

Kateterbehandling vid aortastenos och mitralisinsufficiens

JANNE RAPOLA, SEBASTIAN DAHLBACKA OCH MIKA LAINE

Kateterbehandling av aortaklaffen med biologiskt aortaklaffbyte (transcatheter aortic valve implantation, TAVI) har ökat rejält de senaste åren och blivit behandlingsstandard för patienter som bedömts ha förhöjd operationsrisk (1). I patientvalet har vi på HUS följt de europeiska behandlingslinjerna. Det innebär att hjärtteamet bestående av kardiologer och hjärtkirurger tillsammans fattar beslutet om behandlingsmetod och att patienter under 75 år i första hand behandlas kirurgiskt. Nya forskningsresultat visar att yngre lågriskpatienter kan behandlas med minst lika goda resultat (dödlighet, stroke, rehospitalisering) som vid kirurgiska aortaklaffbyten (surgical aortic valve replacement, SAVR) ett år efter åtgärden (2, 3). Långtidsresultat från TAVI finns dock ännu inte. Med beaktande av att SAVR med biologisk klaff ger goda resultat på upp till 20 års sikt (4), får vi fortfarande vänta länge innan vi verkligen kan dra några slutsatser om det bästa behandlingsalternativet för lågriskpatienter.

När det gäller mitralisklaffen är behandlingen tekniskt sett svårare, eftersom mitralisklaffen är sämre tillgänglig via kateter och eftersom den strukturellt och funktionellt är mer komplicerad än aortaklaffen. Än så länge grundar sig den enda allmänt använda behandlingen på att foga ihop klaffbladen med clips vid läckagestället. För behandlingen lämpar sig patienter med mitralisprolaps som är i för dåligt tillstånd att opereras, och patienter med svår (sekundär) mitralisinsufficiens i samband med hjärtsvikt. Rätt utvalda patienter har nytta av denna behandling för både symtom och prognos. Konstgjorda klaffar som appliceras via kateter i mitralisläget är under utveckling, men det är fortfarande lång väg till mer utbrett kliniskt bruk.

Inledning

Utvecklingen av invasiv behandling av klaffel har i hög grad gått från öppen hjärtkirurgi till kateteringrepp. Särskilt behandlingen av aortastenos har revolutionerats i och med att katetertechnikerna har tagits fram. Utvecklingen av kateterbehandlingar för mitralisinsufficiens har gått långsammare och än så länge används bara en teknik mer allmänt. Vi behandlar situationen för kateterbehandlingar separat för dessa klaffel.

SKRIBENTERNA

Janne Rapola, MD, specialist i inre medicin och kardiologi, Hjärt- och lungcentrum, HUS.

Sebastian Dahlbacka, MD, specialist i hjärt-, thorax- och kärlkirurgi, Hjärt- och lungcentrum, HUS.

Mika Laine, docent, specialist i inre medicin och kardiologi, överläkare i kardiologi, Hjärt- och lungcentrum, HUS.

Aortastenos

Aortastenos orsakar en tryckgradient mellan vänster kammare och aorta. Tillståndet är oftast progressivt, och därför är uppföljning av dessa patienter ytterst viktigt. En åtgärd är indicerad om tryckgradienten blir betydande (medelgradient > 40 mmHg, flödes hastighet > 4 m/s eller öppningsareal för aortaklaffen < 1 cm²) och patienten utvecklar symtom. Konservativt behandlad orsakar en symtomatisk, betydande aortastenos snabbt hjärtsvikt och upp till 50 procents mortalitet inom ett år från uppkomsten av symtom (5). Enda undantaget för att inte göra TAVI eller SAVR på en symtomatisk aortastenopatent är att den förväntade kvalitativa livslängden är mindre än ett år till följd av komorbiditeter (1).

Val av åtgärdsmetod

Vid valet av åtgärdsmetod bör dels patient-specifika aspekter, den individuella risken för kirurgi och genomförbarheten av TAVI, dels lokal expertis och resultat (tabell 1) tas i beaktande. Valet görs av ett hjärtteam bestå-

Tabell 1. Aspekter som hjärtteamet bör ta i beaktande före val av åtgärdsmetod.

	Förespråkar TAVI	Förespråkar SAVR
Patientkaraktäristik		
STS/Euroscore II riskpoäng < 4 %		✓
STS/Euroscore II riskpoäng ≥ 4 %	✓	
Ålder < 75 år		✓
Tidigare hjärtkirurgi	✓	
Anatomiska och tekniska aspekter		
God access för transfemoral TAVI	✓	
Följd av strålbehandling	✓	
Porslinaorta	✓	
Förväntad patient-protesmismatch	✓	
Svår bröstkorgsdeformation eller skolios	✓	
Behov av annan öppen hjärtkirurgi		
Endokardit		✓
Betydande kranskärlssjukdom		✓
Betydande mitralisklaffsjukdom		✓
Betydande trikuspidalisklaffsjukdom		✓
Ascenderande aortaaneurysm		✓
Septal hypertrofi och myektomibehov		✓

Modifierad från Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, De Bonis M, Hamm C, Holm PJ: 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. Eur Heart J. 2017 Sep 21;38(36):2739–2791

ende av både kardiologer och hjärtkirurger i samförstånd med patienten.

