

## VARIA

CZU: 616.126.422-089.819

<https://doi.org/10.52692/1857-0011.2023.2-76.16>

## ABORDĂRI MODERNE DE TRATAMENT A INSUFICIENȚEI MITRALE DE ETIOLOGIE DEGENERATIVĂ

Vitalie V. MOSCALU – cercetător științific, medic cardiochirurg,  
IMSP Institutul de Cardiologie

### Rezumat.

Aparatul valvular mitral (VM) este un mecanism complex, bine coordonat, care poate fi perturbat de numeroase afecțiuni congenitale și dobândite. Tipul lezional și varianta anatomică al valvulopatiei determină posibilitățile tehnice de corecție. „Corecția funcțională” este cheia succesului în promovarea operațiilor plastice reconstructive în leziunile atrio-ventriculare. În acest articol facem o sinteză a literaturii de specialitate cu referire la abordările moderne de tratament a insuficienței mitrale de etiologie degenerativă. În baza datelor de literatură putem recomanda operațiile plastice reconstructive la valve de etiologie degenerativă, posttraumatice, ischemice, postendocarditice ca tehnici efective și durabile în timp, fiind o alternativă superioară protezării.

**Cuvinte cheie:** valvulopatii, chirurgie reparatorie, protezare, operații plastice reconstructive.

### Summary. Modern approaches to the treatment of mitral valve insufficiency of degenerative etiology.

The mitral valve (MV) is a complex, well-coordinated mechanism that can be disrupted by numerous congenital and acquired conditions. The type of lesion and the anatomical variant of valve disease determine the technical possibilities of correction. «Functional correction» is the key to success in promoting reconstructive repair surgery in atrioventricular lesions. In this article we make a synthesis of the specialized literature with reference to the modern approaches to the treatment of mitral insufficiency of degenerative etiology. Based on literature data, we can recommend reconstructive plasty surgeries for valves of degenerative, post-traumatic, ischemic, post-endocarditis etiology as effective and sustainable techniques over time, being a superior alternative to replacement with prosthetics.

**Key words:** valve disease, valve repair surgery, valve replacement, reconstructive valve surgery.

### Резюме. Современные подходы к лечению недостаточности митрального клапана дегенеративной этиологии.

Митральный клапан (МК) представляет собой сложный, хорошо скоординированный механизм, который может быть нарушен многочисленными врожденными и приобретенными заболеваниями. Тип поражения и анатомический вариант порока клапана определяют технические возможности коррекции. «Функциональная коррекция» является ключом к успеху в продвижении восстановительной хирургии при атриовентрикулярных поражениях. В данной статье мы делаем обобщение специализированной литературы с учетом современных подходов к лечению митральной недостаточности дегенеративной этиологии. Опираясь на литературные данные, мы можем рекомендовать операции реконструктивной пластики клапанов дегенеративной, посттравматической, ишемической, постэндокардитной этиологии как эффективный и устойчивые во времени методики, являющиеся лучшей альтернативой протезированию.

**Ключевые слова:** пороки клапанов, пластика клапана, протезирование клапанов, реконструктивная хирургия клапанов.

### Introducere în chirurgia reparatorie în RVM

În literatura de specialitate au fost publicate rezultatele studiilor de lungă durată, efectuate pe termen de până la douăzeci de ani postoperator după reconstrucțiile valvelor atrioventriculare [1]. Cu toate acestea, conform datelor oficiale, frecvența operațiilor reconstructive în majoritatea centrelor chirurgicale cardiace mondiale nu depășește 10-20% din toate

intervențiile pe cord [2]. Motivul principal al frecvenței scăzute a chirurgiei plastice este lipsa experienței în efectuarea unor astfel de intervenții [3].

Există anumite dificultăți în efectuarea intervențiilor plastice pe valva mitrală: lipsa consensului și recomandărilor generale acceptate cu privire la indicațiile, timpul de operație, metodele de implementare, exactitatea tehnică și dificultățile în evaluarea fi-

abilității intervențiilor reparatorive. Originea afecțiunii valvulare poate fi foarte diversă și de multe ori nu poate fi determinată cauza exactă a defectului, ceea ce reduce cu siguranță eficacitatea tratamentului, inclusiv gestionarea pacientului postoperator [4].

Carpentier A. a formulat conceptul de bază în chirurgia reconstructivă a valvelor atrioventriculare în 1983 și a numit-o „abordare funcțională” pentru efectuarea operațiilor de reconstrucție la valvele atrioventriculare [5].

La cel puțin 70% dintre pacienții valvulopați care ar fi candidați pentru chirurgia reparatorie a VM, dar care totuși sunt supuși protezării, există oportunități pentru îmbunătățirea rezultatelor tratamentului chirurgical [6].

Prolapsul valvei mitrale (PVM) este un sindrom determinat de prolapsul uneia sau ambelor valve în cavitatea atriului stâng în timpul contracției ventriculului stâng, asociat în majoritatea cazurilor cu regurgitare mitrală. În prezent, din punct de vedere morfologic, cea mai utilizată clinic clasificare a PVM este *clasificarea modificată Carpentier* (originală - 1983), care include: PVM tip I, cu o mobilitate normală a valvei – motivul regurgitării fiind dilatarea inelului sau perforația clapetei; tipul II – prolapsul sistolic al valvei cu fenomenul „valvei flotante”, asociată cu prelungirea sau ruperea corzilor sau mușchilor papilari; PVM tip III A – limitarea mișcării cuspei asociată cu îngroșarea și scurtarea cuspelor valvei datorită fuziunii acestora; PVM tip III B – limitare severă a mișcării sistolice a foii valvulare, unde mecanismul de restricție a mișcării este determinat de hipertrofia excentrică a ventriculului stâng asociată cu re poziționarea mușchilor papilari. RVM este determinată de: volumul de regurgitare, diametrul găurii de regurgitare, zona de captare a supapelor și raport volumetric atriului stâng / ventriculul stâng .

Chirurgia reparatorie a valvei mitrale (rMV) este considerată actualmente ca fiind cel mai „optim” tratament pentru insuficiența mitrală severă, în special în cazul insuficienței de origine degenerativă. Dintre majoritatea manevrelor chirurgicale mitrale descrise inițial de Carpentier, unele au rămas utilizate și astăzi, iar majoritatea acestora au fost simplificate. Conceptul de „non-rezecție” aparent pare a fi atractiv, însă nu poate fi într-un totuși acceptat în cazul reparațiilor foii posterioare.

Conceptul de corecție reconstructivă a prolapsului valvelor mitrale, propus inițial de A. Carpentier, până în ziua de azi depinde direct de opiniile și credințele chirurgilor cardiaci. Complexitatea tehnică a intervențiilor reconstructive, lipsa unor indicații clare pentru intervenția chirurgicală, varietatea în alegerea metodei și tipului de reconstrucție, precum și func-

ția valvei mitrale „reconstruite” în perioade mai îndepărtate, sunt principalii factori în alegerea metodei de corecție chirurgicală a VM. Prognoza complexității reconstrucției VM depinde de mai mulți factori: examinarea preoperatorie a valvei obținându-se date despre un istoric precoce al patologiei valvulare, ecocardiografia preoperatorie, imagistica prin rezonanță magnetică, tomografia computerizată.

Cu o valoare aplicativă la fel de mare ca și alegerea tacticii de tratament optim, se remarcă conceptul de „timing” care prevede stabilirea momentului oportun pentru chirurgie. Timpul optim pentru chirurgie ține inclusiv și de prognosticul pacientului. RM cronică presupune un prognostic rezervat, cu o rată medie de mortalitate estimate la aproximativ 5% pe an și poate atinge 70% pe parcursul următorilor 8 ani.

Sindromul lui Barlow reflectă o stare de proliferare mixomatoasă cu țesut excesiv, adesea cu implicarea inelului mitral (dilatare), cu un pattern ecocardiografic denumit ca „valvă flotantă”, caracterizat printr-un diametru al inelului >36 mm și posibilă fibroză perianulară valvulară, dar și calcificare mai des a foii mitrale anterioare. Boala Barlow se caracterizează prin afectarea tinerilor cu o vârstă medie de 30-40 de ani. Histologic, degenerarea mixomatoasă se caracterizează prin depunerea polizaharidelor (în primul rând în stratul spongios al cuspelor valvei), fibrozare excesivă, dar și infiltrat inflamator. Macroscopic degenerarea valvei începe cu apariția nodurilor pe marginile libere ale cuspelor valvei, care ulterior se contopesc și contribuie la îngroșarea foiițelor la el ca și elongarea corzilor tendinoase. Odată cu evoluția bolii, marginile libere ale valvulelor se înfundă în cavitatea atriului sting, și ca urmare, se dezvoltă insuficiența mitrală. În etapele ulterioare, fibroza unită poate provoca scurtarea valvelor, îngroșarea și degenerarea coardelor tendinoase cu ruptura lor eventuală .

Deficiența fibroelastică este o afecțiune asociată cu o deficiență de țesut conjunctiv fibros, precum și cu întinderea, alungirea, subțierea și ruperea corzilor tendinoase, fără afectarea anulară de obicei, cu vârsta medie a pacienților variind între 60-80 ani. Ecocardiografia afișează deteriorarea a corzilor și subțierea izolată sau combinată ale foiițelor valvulare].

Pentru a facilita selectarea tehnicii operatorii optime și la timpul oportun au fost elaborate principiile de bază ale intervențiilor de reconstrucție a valvei mitrale: RM severă reduce speranța de viață normală; protezarea mitrală se caracterizează printr-un prognostic mai negativ al mortalității și morbidității decât intervențiile reparatorii mitrale în cazurile de RM degenerativă; reconstrucția VM oferă rezultate hemodinamice excelente și pe termen lung, fără a fi nevoie de anticoagulante; există trei reguli în platiile

VM conform Carpentire: (1) restaurează sau menține mișcarea normală a cuspei, (2) îmbunătățește adaptarea valvelor, (3) reconstruiește inelul. Metodele de corecție chirurgicală a VM pot fi clasificate în funcție de ce parte a aparatului valvular a fost refăcut.

