke S, Wellens F, De Geest R, Degrieck I, et al. Mitral valve surgery can now routinely be performed endoscopically. *Circulation*. 2003;108(Suppl 1):II48–54.
- 10 Enriquez-Sarano M, Avierinos JF, Messika-Zeitoun D, Detaint D, Capps M, et al. Quantitative determinants of the outcome of asymptomatic mitral regurgitation. *N Engl J Med*. 2005;352(9):875–83.

Das vollständige Literaturverzeichnis [1–33] finden Sie in der Onlineausgabe dieses Artikels unter www.medicalforum.ch.

Korrespondenz:

PD Dr. med. Pascal A. Berdat
Klinik und Poliklinik für
Herz- und Gefässchirurgie
Schweizer Herz- und
Gefässzentrum Bern
Inselspital
Freiburgstrasse 14
CH-3010 Bern
pascal.berdat@insel.ch