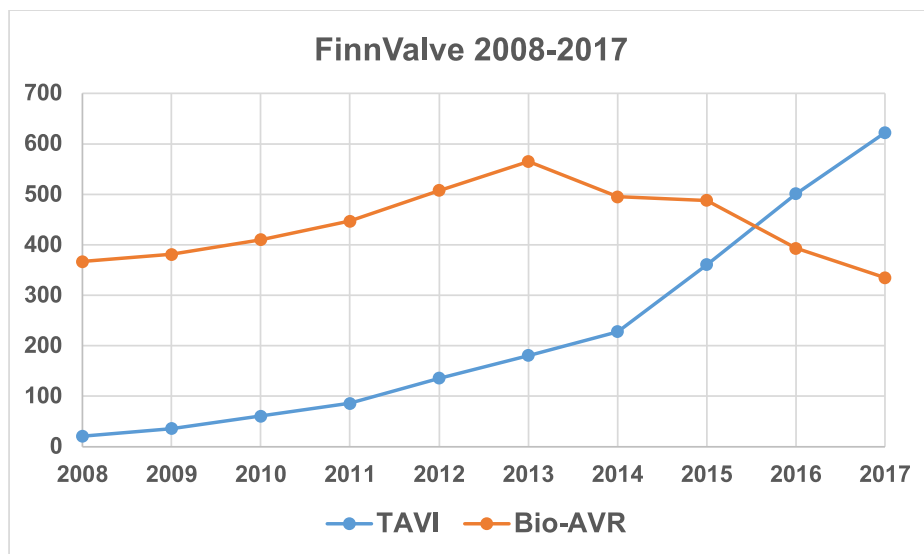
Kirurgiskt aortaklaffbyte och valve-in-valve

Biologisk SAVR rekommenderas för patienter i ålderskategorin 65–75 år (1). Fördelen med en biologisk aortaklaffprotes jämfört med en mekanisk klaffprotes är att den inte kräver livslång antikoagulantabehandling, men dess hållbarhet är inte lika bra som med en mekanisk klaffprotes. Fastän risken för klaffdegeneration finns, ökar andelen biologiska SAVR på bekostnad av mekaniska SAVR också i ålderskategorin 60–65 år, dels på grund av att behandlingslinjerna rekommenderar att patientens önskemål bör få inverka, dels på grund av att de flesta patienter önskar en klaff som inte kräver livslång antikoagulantabehandling. Också möjligheten att göra TAVI med så kallad valve-in-valve inverkar på valet, det vill säga att den gamla degenererade biologiska aortaklaffen ersätts senare med kateterteknik. I detta tankesätt bör det dock beaktas att dödligheten ett år efter valve-in-

valve-åtgärden kan vara upp till 25,2 procent (6), om man i den primära operationen har satt in en för liten (≤ 21 mm) klaffprotes. På HUS gjordes 9 procent av alla TAVI med valve-in-valve 2020. Fastän SAVR via full sternotomi anses vara den gyllene standarden, har aortaklaffkirurgin också utvecklats och många centra profilerat sig inom miniinvasiva aortaklaffoperationer (7). Med denna metod har man kunnat påvisa att patienterna ofta kan hemförlovas tidigare och att smärtorna och andningsfunktionen är bättre. En del kirurgiska aortaklaffproteser lämpar sig enkom för sådana åtgärder i och med att de inte behöver sys ner i aortaanulus, utan kan precis som TAVI snabbt avlossas. Fördelen i jämförelse med TAVI är att paravalvulärt läckage minskar när man rensar bort kalken och att behovet av bestående pacemaker är mindre (8).

TAVI

Ingreppen med TAVI påbörjades i Finland 2008, och de nationella volymerna har ökat betydligt de senaste åren (figur 1). År 2017



Figur 1. Utvecklingen av kateterbehandling vid aortastenosis (TAVI) i Finland 2008–2017.

gjordes sammanlagt drygt 600 TAVI-ingrepp i Finland, vid det laget betydligt fler än öppna aortaklaffoperationer (9). Inom HUS har vi de senaste två åren gjort 300 TAVI per år. Till en början behandlades endast högriskpatienter (Society of Thoracic Surgeons, STS, kalkylerad dödsrisk $\geq 8\%$) med TAVI (10, 11), men nu behandlas också allt fler patienter med intermediär risk (STS score $\geq 4\%$) (12, 13). De facto tycks vi inom HUS också ha börjat behandla lågriskpatienter med TAVI (STS score $< 4\%$), eftersom medelvärde för STS-riskpoäng 2019 var $4,3 \pm 2,0$, medan det 2020 var $3,3 \pm 1,7$. Medelåldern för patienterna har trots det kretsat runt 80 (2019 var medelåldern 80,3 år och 2020 var den 79,7 år).