Prolapsul mitral de orice etiologie poate fi corectat prin tehnicile clasice care presupun: Rezecție patrulateră cu sau fără plastie glisantă, rezecție triunghiulară și cvadrilateră, tehnica Alfieri; în alte afecțiuni reumatismale manifestate prin fuziunea comisurilor, calcifierea cuspidelor, fuziunea cordajelor se poate efectua plastia cu petic pericardic, comisurotomie și fenestrarea cordală [12, 13].

### **Tehnicile reparative fundamentale – rezecciónale**

Tehnicile reparatorii clasice (efectuate prin sternotomie sau minim-invaziv) includ: (1) rezecciónia și suturarea, (2) reconstrucția cordajelor, (3) tehnica Alfieri sau „edge-to-edge”, (4) utilizarea peticilor pericardiale, și (5) anuloplastia.

Probabil cea mai frecventă situație observată în regurgitarea mitrală, secundară degenerescenței mixomatoase este prolapsul crestei mijlocii a foiței posterioare a VM. Aceasta poate rezulta din ruperea sau elongarea corzilor tendinoase. Rezecciónia cvadrilateră al segmentului mitral P2 în combinație cu anuloplastia mitrală posterioară este cea mai bună modalitate de a face față acestei situații. Rezecciónia cvadrilateră este tehnica cel mai frecvent utilizată pentru repararea prolapsului posterior mitral. Suturile anuloplastice inelare sunt apoi localizate de-a lungul inelului posterior. Apoi aripa din spate este reconstruită. În primul rând, marginile libere sunt detectate de-a lungul liniei de adaptare. Pentru a reaproxima aceste două puncte, se pune o sutură de polipropilen 5-0. Apoi sutura în două rânduri trece prin baza pliurilor. La efectuarea cusăturii în două straturi, aceeași sutură este din nou folosită pentru a atașa cuspa în inelul posterior. 5-0 polipropilena este potrivită pentru reconstrucția VM fără a o distruge. Rezecciónia triunghiulară este utilizată pentru o suprafață mai mică al segmentului afectat, cu un decalaj sau extensie ale coardajelor subvalvulare ale cuspei posterioare. Rezecciónia triunghiulară poate fi folosită pentru afectarea coardajelor de pe valvula anterioară, de obicei segmentului A2. Manevra în cauză este foarte bună pentru pacienții cu prolapsul mitral posterior [14].

O tehnică reparativă alternativă a fost propusă de către Alfieri în 1996, metoda fiind utilizată pentru repararea prolapsului valvular anterior folosind o sutură care atașează țesutul prolabat anterior la foița posterioară neschimbată. O astfel de manevră formează un orificiu atrioventricular cu lumen dublu și limitează

mobilitatea cuspei anterioare asigurând etanșarea valvei. Ulterior, Alfieri a început să fie folosit ca supliment pentru a crea o mai bună competență VM cu inadecvarea altor proceduri plastice pe VM [15].

Sindromul mișcării anterioare sistolice (SAM) clasică care provoacă obstrucția tractului de ejecție al ventriculului stâng apare la 4% până la 5% dintre pacienții supuși tehnicilor reparative pe VM și la 14% dintre pacienții cu o foița anterioară mixomatoasă sau cu țesut în exces [16]. SAM după procedurile reparative poate apărea și ca urmare a unei varietăți anatomice, inclusiv o valvulă posterioară cu țesut excesiv, dimensiunea mică a ventriculului stâng, un unghi mitroaortic îngust și o linie anterioară de coaptare mitrală deplasată [17]. Cu toate acestea, s-a raportat că cel mai frecvent SAM după platiile mitrale dezvoltă din cauza unui scallop anterior cu țesut excesiv [18]. Tehnica după Alfieri de secționare de la margine la margine cu aplicarea unei suturi de la linia mediană a foiței anterioare până la linia mediană a celei posterioare (A2–P2) este un tratament recomandat pentru SAM [19], dar nu pare să o prevină întotdeauna când segmentul lateral (A1) al foliolei anterioare cauzează obstrucția [20]. În acest context, autorii grupului Khalpey (2017) au prezentat o nouă tehnică care presupune o valvuloplastie parțială a foiței mitrale anterioare implicând suturarea țesutului excesiv cu cordaje laxe pentru prevenirea SAM după procedurile reparative pe valva mitrală [21]. Tehnica valvuloplastiei valvulare parțiale anterioare a fost efectuată la o pacientă care a prezentat un segment P2 cu așa numitul „flail” al valvei mitrale posterioare. Pacienta a avut un potențial înalt pentru dezvoltarea SAM, fapt observat la ecocardiografia intraoperatorie. Momentul operator a presupus o rezecciónie cvadrilateră P2. Foița posterioară a fost consolidată prin 2 straturi de sutură: prolene continuă 4-0 (Ethicon, Somerville, NJ). După plasarea unui sistem de anuloplastie Carbomedics AnnuloFlex nr. 36 (Sorin Group, Arvada, CO), totuși, SAM s-a dezvoltat după ce pacienta deconectată de la bypass-ul cardiopulmonary.

O nouă etapă crucială în dezvoltarea chirurgiei reparatorii mitrale a început odată cu instituirea conceptului de reconstituire “fundamentală” a foițelor VM [22].

Defectul din foița VM poate fi corectat cu material autolog sau omolog. Un pericard autolog fixat cu glutaraldehidă poate fi reticulat sub formă de plasture. În mod alternativ, se poate folosi alotransplant de țesut mitral pentru acest tip de reparație. Această structură nu este special depozitată sau achiziționată, dar poate fi utilizată împreună cu o cu un alotransplant al valvei aortice, deoarece foița mitrală anterioară rămâne de obicei atașată la greafă. Ocazional, un jet regurgitant de insuficiență aortică, ca urmare a dezvoltării endo-

carditei infecțioase, poate crea o deformare a undei în cuspa valvei mitrale anterioare. În acest caz, înainte de a înlocui valva aortică, cuspa anterioară a VM este restabilită prin aortotomie. Mai departe, alografa anterioară VM este separată de rădăcina aortică. Această secțiune a alografei – așa numitul petic sau “patch”, este modelată astfel încât să se potrivească dimensiunii și formei valvei anterioare proprii. Sutura cu prolen este utilizată pentru a atașa țesutul alografei pe suprafața ventriculară a valvei native. Materialul de sutură este înfășurat în jurul patch-ului, încercând să evite schimbarea anatomiei corzii și a funcției sale.

**Chirurgia reconstructivă non-rezecțională: neo-cordoplastia, plastia pliantă, tranpoziția cordajelor  
„Păstrare, nu rezecție” – „Respect rather than resect”**

Perier și colab. au introdus o nouă paradigmă pentru reconstrucția prolapsului valvular posterior, pe care l-au numit „respectare mai degrabă decât rezecare”. Toate tehnicile de reparare a VM care sunt efectuate printr-un abord prin sternotomie pot fi efectuate cu dexteritate și finețe similare printr-o abordare minim invazivă. Scopul abordării “RRR” este de a corecta RVM, fără rezecție valvulară, și de a transforma foiața posterioară într-un suport neted și vertical pentru a asigura cea mai bună suprafață de coaptare [23].

Noul concept propus în 2018 pledează pentru principiul „respectă când poți, taie când ar trebui” [24]. Studiul efectuat pe 701 pacienți operați pe RVM posterioară a concluzionat că abordarea „rezeca cu respect” este asociată cu o rată de mortalitate operativă scăzută, lipsa sindromului SAM, asigură o suprafață bună de coaptare și incidență scăzută a insuficienței mitrale reziduale/recurente și a reoperațiilor.

Toate tehnicile clasice reparative menționate anterior sunt extrem de utile pentru repararea unui defect tip lipsă sau exces tisular în foiața VM, însă dacă plastia zonei deteriorate necesită donarea corzilor tendinoase, aceste metode devin improprii afectării valvulare [25]. Utilizarea corzilor artificiale pentru reconstrucția VM are o istorie lungă. Începând cu anii 60 ai sec. XX-lea, chirurgii au folosit o varietate de materiale, inclusiv mătase și nylon. Totuși doar două materiale au jucat un rol semnificativ în răspândirea protezelor coardelor tendinoase: fire din pericard nativ și politetrafluoretilena expandabilă (ePTFE). Inițial drept alograft pentru protezarile cordajelor a fost utilizat pericardul (autopericard și xenopericard) atât în experiment, cât și în practica clinică. Cu toate acestea, datorită mai multor complicații tardive cum ar fi îngroșarea și scurtarea cordajelor [26], în prezent, acest material nu se mai folosește.

Tehnica cea mai modernă, utilizată astăzi pe scară tot mai largă, constă în utilizarea cordajelor artificiale. Transpoziția de cordaje reprezintă o tehnică de referință în tratamentul prolapsului forței anterioare. Cordajele primare ale unui segment din foiața posterioară sunt transpuse într-o zonă nesuținută sau probată a forței anterioare. Defectul foitei posterioare este reparat printr-o tehnică standard de rezecție quadrangulată.

Avantajul acestei metode constă în lipsa necesității măsurării precise a cordajelor transferate; s-a dovedit că dacă aceste cordaje transferate nu sunt afectate, au întotdeauna lungimea necesară. [26].

O altă metodă de corectare a prolapsului foitei anterioare este cea de înlocuire a cordajelor. Materialul preferat este PTFE (fir Gore-tex 4.0, 5.0). Noile cordaje sunt atașate porțiunii fibroase a mușchiului papilar, apoi suturate la marginea liberă a cuspei. În cazul acestei tehnici, este necesară aprecierea cu exactitate a lungimii cordajelor.

Prima descriere a filamentelor ePTFE într-un context experimental a fost făcută de Vetter H. O. [27]. Ulterior, David T. a aplicat metoda în practică. În prezent, există mai mult de douăzeci de ani date despre utilizarea firelor cu rezultate bune. Odată cu apariția firelor ePTFE pentru protezarea cordajelor, capacitățile tehnice de reconstrucție a VM au crescut și metodele complexe de corecție a insuficienței mitrale, treptat au început să ocupe locul plastiei VM.

Chiar și mici schimbări în lungimea coardelor conduc la o modificare a tensiunii coardelor și a funcției VM. Această problemă a contribuit la dezvoltarea diferitelor tehnici în ceea ce privește crearea coardelor artificiale și determinarea lungimii acestora. Literatura descrie un număr mare de tehnici folosind coarde artificiale din fire de ePTFE [28]. Majoritatea autorilor respectă câteva principii importante pentru utilizarea corzilor artificiale, cum ar fi: minimizarea numărului de suturi la fixarea coardelor la mușchii papilari, pentru a preveni deteriorarea țesuturilor; distribuția corzilor în funcție de structura anatomică; fixarea coardelor la capetele fibroase ale mușchilor papilari; evaluarea calității materialelor plastice în condiții cât mai apropiate de fiziologice („inimă plină”).

Reimink M. și colab. în studiul lor, folosind metoda elementului finit matematic, au arătat importanța lungimii coardelor în raport cu încordarea și tensiunea corzilor, precum și efectul asupra adaptării valvei VM și a hemodinamicii VM. Modificările lungimii coardelor cu 10% mai mult decât în mod normal nu duc la insuficiența valvei, dar dublează tensiunea corzilor. Cu o creștere de 3% a lungimii, tensiunea crește cu doar o treime din normă. Aceste date demonstrează că chiar și erori minore în alegerea lungi-

mii coardelor artificiale conduc la modificări semnificative în funcționarea aparatului cordial [29]. În cazul utilizării unor coarde mai scurte decât în mod normal, tensiunea este concentrată la nivelul marginii libere a cuspei și încalcă adaptarea acestuia.

Rezultate importante pe termen lung post implantare a corzilor ePTFE au fost prezentate în raportul Hata și colab., (2015) [30]. Acest studiu a evaluat rezultatul reparării valvei mitrale cu înlocuirea cordajelor folosind politetrafluoretilenă expandată în ultimii 25 de ani. Din iulie 1988 până în februarie 2013, 224 de pacienți consecutivi (vârsta medie 57 de ani, 34% femei) au suferit reparații valvulare mitrale cu înlocuire a cordajelor folosind suturi de ePTFE. Numărul de corde artificiale înlocuite a variat de la 2 la 12 (în medie 3,7) per pacient. Rezultatele studiului au stabilit că a existat 1 deces prematur și 15 decese tardive, dintre care 7 au fost legate de patologie cardiovasculară; ratele de supraviețuire la 10 și 20 de ani au fost de 92, respectiv 81%; treizeci și trei de pacienți (15%) au dezvoltat insuficiență mitrală recurentă moderată sau severă în timpul perioadei de urmărire și 30 de pacienți (13%) au necesitat reoperație pe valva mitra-

lă; Ratele de non- reoperație și lipsa de insuficiență mitrală recurentă moderată sau severă au fost de 84 și 82% la 10 ani și, respectiv, 74 și 59% la 20 de ani, fapt care au determinat concluziile: rezultate fiabile pe termen lung ale înlocuirii cordajelor cu suturi de politetrafluoretilenă expandată [30].

Fișura Date asemănătoare le-a arătat și studiul David T. și colab (2019) [31]. Înlocuirea cordală izolată a fost utilizată pentru a corecta prolapsul la 186 pacienți și a fost combinată cu rezecția valvulară la 560 pacienți. Bolnavii au fost urmăriti prospectiv cu evaluări clinice și ecocardiografice periodice pentru o urmărire medie de 11 ani. S-a stabilit că înlocuirea cordajelor cu suturi ePTFE asigură o funcție stabilă a VM la majoritatea pacienților în primele 2 decenii de urmărire (Figura 1).

La etapa actuală există numeroase metode de realizare tehnică a suturilor cordale din ePTFE. Se consideră că tehnica folosită de Adams D. și colab. este cea mai simplă tehnică și se realizează prin suturarea mușchiului papilar și a foitei VM cu două ace concomitent, formând astfel două coarde. Simplitatea metodei reprezintă un avantaj, dar crearea unor coar-

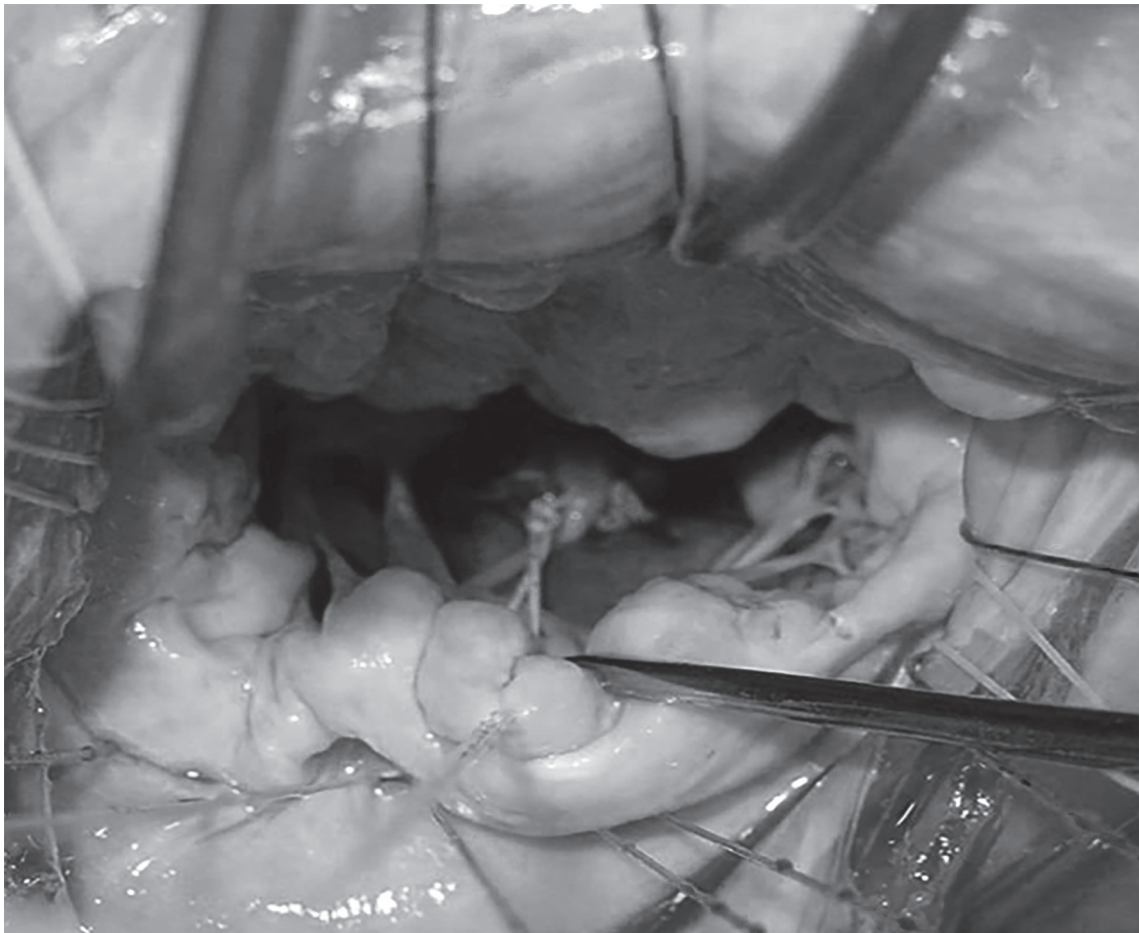


Figura 1. Tehnica de plastie mitrală utilizând neocordale PTFE

David TE, David CM, Lafreniere-Roula M, Manlhiot C. Long-term outcomes of chordal replacement with expanded polytetrafluoroethylene sutures to repair mitral leaflet prolapse. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2020;160(2):385-394.e1. [31]

de cu lungime fixă și incapacitatea de a le regla sunt dezavantajele sale [32]. Pentru a rezolva problema reglării lungimii coardelor, Kasegawaatal H. și colab. am aplicat metoda „turnichetului”, în care coardele artificiale au fost trase de “turnichet” și au păstrat lungimea necesară în timpul examinării prin tensiunare hidraulică; avantajul metodei este că lungimea coardelor este reglată de lungimea corectă anatomică; dezavantajul este procesul de obținere a lungimii corecte – metoda de încercare și erori [33].

La fel de simplă tehnica cu buclă multiplă propusă de David T. oferă un sistem de interacțiune și autoreglare efectuată pe cord bătând. Un astfel de sistem este capabil să moduleze distribuția stresului tensiunat de-a lungul întregii foițe. Pentru această metodă, 5-6 bucle sunt construite dintr-un singur filament ePTFE care trece prin capul mușchiului papilar și marginea liberă a foiței. Avantajul acestei metode este plasticitatea corzilor: lungimea fiecărei bucle variază în funcție de tensiunea de testare, echilibrând astfel de-a lungul liniei de fixare. Totuși, dinamismul sistemului este de asemenea dezavantajul său, deoarece în timpul ciclului cardiac unele segmente valvulare pot avea o lungime de coardă insuficientă. Contrar sistemului de bucle dinamice, von Oppell [34] au descris tehnica buclelor fixe. Caracteristica principală este calea de fixare a coardelor pe foița VM de pe un dispozitiv improvizat denumit „calibrator”, asigurând astfel lungimea corectă a coardelor create. O altă metodă care utilizează calibratorul este metoda propusă de Matsui Y. și colab., care are avantajul de a determina lungimea coardelor [35]. În acest caz, este utilizat un calibrator cu un capăt inelar pentru mușchii papilari și un cârlig proximal pentru valvele pe care sunt fixate coardele. Mandegar M. H. și colab. au propus o metodă pentru determinarea lungimii coardelor prin crearea mai multor noduri din filamentele ePTFE, în timp ce lungimea coardelor a fost determinată prin ecocardiografie înainte de operație [36]. O altă tehnică de creare a buclelor de o anumită lungime este metoda propusă de Chang J. P. Pentru aceasta, autorii au folosit un tub tăiat în 10 părți de care s-au fixat coarzile din ePTFE cu scopul obținerii lungimii fixe a neocorzilor [37]. Avantajul acestei tehnici este lipsa necesității implicării unui asistent pentru fixarea calibratorului.