Den största fördelen med TAVI är att den perioperativa dödligheten är lägre hos högriskpatienter (10) än med öppen aortaklaffkirurgi. I en del studier är dödligheten fortfarande lägre ett och tre år efter åtgärden (14, 15). Grupperna TAVI vs. SAVR verkar jämsa ut sig med tiden så att dödsrisken fem år efter TAVI respektive SAVR är lika (16). När det gäller yngre (medelåldern för patienterna i de aktuella studierna var 73–74 år) lågriskpatienter är än så länge endast 1-årsresultat tillgängliga. Enligt dem är TAVI en minst lika säker metod som SAVR (2, 3). Samtidigt bör man beakta att unga patienters anatomi skiljer sig ofta från äldre patienters (fler bikuspidalklaffar), vilket inverkar negativt på TAVI-resultaten, och att just dessa bikuspidalpatienter utesluts ur prospektiva TAVI-studier. Vidare bör det beaktas hur man senare ska göra när den

biologiska TAVI-klaffen degenererar femton år efter ingreppet. – Blir det en ny valve-in-valve eller SAVR och hur får man efter dessa tillgång till koronaraccess?

Kärlkomplikationer, behov av insättning av bestående pacemaker och paravalvulärt läckage är vanligare komplikationer hos TAVI-patienter, medan svår blödning, akut njursvikt och nytt förmaksflimmer är vanligare hos SAVR-patienter (17). När det gäller risken för stroke verkar det inte vara någon skillnad mellan TAVI och SAVR (13).

Alla patienter som eventuellt kan behandlas med TAVI genomgår en TAVI-CT. På basis av den kan hjärteamet planera och välja den rätta TAVI-klaffen till patienten. Inom HUS sattes 2020 nästan 60 procent in med ballongdilaterad TAVI och resten, 40 procent, med självdilaterande TAVI. Det vanligaste sättet att genomföra TAVI är att föra upp den nya klaffen via en kateter från lumsken, alltså transfemoralt. Inom HUS gjordes 98 procent transfemoralt 2020. Vid perifer arterioskleros och trånga accesskärl används ofta kirurgiska accessrutter, bland de vanligaste är transapikalt via en liten torakotomi. Inom HUS gjordes 2 procent med den metoden 2020. Andelen kirurgiska TAVI har progressivt minskat under åren, dels på grund att instrumentationen har utvecklats (lägre profil på katetrarna och klaffarna), dels på grund att vi samtidigt har gjort ballongdilataationer och stentinsättningar på trånga iliacakärl. De facto verkar TAVI via den transfemorala accessrutten ge färre fall av stroke och lägre

dödlighet än SAVR, vilket inte var fallet med transapikala populationen (12).

På HUS Mejls sjukhus görs TAVI-åtgärderna både i operationssalen och på hjärtstationen, ungefär hälften var. Planeringen och själva ingreppet görs i samarbete mellan kardiologer och hjärtkirurger. Transfemorala ingrepp görs endast i lokalbedövning, och processen har finlipats för att vara snabb och smidig, så att vi utför 4–5 ingrepp i en sal per dag. Jämförelsevis kan det sägas att vi gör ett SAVR-ingrepp per operationssal och dag. TAVI-patienterna återhämtar sig för det mesta fort och den icke-komplicerade majoriteten kan hemförlovas tryggt redan följande dag (18). Genomsnittstiden för sjukhusvistelsen var 2,8 dagar år 2020. Vid utdragen sjukhusvistelse inverkar exempelvis behovet av insättning av bestående pacemaker, vilket legat kring 6 procent de senaste åren på HUS samt utveckling av kärlkomplikationer, vars incidens också markant sjunkit inom HUS från cirka 7,5 till 1,5 procent efter introduktion av en ultraljudsledd MANTA-kärlförslutningsapparat (19). Icke-komplicerade kirurgiska patienter vårdas däremot oftast en vecka på sjukhus innan hemförloving.

Mitralisinsufficiens

Behandling med kateter är fortfarande klart mindre vanlig vid mitralisinsufficiens än vid aortastenosen. Den främsta orsaken är att mitralisklaffen har en komplex struktur och funktion samt att den är svårare att nå med kateter. Med de katetertekniker som för närvarande är tillgängliga närmar man sig mitralisklaffen via en ven, och ingreppet kräver således att förmaksseptum penetreras (transseptal punktion). Konstgjorda strängar (chordae) kan läggas in via hjärtspetsen, och det finns redan nu en konstgjord klaff som opereras in på detta sätt. Dessa transapikala ingrepp kräver dock hjärtkirurgi och operationssalsförhållanden, och den kliniska erfarenheten är fortfarande begränsad.