În ciuda rezultatelor bune pe termen lung ale protezării, problema alegerii lungimii optime a coardei artificiale rămâne actuală. După cum s-a menționat mai sus, chiar și modificările mici în lungimea coardelor duc la perturbarea interacțiunii elementelor VM. Neocorzile scurte facilitează tensiunea excesivă a foițelor VM și a mușchiului papilar afectând mobilitatea valvulară și crescând riscul mișcării sistolice anteri-

oare (SAM). Calafiore a propus o metodă originală pentru calcularea lungimii coardelor: distanța dintre marginea liberă a segmentului prolabat și planul inelului fibros este măsurată folosind ecocardiografia preoperatorie, ulterior se măsoară lungimea coardei alungite intraoperator, apoi distanța măsurată ecografic se scade în lungimea obținută. Rezultatul obținut este lungimea țintă a neocordului. O altă metodă utilizând date din ecocardiografia preoperatorie a fost propusă de Mandegar M. și colab. Autorii au calculat distanța între capul mușchiului papilar posterior și planul inelului fibros la nivelul punctului de coaptare: lungimea neocordului a corespuns cu lungimea obținută. În ciuda complexității efectuării reconstrucției VM folosind neocorzile tendinoase această tehnică atrage din ce în ce mai mult atenția chirurgilor. Dificultățile de implementare stimulează dezvoltarea capacităților tehnice pentru a facilita implementarea procedurii și utilizarea mai largă a acestei metode de corectarea a RVM [36].

Ca alternativă a chirurgiei aparatului subvalvular poate servi transpoziția corzilor tendinoase, avantajul căreia este lipsa necesității măsurării și selectării lungimii coardelor, fiind efectuată din punct de vedere tehnic mai simplu decât neocordoplastia. Studii experimentale recente confirmă avantajul translocării chiar în special la RM de etiologie ischemică [38]. Această metodă de tratament reparativ este utilizată mai frecvent pentru plastia prolapsului anterior. Coardele tendinoase cu o bandă mică de țesut valvular sunt transferate de la LMP la marginea liberă a segmentului prolabat. Defectul astfel creat în PML poate fi apoi reparat ca pentru o rezecție triunghiulară sau patruunghiulară. Transferul cordal poate fi, de asemenea, efectuat prin transferul coardelor secundare AML pe marginea liberă prolabată nesuținută. Deoarece coardele normale sunt utilizate în ambele tehnici, nu este nevoie de măsurarea lungimii coardelor [39].

În 2017 Mihos a studiat beneficiile potențiale ale neocordoplastiei în comparație cu transpozitia cordală. Au fost analizate opt studii mari, cu un total de 1922 pacienți. Prolapsul segmentului P2 a fost cea mai frecventă afectare valvulară. Datele din follow-up precoce (6 și 12 luni postintervenție) au arătat că pacienții supuși protezării cordale au avut o incidență mai mare a reintervenției (32,1% față de 13,9%,  $P=0,0006$ ), totodată nu a existat nici o diferență în ceea ce privește mortalitatea operatorie (1,1% pentru ambele) sau complicațiile perioperatorii. La un follow-up cu durata medie < 5 ani, neocordoplastia pentru prolapsul valvei mitrale posterioare izolată a fost asociată cu o rată mai scăzută de reoperații și o hemodinamică favorabilă a valvei, în comparație cu

translocarea corzilor native, iar la o urmărire de 2,9 ani grupul supus necordoprotezării a prezentat o rată mai scăzută de reoperații și o hemodinamică favorabilă a valvei, în comparație cu frupul supus rezecției valvulare [40].

Scurtarea cordajelor este una din tehnicile descrise de Carpentier pentru rezolvarea prolapsului foitei anterioare. În prezent, se utilizează tot mai puțin, deoarece duce la o creștere a tensiunii la nivelul cordajului scurtat, înregistrându-se de multe ori, ruptura tardivă a acestuia.

Se despică longitudinal capul mușchiului papilar al cărui cordaj este elonga. Se practică o sutură armată cu petec de teflon, în formă de U, la nivelul capului mușchiului papilar al cărui cordaj este elongat și la nivelul cel mai jos al mușchiului despicat. Cordajul elongat și mușchiul atașat sunt coborâți către apex și întărite cu un petec. Dacă mușchiul papilar disecat este foarte lung și subțire, trebuie închis cu una sau două suturi transversale armate cu petec [41].

Repararea valvei mitrale este superioară protezării la pacienții cu boală degenerativă a valvei mitrale [42]. Deoarece majoritatea pacienților cu boală degenerativă prezintă prolaps mitral al foitei posterioare, multitudinea datelor care susțin beneficiile reparării valvei mitrale se bazează pe rezultatele obținute la reconstrucția valvei posterioare sau repararea corzilor. Brescia și colegii de la Universitatea din Michigan prezintă date pentru a sprijini repararea valvei mitrale și la cei cu prolaps anterior (sau bivalvular). Comparând pacienții care au suferit reparații ale foliei anterioare cu cei care au suferit reparații ale foii posterioare, Brescia și colegii nu au găsit nicio diferență în ceea ce privește insuficiența mitrală reziduală, supraviețuirea sau rata de reopervenție [43]. La 15 ani de urmărire, reoperația valvei mitrale a fost aplicată la 7,5% dintre cei cu prolaps de anterior și la 4,9% dintre cei cu prolaps posterior. Pe baza acestor rezultate excelente, autorii au concluzionat că chirurgii cu experiență ar trebui să repare practic toate valvele degenerative întimpinând doar probleme minore cu foia anterioară a valvei mitrale.

Tehnica de deplasare laterală a foliei mitrale posterioare (P2) pentru repararea VM este o tehnică nerezecabilă în care un segment P2 prolabat este suturat la un segment P1 normal. Zanobini în 2017 a efectuat procedura de lateralizare P2 pe șapte pacienți. După suturile circumferențiale, segmentul P2 prolabat a fost deplasat spre segmentul P1 normal cu o rotire de 90° fără secționarea foitei. Despicăturile reziduale dintre segmentele P2 și P3, dacă au fost prezente, s-au închis. Odată ce absența insuficienței mitrale reziduale a fost confirmată printr-un test de presiune

salină, anuloplastia inelară a finalizat procedura de lateralizare P2. Lateralizarea segmentului posterior P2 este un tratament strict destinat prolapsului P2 izolat, cu avantajul unui clamping aortic scurt și al timpului de bypass cardiopulmonar. Credem că acest lucru ar putea fi foarte benefic pentru pacienții vârstnici și debili. Urmărirea pe termen lung este necesară pentru a evalua durabilitatea acestei metode chirurgicale [44].

Insuficiența mitrală ischemică apare ca urmare a dilatației inelului, restricționării și aplatizării valvelor. Anuloplastia prin reducerea diametrului anular corectează dilatarea inelului, dar afectează atașamentul și agravează aplatizarea valvulară. Această exacerbare a geometriei anormale a prospectului poate contribui la rezultate slabe de recuperare în regurgitarea mitrală ischemică. Rezultatele pe termen mediu și lung ale reparației valvei mitrale folosind această abordare au fost dezamăgitoare, centrele cu experiență raportând o rată semnificativă de recurență a RVM moderată până la severă la o treime dintre pacienți în decurs de 6 luni după operație [45].

Mărirea și/sau fortificarea foitei nu numai că a crescut aria de coaptare în raport cu dimensiunea zonei de anuloplastie, dar a îmbunătățit și mobilitatea cuspidului și a restabilit poziția interanulară a liniei de coaptare. Punctul de coaptare a fost, de asemenea, mai scăzut (înspre ventriculul stâng) la animalele cu mărirea ariei foitei. Fortificarea cuspidului a făcut posibilă obținerea unei lungimi echivalente de coaptare, menținând în același timp o zonă semnificativ mai mare a inelului valvei mitrale, ceea ce reduce, de asemenea, riscul de stenoză mitrală. Aceste date demonstrează că augmentarea foitei nu este utilă numai în furnizarea de țesut foliar suplimentar pentru coaptare, dar este și eficientă în restabilirea mobilității foitei posterioare și a funcției bicuspide a valvei mitrale. Folosind același model experimental, Jassar și colab. au demonstrat că mărirea ariei valvulare posterioare reduce ancorarea foliei posterioare și crește curbura valvei. Toate aceste efecte ar trebui, teoretic, să acționeze sinergic pentru a crește durabilitatea reparației [46]. Mărirea ariei cuspidale posterioare asociată cu o anuloplastie utilizând inel de dimensiuni corespunzătoare crește curbura valvulară și reduce thetering-ul mitral; această metodă vizează mai pe deplin mecanismul insuficienței mitrale ischemice și poate îmbunătăți longevitatea recuperării.

La pacienții care necesită o rezecție largă a foliolelor posterioare, un defect foarte mare trebuie acoperit de un țesut valvular restant (subțire și îngust) al foliolelor posterioare asociat cu o anuloplastie „agresivă” care poate determina mișcarea sistolică anterioară (SAM). Totuși această tehnică este ireversibilă și necesită tăierea și suturarea precisă a prospectului.