Mitralisinsufficiens delas in i två grupper beroende på grundorsaken: vid primär mitralisinsufficiens är klaffstrukturerna patologiska, oftast prolaps av klaffbladen. Prolaps är förknippad med att sensträngarna (chordae tendinae) tänjs ut eller rent av brister. Med tiden utvidgas också mitralisanulus. Vid sekundär mitralisinsufficiens är klaffstrukturerna i stort sett normala, medan de omgivande strukturerna förhindrar klaffens normala funktion. Den vanligaste orsaken är skador på vänster

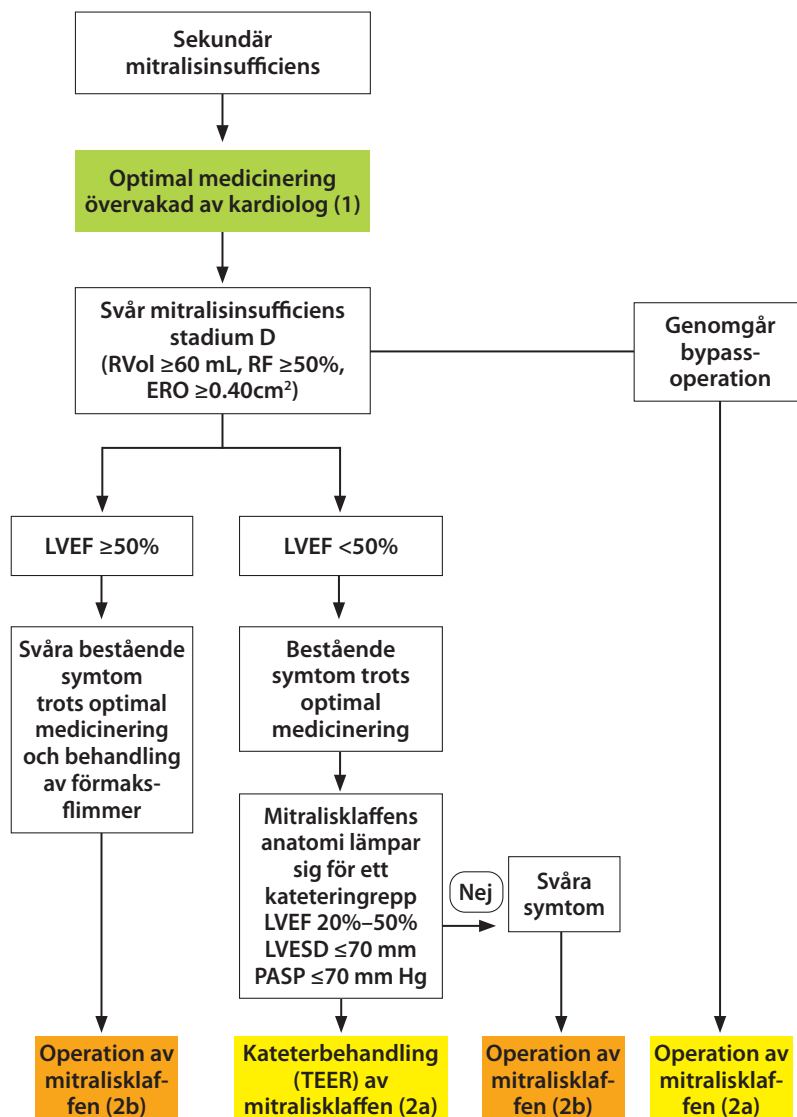
kammare på grund av hjärtinfarkt eller utvidgning till följd av dilaterad kardiomyopati. När kammaren utvidgas ökar avståndet mellan papillarmuskulerna och klaffen, vilket gör att sensträngarna spänns och hindrar klaffen från att slutas normalt. När anulus samtidigt utvidgas är följden en tilltagande mitralisinsufficiens (20). Som termen anger är sekundär insufficiens således resultatet av någon annan hjärtsjukdom. Primär och sekundär mitralisinsufficiens skiljer sig från varandra vad gäller både etiologi och behandling (21).

Hörnstenen vid reparation av primär mitralisinsufficiens är öppen hjärtkirurgi, med målet att reparera klaffen och att stödja anulus med en ring (anuloplastik). Om ett bra plastikresultat inte kan förväntas eller inte uppnås, opereras en konstgjord klaff in. Om den kirurgiska behandlingen av svårt symptomgivande mitralisprolaps medför mycket höga risker, kan mitralisprolapsen också behandlas med kateter, om klaffens anatomi är lämplig och patientens förväntade livslängd är större än ett år (22, 21).

Den optimala behandlingen av sekundär mitralisinsufficiens är inte entydig, eftersom klaffinsufficiensen bara är en del av den samlade sjukdomsbilden. Klaffkirurgi kommer på fråga främst i samband med bypassoperation. Eftersom dysfunktion i vänster kammare är central för klaffinsufficiensens patofysiologi kommer läkemedelsbehandling av hjärtsvikt i första hand, och kardiell resynkroniseringsbehandling (CRT) bör vid behov utföras före kateteringrepp på klaffen (figur 2) (20).

MitraClip®

Den mest använda och bäst dokumenterade behandlingen är att med clips fästa kanten på mitralisklaffens blad från mitten av klaffen med MitraClip®-metoden (figur 3). Förebilden för ingreppet kan anses vara den av hjärtkirurgen Alfieri utvecklade metoden att kirurgiskt sammanfoga klaffkanterna (Alfieri Stitch). Den första randomiserade studien som jämförde MitraClip med kirurgi publicerades redan för tio år sedan (23). Även om studien visade att kateterbehandling är säker och effektiv, var resultaten av behandlingen sämre än för kirurgi. Behandling med MitraClip ses nu för tiden som ett behandlingsalternativ för patienter som inte lämpar sig för öppen hjärtkirurgi (på grund av operationsrisker), eller om kirurgisk behandling inte anses vara ändamålsenlig (sekundär blödning, vänsterkammarsvikt) (24, 21, 20).



Figur 2. Vårdväg för sekundär mitralisinsufficiens, bearbetning efter rekommendation från amerikanska kardiologföreningen (21).

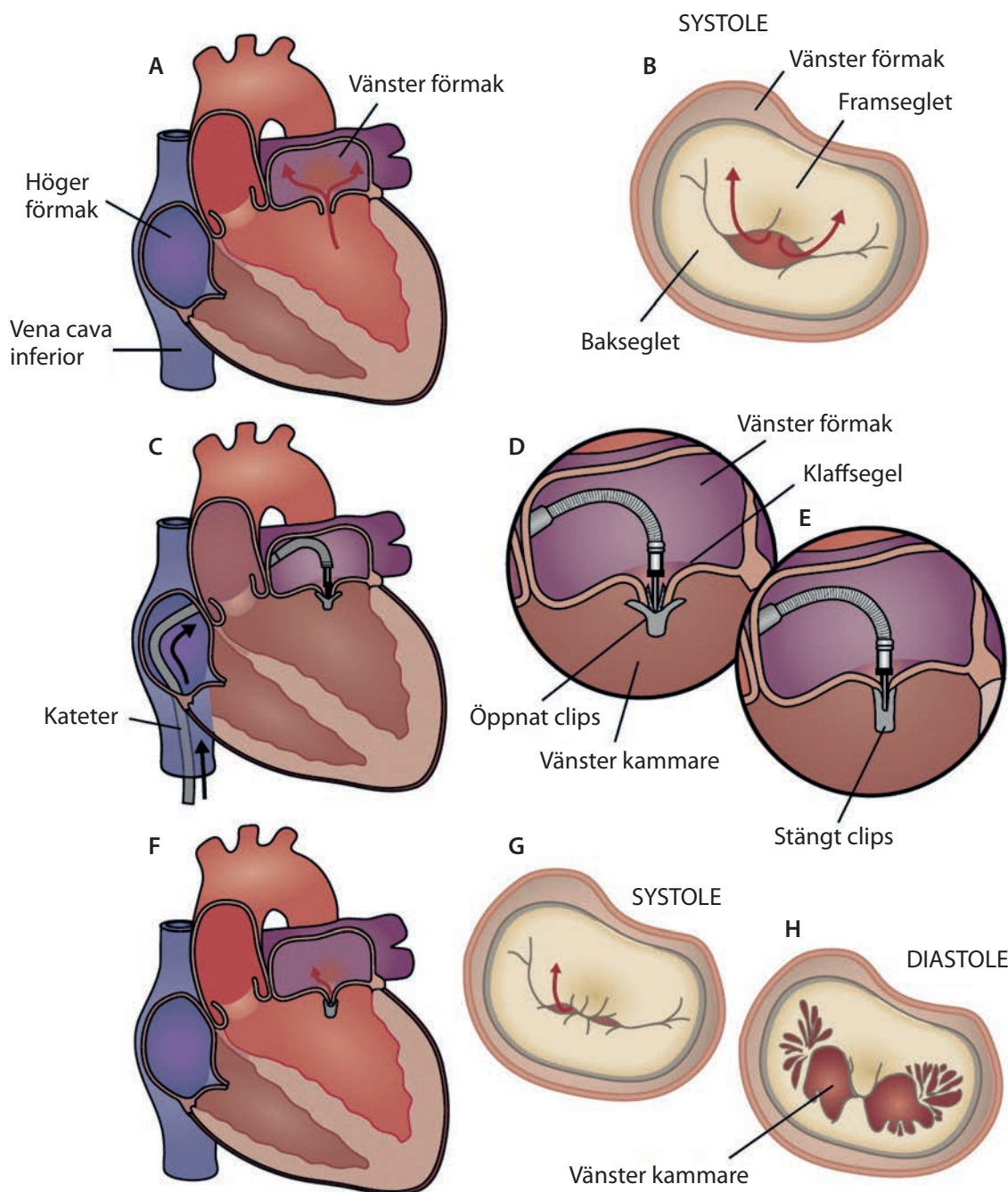
Färgerna på lådorna avser klassifikationen av behandlingsrekommendationerna. Grön färg = klass 1, behandlingen är nyttig och rekommenderas. Gul färg = klass 2a, behandlingen är sannolikt nyttig och är troligtvis indicerad. Orange färg = klass 2b, nyttan av behandlingen i förhållande till komplikationsrisken är osäker, men behandlingen kan övervägas.