Complexitatea acestei proceduri a fost percepută ca fiind dificilă de către chirurghi. Gillinov și colegii au raportat că 64 din 3051 de pacienți (2,1%) au avut o reparație nereușită care a necesitat transformarea intervenției în protezare [47]. În ciuda numeroaselor avantaje ale reparației valvei mitrale, Bolling și colegii au raportat că rata medie de reparare a valvei mitrale a fost de 41 [48].

Toate procedurile de plastie glisante/pliere se efectuează printr-o sternotomie mediană. Valva mitrală a fost abordată printr-o atriotomie stângă. S-ar putea aplica o abordare transseptală pacienților care necesită repararea simultană a valvei tricuspide. Sutura de anuloplastie au fost plasate și retrase pentru a expune valva mitrală. Segmentul prolabat al valvei mitrale se identifica cu un test de presiune salină. La pacienții cu prolaps posterior, segmentul prolabat se inversează vertical în ventriculul stâng. Sutura inițial plasată este din polipropilenă monofilament 5-0 atașată vertical la marginea liberă a cuspei prolabate și este legată temporar cu un singur nod. După confirmarea absenței RVM prin testul cu soluție salină sutura pilot este legată definitiv și se plasează suturi suplimentare întrerupte spre inel. În acest moment, cuspidă valvei mitrale de obicei pare a fi competentă cu o coaptare suficientă. La pacienții cu foia comisurală prolabată, prolapsul segmentul și fol posterioră prolabate se inversează în ventriculul stâng. La pacienții cu un segment A1 sau A3 prolabat, o sutură pilot se plasează pe marginea prolapsului. La această etapă, este asigurată o coaptare suficientă. Se poate de adăugat la același segment, pentru a facilita aproximarea valvei, o sutură de polipropilenă monofilament 3-0 într-o formă de 8. Dacă testul salin a arătat totuși semne de RVM, se poate de asociat neocorzi pentru a regla înălțimea pliantei după cum este necesar [49].

Tehnicile neresecționale de pliere sunt avantajoase datorită simplității și reversibilității lor. Plierea poate fi reversibilă pur și simplu prin tăierea suturilor pliabile în caz de necesitate a modificărilor în cursul intervenției. Cu toate acestea, tehnicile de pliere non-resecționale sunt limitate de anatomie, iar rezultatele pe termen lung sunt necunoscute [50].

● *Plierea valvulară în direcție verticală.* Conceptul de pliere verticală a foiei posterioare a fost dezvoltat de McGoon cu mai bine de jumătate de secol în urmă, însă a fost folosit mai puțin decât tehnicile de resecționale mai vechi. Cu toate acestea, recent tehnica respectivă a trezit atenție sporită, concomitent cu abordările minim invazive actuale. În această tehnică de pliere, segmentul prolabat valvular este îndoiat folosind suturi întrerupte sau continue. De specificat că această tehnică deseori poate fi folosită

ca o metodă pentru a determina cât de mult țesut valvular trebuie rezeccat înainte de secționarea efectivă. Această tehnică nu reduce înălțimea foiei și nici nu previne mișcarea anterioară sistolică - după repararea unei foie posterioare, ar fi trebuit uneori utilizarea unor proceduri suplimentare (pentru a gestiona înălțimea excesului de țesut valvular), cum ar fi înlocuirea neocordală și ancorarea foiei posterioare pliate la peretele ventricular posterior. Plierea prospectului în direcție verticală, așa-numita „tehnica de plicatură a lui McGoon”, este o metodă simplă și reversibilă de a corecta lățimea în exces a valvei, excepție fiind foiele foarte groase, deoarece plierea verticală a unei valve groase prevede prea multă tensiune asupra suturilor și a foiei prin forța elastică de restabilire. Această tehnică este o opțiune utilă pentru cuspidă posterioară largă de grosime moderată. Deoarece aceasta nu prevede reducerea înălțimii valvei, ar putea fi necesar să se adauge alte tehnici, cum ar fi înlocuirea neocordală și ancorarea valvei plicate pentru a preveni SAM [51, 52].

● *Plierea foiei valvulare prin înglobare.* Este o tehnică clasică de reparare a valvei mitrale și a fost utilizată în scopul închiderii defectului după rezeccia foiei. Aceasta poate fi utilizată pentru corectarea prolapsului mitral și a lățimii în exces a valvei. Segmentul prolabat din apropierea adânciturii (înglobării) poate fi susținută de cordele normale ale scallop-ului vecin prin suturarea țesutului înglobat. Materialul tisular în exces poate fi pliat în ventricul prin suturarea adânciturii cu pași mai mari de sutură. Această tehnică este rar utilizată ca procedură primară și este folosită doar ca procedură adjuvantă cu alte tehnici, cum ar fi neocordoplastia. Plierea prospectului în adâncime prevede o tensiune asupra foiei, decât plierea porțiunilor mediane valvulare și mici forțe mai puțin elastice de restabilire. De notat că închiderea înglobării poate provoca stenoză mitrală prin restrângerea deschiderii foiei posterioare. Această tehnică nu trebuie să utilizeze în combinație cu plicatura comisurală sau anuloplastia cu un inel mic [53].

● *Plastia pliantă utilizând neocordaje.* Această tehnică a fost introdusă anterior pentru a repara atât prolapsul, cât și înălțimea în exces a foilor, fără rezeccia foilor. Se aplică mai des pentru corecția scallop-urilor posterioare, iar neocordajele sunt suturate în porțiunea de mijloc P2 în locul de margine valvulară. Neocordele pliază în mod natural foia spre peretele ventricular posterior, creând o nouă suprafață de coaptare și blocând vârful foiei să se deplaseze înainte. Tehnicile de pliere care folosesc neocordele asigură coaptarea profundă și păstrează mișcarea excelentă a valvei, fapt care reprezintă avantajul



tehnicilor neocordale față de cele rezecționale [54]. Sunt simple ca exercitare, deși necesită determinarea lungimii neocordelor. După cum s-a descris, metodele de măsurare sunt nepotrivite, iar metodele de ajustare intraoperatorie precum tehnica garoului (“tourniquet”) și metoda bazată pe principiul echivalenței coardelor bazal-marginale sunt utile pentru metodele de reparare prin plierea coardelor [55]. Scurtarea extensivă a neocordelor plasate pe vârful foitei înalte este, de asemenea, eficientă pentru a reduce riscul de SAM. Aceste tehnici de pliere a cordelor sunt eficiente chiar și pentru o cuspidă posterioară foarte înaltă păstrând mobilitatea valvular [56]. Este important de notificat că fiecare neocordaj trebuie fixat pe diferite capete de mușchi papilar pentru a distribui stresul sistolic pe care îl primește o porțiune tisulară mai mare. Aceste tehnici de pliere nu reduc lățimea scallopului. Este dificil de determinat lungimea neocordală cu tehnici de măsurare cordală deoarece lungimea adecvată variază în funcție de locația în care se fixează suturile pe foită. Lungimea neocordelor este determinată cu tehnica garoului (“tourniquet”) în care temporar neocordajele sunt menținute la o anumită lungime folosind garouri mici, evaluând competența valvular prin injectarea de soluție salină în ventriculul stâng și reglarea lungimii prin glisarea garourilor [57]. Într-o variație a acestei tehnici de pliere folosind neocordele, cele două brațe ale fiecărui neocordaj sunt trecute prin marginea liberă a cuspidelor prolapse și acele suturi sunt țesute de la marginea liberă până la linia de coaptare. În această tehnică, lungimea neocordală este determinată pe baza principiului echivalenței cordelor bazal-marginale. Cuspida este îndoită temporar pentru a aproxima linia de coaptare de inel, lungimea neocordelor este stabilită la fel ca lungimea cordelor bazale [58, 59].

- *Plastia pliantă în direcție orizontală.* Tehnica de reparare prin plierea orizontală este, de asemenea, simplă și reversibilă. Segmentul valvular posterior prolapsat sau în exces este pliat cu suturi de în „U” inversat (mattress technique) trecute de la marginea cuspidelor la inelul sau porțiunea mediană a foitei. Această tehnică corectează simultan prolapsul foitei și reduce înălțimea posterioară. De menționat că înălțimea foitei poate fi reglată prin schimbarea punctelor de ieșire ale suturilor, deși nu poate fi redusă la mai puțin de jumătate. În multe cazuri, totuși, foita posterioară îndoită devine imobilă, iar valva capătă un aspect „unicuspidian”, ceea ce de fapt reprezintă un dezavantaj al acestei tehnici. Deși nu e utilizată ca procedură primară din cauza acestui dezavantaj, aceasta poate fi adăugată atunci când SAM este încă o problemă după neocordoplastie regulată sau rezecția

foițelor. Poate fi, de asemenea, o procedură de “salvare” atunci când SAM postrezecțional este corectat în timpul celui de-al doilea clamping încrucișat aortic. Adăugarea suturilor de pliere orizontală este mult mai ușoară și mai rapidă decât alte proceduri utilizate pentru prevenția SAM postoperatorie, cum ar fi înlocuirea inelului de anuloplastie, înlocuirea suplimentară a neocordului și rezecția foitei [60].

Există unele critici conform cărora tehnicile pliante nonrezecționale sunt prea simpliste, fiind utilizate numai pentru chirurgia minim invazivă. Cu toate acestea, simplitatea procedurii reduce timpul de intervenție chirurgicală, bypass-ul cardiopulmonar și clampingul aortic, dar și promovează reproductibilitatea reparației valvei mitrale, îmbunătățind rezultatele chirurgicale. Astfel, aceste avantaje ale plierii nonrezecționale ar trebui luate în considerare nu numai pentru chirurgia minim invazivă, dar și pentru chirurgia convențională prin sternotomie mediană, atât timp cât nu se sacrifică cu succesul și longevitatea reparației valvei mitrale [61].