RVol = regurgitationsvolym, RF = regurgitationsfraktion, ERO = effective regurgitant orifice (läckageöppningens area i mitralisklaffen), LVEF = vänstra kammarens ejektionsfraktion, LVESD = vänstra kammarens volym i slutet av systole, PASP = systoliska pulmonalstrycket, TEER = transcatheter edge-to-edge repair (kateterbehandling av mitralisklaffen).

I behandlingsrekommendationerna kallas behandlingen på engelska TEER (transcatheter edge-to-edge repair), eftersom konkurrenter till den ursprungliga MitraClip®-apparaten har utvecklats av andra tillverkare. Apparaten Pascal® har samma funktionsprincip och fick CE-märkning 2019.

År 2018 publicerades slutligen forsknings-evidens om behandling av svår sekundär mitralisinsufficiens (25). I den franska studien

MITRA-FR var kateterbehandling inte till någon nytta vare sig för patienternas symtom eller för deras prognos (26). Kort därefter publicerades studien COAPT, som visade att både symtomen och prognosen förbättrades betydligt med kateterbehandling (27). De divergerande resultaten från två studier med likartad utgångspunkt orsakade förvirring och debatt (28, 29). Enligt nuvarande uppfattning kan skillnaderna i resultat främst



Figur 3. Insättning av MitraClip. **A, B)** Mitralklaffens segel sluts inte fullständigt vid systole, vilket orsakar klaffläckage. **C)** Insättningsapparaturen förs in via vena cava inferior till höger förmak och därifrån via förmaksseptum (transseptalpunktion) till vänster förmak. **D)** Klaffseglen fångas in mellan clipsens käkar och **E)** clipsen sluts. **F)** MitraClip i sitt läge. **G)** Under systole sluter klaffseglen mot varandra bättre än i utgångsläget och läckaget minskar. **H)** Under diastole öppnas mitralklaffen i två delar, eftersom clipsen håller ihop seglen vid deras mellersta del.

(Ursprunglig figur: Mika Laine, Markku Eskola, Janne Rapola och Juhani Airaksinen: Sydämen läppävikojen hoito katetriteknikalla. Duodecim 2013; 129 (3): 309–15. Med tillstånd av Aikakauskirja Duodecim.)

förklaras med patienturvalet. Kriterierna för deltagande i COAPT-studien var strängare, optimal läkemedelsbehandling övervakades noggrant, och mycket långt framskriden utvidgning och dysfunktion av vänster kammare var uteslutningskriterier. Kriterierna för behandling av sekundär mitralisinsufficiens i de senaste behandlingsrekommendationerna för klaffar följer till stor del kriterierna för deltagande i COAPT-studien. Kateterbehandling rekommenderas för behandling av svår, symtomatisk sekundär mitralisinsufficiens om ejektionsfraktionen (EF), som beskriver vänsterkammarfunktionen, är 20–50 procent, om vänstra kammarens systoliska tvärsnittsdimension är mindre än 70 mm och om lungartärens systoliska tryck är mindre än 70 mmHg, rekommendationskategori 2b (21, 20). Ju större andel mitralisinsufficiens har i patientens symtombild, desto mer sannolikt är det att patienten drar nytta av att klaffinsufficiens behandlas.

Två till synes liknande studier med olika resultat understryker vikten av noggrant patienturval för dessa åtgärder, liksom av effektiv läkemedelsbehandling och behandling med apparater före behandlingsbeslutet. Tätt samarbete mellan kardiologer (hjärtteam) från olika sektorer (klaff, bildundersökning, insufficiens, rytm, intervention) och hjärtkirurger som är insatta i klaffkirurgi är avgörande för att kunna välja den bästa behandlingsformen.

I Finland inleddes MitraClip-ingreppen 2011 och hittills har cirka 400 ingrepp utförts. Resultat rörande patienter på HUS och Åucs från 2011 till 2017 har publicerats och de bekräftar uppfattningen om fördelarna och säkerheten med ingreppet hos rätt utvalda patienter. Resultaten är i linje med internationella studier (30).

Övriga kateterbehandlingar

Till mitralisinsufficiensens naturliga förlopp hör att mitralisanulus utvidgas, antingen som etiologisk faktor eller som resultat av långvarig insufficiens. Till reparerande mitralisklaffskirurgi hör rutinmässigt att stödja anulus med en åtstramande anuloplastik. Det är tekniskt krävande att stödja anulus via kateter, men apparaturen utvecklas fortlopande. Hittills har europeiskt godkännande (CE-märkning) erhållits för apparaten Carillon®, som stramar åt anulus utifrån och som appliceras sinus coronarius, samt för den raka perkutana anuloplastiktekniken Cardioband®. Preliminära resultat tyder på att dessa tekniker minskar

läckaget i mitralisklaffen, men patientantalen och uppföljningstiderna är fortfarande blygsamma (31, 32).

En konstgjord klaff som sätts in med kateter för att behandla mitralisinsufficiens har varit under utveckling redan länge. Eftersom mitralisklaffen är svårtillgänglig och komplex till sin struktur och funktion, går utvecklingen och forskningen långsamt. Längre utvecklade är konstgjorda klaffar som opereras in genom hjärtspetsen (transapikalt) via en liten torakotomi, och en av dem (Tendyne®) är godkänd för klinisk användning. Ingreppet kräver hjärtkirurgi och operationssalsförhållanden. Det pågår aktivt arbetet för att utveckla klaffar som sätts in via kateter, men klaffarna är ännu inte i kliniskt bruk. Att kunna åtgärda också mitralisklaffen med ett ingrepp som liknar TAVI kan ses som ett utvecklingsmål på lång sikt (33).

Janne Rapola

janne.rapola@hus.fi

Sebastian Dahlbacka

sebastian.dahlbacka@hus.fi

Mika Laine

mika.laine@hus.fi

Bindningar: Janne Rapola: föreläsningsarvode, Abbott, SD: inga, ML: inga.

Referenser

1. Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, De Bonis M, Hamm C, Holm PJ, et al. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. Eur Heart J. 2017;38(36):2739-91.
2. Mack MJ, Leon MB, Thourani VH, Makkar R, Kodali SK, Russo M, et al. Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Balloon-Expandable Valve in Low-Risk Patients. N Engl J Med. 2019;380(18):1695-705.
3. Popma JJ, Deeb GM, Yakubov SJ, Mumtaz M, Gada H, O'Hair D, et al. Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Self-Expanding Valve in Low-Risk Patients. N Engl J Med. 2019;380(18):1706-15.
4. Bourguignon T, Bouquiaux-Stablo AL, Candolfi P, Mirza A, Loardi C, May MA, et al. Very long-term outcomes of the Carpentier-Edwards Perimount valve in aortic position. Ann Thorac Surg. 2015;99(3):831-7.
5. Leon MB, Smith CR, Mack M, 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.
6. Dvir D, Webb JG, Bleiziffer S, Pasic M, Waksman R, Kodali S, et al. Transcatheter aortic valve implantation in failed bioprosthetic surgical valves. JAMA. 2014;312(2):162-70.
7. Jahangiri M, Hussain A, Akowuah E. Minimally invasive surgical aortic valve replacement. Heart. 2019;105(Suppl 2):s10-s5.
8. Doyle MP, Woldendorp K, Ng M, Vallety MP, Wilson MK, Yan TD, et al. Minimally-invasive versus transcatheter aortic valve implantation: systematic review with meta-analysis of propensity-matched studies. J Thorac Dis. 2021;13(3):1671-83.
9. Mäkitallio T, Jalava MP, Husso A, Virtanen M, Laakso T, Ahvenvaara T, et al. Ten-year experience with transcatheter and surgical aortic valve replacement in Finland. Ann Med. 2019;51(3-4):270-9.
10. 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.