Tehnicile de reparare nerezecționale sunt simple, reversibile și practice ca tehnici primare, adjuvante sau de salvare în repararea valvei mitrale pentru leziunile degenerative ale foitei posterioare. Rezecția scallop-ului ar trebui să fie tehnica principală pentru leziunile sclerotice, iar tehnicile de reparare prin pliere pot fi încă utilizate ca o procedură suplimentară în astfel de cazuri. [62].

Se identifică porțiunea foitei posterioare degenerată mixomatos, cu cordaje elongate sau rupte. După demarcarea ariei de rezecție, se rezecă segmentul foitei posterioare. Spațiul rămas liber la nivelul inelului mitral este închis prin suturi armate cu petic de teflon. Această plicatură anulară este o etapă decisivă a plastiei, suturile trebuind să fie plasate în țesutul ferm al inelului, pentru a reduce tensiunea între cele două porțiuni ale cuspei. Continuitatea cuspei se reface prin sutura celor două margini libere cu fire separate, astfel încât marginile foitei să nu trebuie să fie tensionate. Procedura se completează întotdeauna cu implantarea unui inel de anuloplastie. Uneori, se pot practica două rezecții quadrangulare ale foitei posterioare. Rezecția quadrangulată poate fi practică și în cazul cordajelor rupte la o comisură. Prolapsul comisural este mult mai ușor rezolvat prin simpla închidere a comisurii [14].

Pentru rezolvarea prolapsului foitei anterioare s-au utilizat mai multe tehnici, cele mai comune fiind: transpoziția de cordaje, scurtarea sau înlocuirea cordajelor. Inițial s-a practicat rezecția triunghiulară a foitei anterioare, dar rezultatele nu au fost satisfăcătoare. De asemenea, aici scurtarea cordajelor nu și-a demonstrat eficiența, locul ei fiind luat de transpoziția de cordaje.

Sliding (glisarea) foitei este o variantă a rezecției quadrangulare a foitei posterioare; a fost descrisă de Carpentier pentru a preveni obstrucția tractului de ejecție al ventriculului stâng prin mișcarea sistolică anterioară (SAM) a foitei anterioare a valvei mitrale [42].

SAM poate apare la pacienții cu rezecție quadrangulă pentru boală degenerativă, putând complica plastia în 5-10% din cazuri [43, 44]. În mod normal, valva posterioară reprezintă 1/3 din diametrul antero-posterior, iar valva anterioară restul de 2/3. În caz de SAM, valva posterioară reprezintă 1/2 din diametrul antero-posterior, ceea ce face la linia de coaptare a foitelor să se deplaseze anterior obstruând tractul de ejecție al ventriculului stâng [45, 46]. La pacienții cu risc hipovolemia, dilatarea vasculară și administrarea inotropilor potentează apariția SAM.

Pentru prevenirea acestei complicații la pacienții cu țesut valvular în exces și cu o înălțime a foitei posterioare mai mare de 1 cm, se folosește ca tehnică complementară rezecției quadrangulare, tehnica glisării foitei (sliding leaflet repair). Prin această tehnică se urmărește în primul rând reducerea înălțimii foitei posterioare, deplasându-se, astfel, posterior, punctul de coaptare a foitelor în sistolă. După rezecția quadrangulă, foia posterioară este detașată de pe inel, pe o distanță de 1,5-2cm de fiecare parte a rezecției. Apoi fițele sunt reatașate de inel. La locul rezecției, se apropie și se suturează marginile foitelor, apoi această procedură este completată cu o anuloplastie.

#### **Tehnica edge-to-edge (Alfieri)**

Această tehnică este utilă în prolapsul uneia sau a ambelor foite valvulare asociată cu dilatarea de inel, precum și în regurgitarea mitrală ischemică.

Tehnica constă în realizarea unei suturi între punctele centrale ale celor două foite mitrale. Se formează astfel o valvă cu două foite mitrale. Se formează astfel o valvă cu două orificii (tehnica dublului orificiu) [50, 51]. Sutura celor două foite se realiza și la nivelul unei comisuri (tehnica paracomisurală). Alegerea variantei optime depinde de direcția jetului regurgitant.

#### **Tehnicile operatorii minim-invazive**

Până la 50% dintre pacienții cu insuficiență mitrală de moderată până la severă nu sunt considerați candidați la intervenții chirurgicale. Managementul conservativ în insuficiența mitrală prezintă rezultate slabe, cu o rată a mortalității la 1 an de 20%, la 5 ani de 50% și o rată ridicată de spitalizare din cauza insuficienței cardiace [63]. Dezvoltarea în ultimii ani a reparării valvei mitrale utilizând tehnici minim invazive oferă o opțiune terapeutică necesară pentru pacienții cu boală mitrală simptomatică. În plus, studiile recente au dovedit că acestea păstrează structura și funcția cardiacă atunci când sunt implementate precoce [64].

Plastia VM minim invazivă este mai dificilă din punct de vedere tehnic, fapt care determină o rată de aplicare a operațiilor minim invazive ce variază de la mai puțin de 30% în SUA până la aproximativ 50% în Germania [65]. Ghidurile actuale pentru cardiopatiile valvulare recomandă intervenția chirurgicală precoce chiar și pentru pacienții cu RM asimptomatică în centrele de experiență, unde riscul de mortalitate este mai mic de 1% și probabilitatea de reparare este mai mare de 90% [66]. Aceste standarde înalte sunt, de asemenea, așteptate de la procedurile de reparație mitrală minim invazivă, ceea ce o face o alternativă chirurgicală provocatoare, care necesită o mai mare dexteritate și experiență chirurgicală [67].

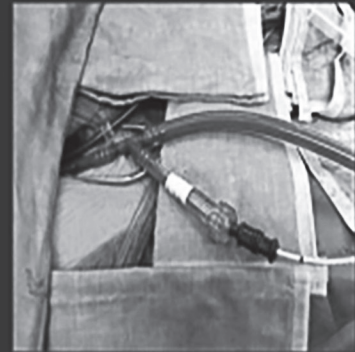
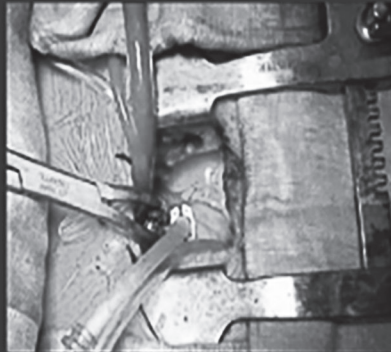
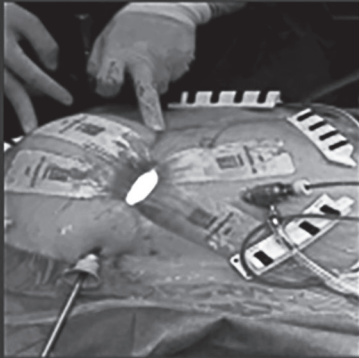
Conceptul de chirurgie cardiacă minim invazivă a fost definit în mod tradițional ca o mică incizie a peretelui toracic, care nu implică o sternotomie completă. În plus, intervenția chirurgicală minim invazivă a VM duce la evitarea oricărui tip de sternotomie, o scădere a utilizării produselor sanguine, scurtarea timpului de ventilație mecanică, reducerea spitalizării și terapiei intensive și diminuarea durerii postoperatorii [68].

Canularea femoro-femurală periferică este abordul cel mai frecvent utilizat pentru By-pass-ul cardio-pulmonar (CPB) în chirurgia VM minim invazivă. Unii chirurghi preferă canularea aortică directă prin incizia de mini-toracotomie, argumentând că fluxul antegrad către creier, precum și evitarea canulării inghinale sunt benefice. O mare varietate de mici incizii modificate sternale, parasternale și mini-toracotomie au fost descrise pentru a accesa valvele cardiace. Recent, a fost dezvoltată o modificare a mini-toracotomiei drepte cunoscută sub numele de incizie periareolară, scopul căreia este de obține rezultate cosmetice foarte bune fără a compromite expunerea chirurgicală [69].

Din cauza avantajelor sale mai mulți pacienți solicită intervenții chirurgicale minim invazive. Dureea postoperatorie redusă și revenirea mai rapidă la activitatea normală au fost demonstrate în mai multe studii [70]. Sângerarea mai mică (deși fără reducerea reexplorării pentru sângerare), timpii mai reduși de ventilație mecanică, mai puține evenimente de fibrilație atrială sau aritmii maligne postoperatorii, reducerea complicațiilor infecțioase a plăgii și spitalizarea mai scurtă, sunt de asemenea, alte beneficii observate la pacienții supuși reparației VM prin tehnicile minim invazive [70] [71]. (Figura 2)

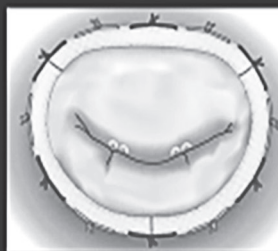
Studiul Lange (2017) a efectuat o analiză retrospectivă a 745 de pacienți, 501 în grupul cu toracotomie dreaptă (67%) și 244 în grupul cu sternotomie mediană SM (33%), care au suferit reparații izolate ale VM între 2000 și 2010. Autorul a concluzionat că chirurgia VM prin minitoracotomie dreaptă este o procedură si-

## Chirurgie valvulară miniinvazivă



### Minitoracotomie.

- Incizia de 5 cm este menținută deschisă utilizând un departator de țesuturi moi.
- Sunt vizibile alte două porturi pentru camera foto și ventilația venoasă pulmonară.
- Chirurgia este efectuată cu ajutorul unui toracoscop video.
- Se efectuează canalări aortice retrograte și canalare bicavală prin accesul venos jugular și femoral.