11. Popma JJ, Adams DH, Reardon MJ, Yakubov SJ, Kleiman NS, Heimansohn D, et al. Transcatheter aortic valve replacement using a self-expanding bioprosthesis in patients with severe aortic stenosis at extreme risk for surgery. *J Am Coll Cardiol*. 2014;63(19):1972-81.
12. Leon MB, Smith CR, Mack MJ, Makkar RR, Svensson LG, Kodali SK, et al. Transcatheter or Surgical Aortic-Valve Replacement in Intermediate-Risk Patients. *N Engl J Med*. 2016;374(17):1609-20.
13. Reardon MJ, Van Mieghem NM, Popma JJ, Kleiman NS, Sondergaard L, Mumtaz M, et al. Surgical or Transcatheter Aortic-Valve Replacement in Intermediate-Risk Patients. *N Engl J Med*. 2017;376(14):1321-31.
14. Adams DH, Popma JJ, Reardon MJ, Yakubov SJ, Coselli JS, Deeb GM, et al. Transcatheter aortic-valve replacement with a self-expanding prosthesis. *N Engl J Med*. 2014;370(19):1790-8.
15. Deeb GM, Reardon MJ, Chetcuti S, Patel HJ, Grossman PM, Yakubov SJ, et al. 3-Year Outcomes in High-Risk Patients Who Underwent Surgical or Transcatheter Aortic Valve Replacement. *J Am Coll Cardiol*. 2016;67(22):2565-74.
16. Mack MJ, Leon MB, Smith CR, Miller DC, Moses JW, Tuzcu EM, et al. 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(9986):2477-84.
17. Siontis GC, Praz F, Pilgrim T, Mavridis D, Verma S, Salanti G, et al. Transcatheter aortic valve implantation vs. surgical aortic valve replacement for treatment of severe aortic stenosis: a meta-analysis of randomized trials. *Eur Heart J*. 2016;37(47):3503-12.
18. Moriyama N, Vento A, Laine M. Safety of Next-Day Discharge After Transfemoral Transcatheter Aortic Valve Replacement With a Self-Expandable Versus Balloon-Expandable Valve Prosthesis. *Circ Cardiovasc Interv*. 2019;12(6):e007756.
19. Moriyama N, Dahlbacka S, Vähäsilta T, Vainikka T, Aho P, Viikilä J, et al. The Efficacy of the Ultrasound-Navigated MANTA Deployment Following Transfemoral Transcatheter Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Interv*. 2019;12(24):2564-6.
20. Coats AJS, Anker SD, Baumbach A et al. The management of secondary mitral regurgitation in patients with heart failure: a joint position statement from the Heart Failure Association (HFA), European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI), European Heart Rhythm Association (EHRA), and European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI) of the ESC. *Eur Heart J*. 2021;42:1254–1269.
21. Otto CM, Nishimura RA, Bonow RO et al. 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation* 2021;143:e72-e227.
22. Whitlow PL, Feldman T, Pedersen WR et al. Acute and 12-month results with catheter-based mitral valve leaflet repair: the EVEREST II (Endovascular Valve Edge-to-Edge Repair) High Risk Study. *J Am Coll Cardiol* 2012;59:130-9.
23. Feldman T, Foster E, Glower DD et al. Percutaneous repair or surgery for mitral regurgitation. *N Engl J Med* 2011;364:1395-406.
24. Chehab O, Roberts-Thomson R, Ng Yin Ling C et al. Secondary mitral regurgitation: pathophysiology, proportionality and prognosis. *Heart* 2020;106:716-23.
25. Rapola J, Saraste A. Hiippaläpän vuodon katetrihoidosta viimein näyttöä. *Duodecim* 2019;135:2046-8.
26. Obadia JF, Messika-Zeitoun D, Leurent G et al. Percutaneous Repair or Medical Treatment for Secondary Mitral Regurgitation. *N Engl J Med* 2018;379:2297-306.
27. Stone GW, Lindenfeld J, Abraham WT et al. Transcatheter Mitral-Valve Repair in Patients with Heart Failure. *N Engl J Med* 2018;379:2307-18.
28. Nishimura RA, Bonow RO. Percutaneous Repair of Secondary Mitral Regurgitation - A Tale of Two Trials. *N Engl J Med* 2018;379:2374-6.
29. Orban M, Hausleiter J. Transcatheter treatment of functional mitral regurgitation after MITRA-FR and COAPT - Patient selection is most important. *Int J Cardiol* 2018;288:57-58.
30. Airaksinen T, Saraste A, Rajala H ym. Vaikean hiippaläppävuodon hoito katetritekniikalla. *Duodecim* 2019;135:2113-9.
31. Witte KK, Lipiecki J, Siminiak T et al. The REDUCE FMR Trial: A Randomized Sham-Controlled Study of Percutaneous Mitral Annuloplasty in Functional Mitral Regurgitation. *JACC Heart Fail* 2019;7:945-55.
32. Messika-Zeitoun D, Vahanian A, Verta P, Maisano F. Perspective on the treatment of functional mitral regurgitation using the Cardioband System. *Eur Heart J* 2019;40:3196-7.
33. Asgar AW, Ducharme A, Pellerin M et al. The Evolution of Transcatheter Therapies for Mitral Valve Disease: From Mitral Valvuloplasty to Transcatheter Mitral Valve Replacement. *Can J Cardiol* (in press, <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2020.11.018>)

Summary

Transcatheter treatment of aortic stenosis and mitral insufficiency.

Transcatheter aortic valve implantation (TAVI) has become standard of care for patients with increased risk at cardiac surgery. Guidelines recommend treating patients over 75 years with TAVI by the judgement of a Heart Team.

Accessibility and complexity make catheter interventions of the mitral valve apparatus technically more challenging. Currently the only established treatment is transcatheter edge-to-edge repair (TEER). The treatment is indicated in mitral prolapse in patients with high surgical risk and in secondary mitral regurgitation in patients who remain symptomatic after optimal treatment of heart failure.