### Avantajele reparației chirurgicale miniinvazive :

- Reducerea durerii postoperatorii și a mobilității precoce
- Reducerea pierderilor de sânge și reducerea timpului de ventilație pentru a scurta perioada de afișare în blocul TI și perioada de spitalizare
- Risc mai mic de infecțare perioperatorie
- Cosmetic atractiv și acceptabil de către pacient

Figura 2. Chirurgia valvulară miniinvazivă.  
Santana O. *Ann Thorac Surg.* 2011;91:406–410. [70]

gură asociată cu o mortalitate operatorie foarte scăzută comparabilă cu abordarea standard de sternotomie. Pe lângă rezultatele cosmetic îmbunătățite, chirurgia VM minim invazivă oferă rezultate la fel de durabile ca și abordarea standard de sternotomie [72].

Corecția chirurgicală sau repararea percutană a valvei poate fi luată în considerare pentru RM secundară [73]. Ghidurile europene recomandă ca procedura percutanată (“edge-to-edge”) să fie luată în considerare la pacienții cu RVM primară, severă, simptomatică care îndeplinesc criteriile ecocardiografice de eligibilitate și sunt considerați inoperabili sau cu risc chirurgical ridicat de către echipa cardiacă, evitând inutilitatea (IIB C) [74]. [75].

Un moment important pentru managementul bolnavilor cu RVM presupuși pentru tratament reparator este alegerea abordării chirurgicale: tehnicile minim invazive versus abordarea de transcater. În comparație cu o tehnică chirurgicală tradițională, minitoracotomia minim invazivă și chirurgia robotică prezintă beneficii datorită durerii postoperatorii mai puține, timpului de recuperare mai scurt și rezultatului estetic mai bun [76]. Cu toate acestea, chirurgia minim invazivă este complexă din punct de vedere tehnic și necesită o practică bună pentru a obține rezultate similar [77].

Aceste date indică faptul că rezultatele pe termen lung după repararea mitrală minim invazivă sunt

excelente și echivalente cu rezultatele obținute prin sternotomie. Având în vedere avantajele publicate anterior ale morbidității pe termen scurt, abordările minim invazive ale chirurgiei valvei mitrale merită o utilizare extinsă [78].

### Concluzii.

1. Progresele de ultimă oră în diagnosticul, cuantificarea și tehnicile chirurgicale implicate în repararea unei valve mitrale degenerative primare permit restabilirea speranței normale de viață după intervenție chirurgicală.

2. Tipul lezional și varianta anatomică al valvulopatiei determină posibilitățile tehnice de corecție în insuficiența de valvă mitrală.

3. „Corecția funcțională” este cheia succesului în promovarea operațiilor plastice reconstructive în leziunile atrio-ventriculare.

4. „Păstrare – nu rezecție” este un principiu care mărește șansele de succes a unei operații reconstructive, păstrând mobilitatea foitelor măbind suprafața de coaptare și limitând maximal tensionarea elementelor complexului valvular.

5. Operațiile care promovează tehnicile rezecționale, cât și cele cu implantare de neo-cordaje cu fire PTFE sunt cele mai efective și durabile, care asigură un rezultat final de succes.

6. În baza datelor de literatură putem recomanda operațiile plastice reconstructive la valve de etiologie degenerativă, posttraumatice, ischemice, postendocarditice ca tehnici efective și durabile în timp, fiind o alternativă superioară protezării.

### Bibliografie.

- Edwards NC, Yuan M, Good IK, Moody WE, Steeds RP. Optimum management of asymptomatic moderate-severe degenerative mitral regurgitation: a role for T1 mapping in risk stratification? *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance Imaging*. 2014;16(S1):238.
- Enriquez-Sarano M, Suri RM, Clavel MA, Mantovani F, Michelena HI, Pislaru S, Mahoney DW, Schaff HV. Is there an outcome penalty linked to guideline-based indications for valvular surgery? Early and long-term analysis of patients with organic mitral regurgitation. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2015;150(1):50–58.
- Gammie JS, O'Brien SM, Griffith BP, Ferguson TB, Peterson ED. Influence of hospital procedural volume on care process and mortality for patients undergoing elective surgery for mitral regurgitation. *Circulation*. 2007;115(7):881–887.
- Tietge WJ, de Heer LM, van Hessem MW et al. Early mitral valve repair versus watchful waiting in patients with severe asymptomatic organic mitral regurgitation; rationale and design of the Dutch AMR trial, a multicenter, randomised trial. *Neth Heart J*. 2012;20(3):94–101.
- Concato J, Peduzzi P, Huang GD, et al. Comparative effectiveness research: what kind of studies do we need? *J Investig Med*. 2010;58(6):764–769.
- Hlatky MA, Douglas PS, Cook NL, et al. Future directions for cardiovascular disease comparative effectiveness research: report of a workshop sponsored by the National Heart, Lung, and Blood Institute. *J Am Coll Cardiol*. 2012;60(7): 569–580.
- Haris Khan, Mahmood Ahmad, Mazhar A Warraich. Repair of the Mitral Valve Has Better Long-Term Outcomes Than Replacement. *Ann Thorac Surg*. 2020;110(4):1440.
- Alain Carpentier. Cardiac valve surgery- the „French Cirrection”. The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery, vol.86, n.3, 323–337.
- Dreyfus G.D. Corbi P. Rubin S. Aubert S. Posterior leaflet preservation in mitral valve prolapse: a new approach to mitral repair. *J Heart Valve Dis*. 2006; 15: 528–530.
- Perier P. Hohenberger W. Lakew F. Batz G. Urbanski P. Zacher M. et al Toward a new paradigm for the reconstruction of posterior leaflet prolapse: midterm results of the „respect rather than resect” approach. *Ann Thorac Surg*. 2008; 86: 718–725.
- Gillinov AM, Cosgrove DM. Mitral valve repair for degenerative disease. *J Heart Valve Dis*. 2002;11 Suppl 1:S15–20.
- Da Col U, Di Bella I, Bardelli G, Koukoulis G, Ramoni E, Ragni T. Triangular resection and folding of posterior leaflet for mitral valve repair. *J. Card Surg*. 2006; 21(3):274–6; discussion 277.
- Park KJ, Woo JS, Yi JH, Park JY. Outcomes of Mitral Valve Repair: Quadrangular Resection versus Chordal Replacement. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*. 2013;46(2):124–129.
- Juliano Lentz Carvalho, Hartzell V.Schaff, Rick A. Nishimura et al. Is anterior mitral valve leaflet length important in outcome of septal myectomy for obstructive hypertrophic cardiomyopathy? *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2023;165(1):79–87.e1.
- Alfieri O., Maisano F., De Bonis M., Stefano P. L., Torracca L., Oppizzi M., La Canna G. The double-orifice technique in mitral valve repair: a simple solution for complex problems. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg*. 2001; 122(4): 674–681. 20.
- De Bonis M, Alfieri O. The edge-to-edge technique for mitral valve repair. *HSR Proc Intensive Care Cardiovasc Anesth*. 2010;2(1):7–17.
- Silvestry FE, Rodriguez LL, Herrmann HC. et al. Echocardiographic guidance and assessment of percutaneous repair for mitral regurgitation with the Evalve MitraClip: lessons learned from EVEREST I. *J Am Soc Echocardiogr*. 2007;20:1131–1140.
- Brinster DR, Unic D, D'Ambra MN. et al. Midterm Results of the Edge-to-Edge Technique for Complex Mitral Valve Repair. *Ann Thorac Surg*. 2006;81:1612–1617.
- Morimoto Y, Sugimoto T. Alfieri stitch for temporary severe functional mitral regurgitation after aortic valve replacement. *Surg Case Rep*. 2018;4(1): 4. ISSN 2198-7793.
- Enriquez-Sarano M, Akins CW, Vahanian A. Mitral regurgitation. *Lancet*. 2009, 18;373(9672):1382–94.
- Khalpey Z, Shernan SK, Nascimben L, Aranki SF. Partial anterior leaflet valvuloplasty to avoid SAM after mitral valve repair. *Ann Thorac Surg*. 2013;95(4):1462–3.
- Tomsic A Klautz R.J. Palmen M. Respect versus resect: two different repair techniques or two different tools in the box? *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2018; 155: 600–601. *Dis*. 2002;11 Suppl 1:S15–20.
- Perier P, Hohenberger W, Lakew F, et al. Toward a new paradigm for the reconstruction of posterior leaflet prolapse: Midterm results of the respect rather than „resect” approach. *Ann Thorac Surg*. 2008;86:718–25.
- Gilles D. Dreyfus, MD, et al. Respect when you can, resect when you should: A realistic approach to posterior leaflet mitral valve repair. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2018;156(5):1856–1866.
- Johnston DR, Gillinov AM, Blackstone EH, et al. Surgical repair of posterior mitral valve prolapse: implications for guidelines and percutaneous repair. *Ann Thorac Surg*. 2010;89:1385–1394.
- Frater R.W. 10th Goretex Chorda anniversary. *J. Heart Valve Dis*. 1996; 5: 348–351.
- Vetter H. O., Factor S. M., Frater R. W. The use of glycerol-treated homologous pericardium as a sub-

- stitute for cusps and chordae tendineae of the mitral valve in sheep. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1987; 35: 11–15.
28. Von Oppell U. O., Mohr F. Chordal replacement for both minimally invasive and conventional mitral valve surgery using premeasured Gore-Tex loops. *Ann. Thorac. Surg.* 2000; 70: 2166–2168.
  29. Reimink M. S., Kunzelman K. S., Cochran R. P. The effect of chordal replacement suture length on function and stresses in repaired mitral valves: a finite element study. *J. Heart Valve Dis.* 1996; 5: 365–375.
  30. Hata H, Fujita T, Shimahara Y, Sato S, Ishibashi-Ueda H, Kobayashi J. A 25-year study of chordal replacement with expanded polytetrafluoroethylene in mitral valve repair. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2015 ;20(4):463-8. ISSN 1569-9293.
  31. David TE, David CM, Lafreniere-Roula M, Manlhiot C. Long-term outcomes of chordal replacement with expanded polytetrafluoroethylene sutures to repair mitral leaflet prolapse. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2020;160(2):385-394.e1.
  32. Adams D. H., Kadner A., Chen R. H. Artificial mitral valve chordae replacement made simple. *Ann. Thorac. Surg.* 2001; 71: 1377–1379.
  33. Kasegawaatal H., Kamata S., Hirata S., Kobayashi N., Mannouji E., Ida T., Kawase M. Simple method for determining proper length of artificial chordae in mitral valve repair. *Ann. Thorac. Surg.* 1994; 57: 237–239.
  34. Von Oppell U. O., Mohr F. Chordal replacement for both minimally invasive and conventional mitral valve surgery using premeasured Gore-Tex loops. *Ann. Thorac. Surg.* 2000; 70: 2166–2168.
  35. Matsui Y., Fukada Y., Naito Y., Yasuda K. A new device for ensuring the correct length of artificial chordae in mitral valvuloplasty. *Ann. Thorac. Surg.* 2005; 79: 1064–1065.
  36. Mandegar M. H., Yousefnia F., Roshanali M. A. Preoperative determination of artificial chordae length. *Ann. Thorac. Surg.* 2007; 84: 680–682.
  37. Chang J. P., Kao C. L. Slit stent technique for ensuring the correct length of artificial chordae in mitral repair. *J. Card. Surg.* 2011; 26: 259–260.
  38. Fukuoka M., Nonaka M., Masuyama S., Shimamoto T., Tambara K., Yoshida H., Ikeda T., Komeda M. Chordal «translocation» for functional mitral regurgitation with severe valve tenting: an effort to preserve left ventricular structure and function. *J. Tehran Heart Cent.* 2008 Aug; 7(3): 92–99.
  39. Cuartas MM, Davierwala PM. Minimally invasive mitral valve repair. *Indian J Thorac Cardiovasc Surg.* 2020;36(Suppl 1):44-52.
  40. Mihos CG, Yucel E, Santana O. A systematic review and meta-analysis of chordal replacement versus leaflet resection for isolated posterior mitral valve prolapse. *J Cardiovasc Surg (Torino).* 2017;58(5):779-786.
  41. Bourguignon T, Mazine A, Laurin C, Bouchard D, Demers P, Pellerin M. Repair of Anterior Mitral Leaflet Prolapse: Comparison of Mid-Term Outcomes with Chordal Transposition and Chordal Replacement Techniques. *J Heart Valve Dis.* 2016;25(2):187-194.
  42. Anyanwu A.C. Bridgewater B. Adams D.H. The lottery of mitral valve repair surgery. *Heart.* 2010; 05: 1964-1967.
  43. Gillinov M, Burns DJP, Wierup P. Commentary: A problem with the anterior mitral leaflet? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2021;162(4):1097-1098.
  44. Zanobini M, Ricciardi G, Mammanna FL, Kassem S, Poggio P, Di Minno A, Cavallotti L, Saccocci M. The respect rather than resect principle in mitral valve repair: the lateral dislocation of the P2 technique. *J Cardiovasc Med (Hagerstown).* 2017;18(9):687-690.
  45. Gelsomino S, Lorusso R, De Cicco G, et al. Five-year echocardiographic results of combined undersized mitral ring annuloplasty and coronary artery bypass grafting for chronic ischaemic mitral regurgitation. *Eur Heart J.* 2008;29:231–40.
  46. Robb JD, Minakawa M, Koomalsingh KJ, et al. Posterior leaflet augmentation improves leaflet tethering in repair of ischemic mitral regurgitation. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2011;40:1501-7.
  47. Gillinov AM, Blackstone EH, Nowicki ER, Slisatkorn W, Al-Dossari G, Johnston DR, et al. Valve repair versus valve replacement for degenerative mitral valve disease. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2008;135: 885-93.
  48. Bolling SF, Li S, O'Brien SM, Brennan JM, Prager RL, Gammie JS. Predictors of mitral valve repair: clinical and surgeon factors. *Ann Thorac Surg.* 2010;90: 1904-11.
  49. Tsukui H, Umehara N, Saito H, Saito S, Yamazaki K. Early outcome of folding mitral valve repair technique without resection for mitral valve prolapse in 60 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2013;145(1):104-8.
  50. McCarthy P.M. Mitral leaflet clefts: innocent bystander or covert foe? *Heart.* 2015; 101: 1087-1088.
  51. Tabata M. Nakatsuka D. Nishida H. Takanashi S. Hiraiwa N. Kawano Y. A simple nonresectional technique for degenerative mitral regurgitation with a very large posterior leaflet: chordal Foldoplasty. *Ann Thorac Surg.* 2016; 101: e179-e181.
  52. Alexander A. Brescia, Tessa M.F. Watt, Liza M. Rosenbloom et al. Anterior versus posterior leaflet mitral valve repair: A propensity-matched analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2021;162(4):1087-1096.e3.
  53. Tabata M. Nishida H. Watanabe S. Uchimuro T. Takanashi S. Interscallop indentation closure as an adjunctive technique in mitral valve repair for degenerative mitral valve disease. *Gen Torac Cardiovasc Surg.* 2020; 68: 233-239.
  54. Abicht T.O. Andrei A.C. Kruse J. McDonald E. Li Z. McCarthy P.M. O abordare simplă a reparației valvei mitrale: ajustarea înălțimii foilei posterioare folosind un pliu parțial al marginii libere. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014; 148: 2780-2786.
  55. Fuster G.R., et al. Artificial chordae in the setting of complex mitral valve repair. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2014; 18: 586-595.

56. Tabata M, Nakatsuka D, Nishida H, Takanashi S, et al. A Simple Nonresectional Technique for Degenerative Mitral Regurgitation With a Very Large Posterior Leaflet: Chordal Foldoplasty. *Ann Thorac Surg*. 2016; 101: e179-e181.
57. Gosev I. et al. Long term outcomes of posterior leaflet folding valvuloplasty for mitral valve regurgitation. *Ann Cardiothorac Surg*. 2015; 4: 428-432.
58. Aniek L. van Wijngaarden, Anton Tomsic, Bart J.A.Mertens et al. Mitral valve repair for isolated posterior mitral valve leaflet prolapse: The effect of respect and resect techniques on left ventricular function. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2022;164(5):1488-1497.e3.
59. A.Marc Gillinov, Eugene H.Blackstone, Edward R. Nowicki et al. Valve repair versus valve replacement for degenerative mitral valve disease. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2008 ;135(4):885-93, 893.e1-2.
60. Abicht T.O., et al. A simple approach to mitral valve repair: posterior leaflet height adjustment a partial fold of the free edge. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2014; 148: 2780-2786.
61. Minoru Tabata, and Hiromi Yanagisawa. Nonresectional folding repair techniques for posterior leaflet lesions in degenerative mitral regurgitation. *JTCVS Tech*. 2021; 10: 68-731.
62. Dreyfus G.D. et al. "Respect when you can, resect when you should": a realistic approach to posterior leaflet mitral valve repair. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2018; 156: 1856-1866.e3.
63. Yandrapalli S, Biswas M, Kaplan J. Mitral Valve Minimally Invasive Surgical Treatment. 2021 Dec 15. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan-. PMID: 33620807
64. Marin Cuartas M, Javadikasgari H, Pfannmueller B, et al. Repararea valvei mitrale: Abordări robotice și alte abordări minim invazive. *Prog Cardiovasc Dis*. 2017;60:394-404.
65. Rostagno C. Heart valve disease in elderly. *World J Cardiol*. 2019;26;11(2):71-83.
66. Goel SS, et al. Prevalence and outcomes of unoperated patients with severe symptomatic mitral regurgitation and heart failure: comprehensive analysis to determine the potential role of MitraClip for this unmet need. *J Am Coll Cardiol*. 2014;21;63(2):185-6.
67. Van Praet KM, Stamm C, Sündermann SH, Meyer A, Unbehaun A, Montagner M, Nazari Shafti TZ, Jacobs S, Falk V, Kempfert J. Minimally Invasive Surgical Mitral Valve Repair: State of the Art Review. *Interv Cardiol*. 2018;13(1):14-19.
68. Moscarelli Marco, Fattouch Khalil, Casula Roberto, Speziale Giuseppe, Lancellotti Patrizio, Athanasiou Thanos. What Is the Role of Minimally Invasive Mitral Valve Surgery in High-Risk Patients? A Meta-Analysis of Observational Studies. *The Annals of Thoracic Surgery*. 2016;101(3):981-989.
69. Marin Cuartas M, Saldaña LD, Quintero AA, Jaramillo JS, Rendon JC. Minimally invasive cardiac surgery through periareolar approach. s: CTSNet, Inc; July 2018. 10.25373/ctsnet.6815693
70. Santana O, Reyna J, Grana R, Buendia M, Lamas GA, Lamelas J. Rezultate ale chirurgiei valvulare minim invazive versus sternotomie standard la pacienții obezi supuși unei intervenții chirurgicale valvulare izolate. *Ann Thorac Surg*. 2011;91:406-410.
71. Goldstone AB, Atluri P, Szeto WY, et al. Abordarea minim invazivă oferă rezultate cel puțin echivalente pentru corectarea chirurgicală a insuficienței mitrale: o comparație potrivită cu tendința. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2013;145:748-756.
72. Lange R, Voss B, Kehl V, Mazzitelli D, Tassani-Prell P, Günther T. Right Minithoracotomy Versus Full Sternotomy for Mitral Valve Repair: A Propensity Matched Comparison. *Ann Thorac Surg*. 2017;103(2):573-579.
73. Rostagno C. Heart valve disease in elderly. *World J Cardiol*. 2019;26;11(2):71-83.
74. Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, et al. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J*. 2017, 21;38(36):2739-2791.
75. Welp H, Martens S. Minimally invasive mitral valve repair. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2014;27(1):65-71.
76. Van Praet KM, Stamm C, Sündermann SH, Meyer A, Unbehaun A, Montagner M, Nazari Shafti TZ, Jacobs S, Falk V, Kempfert J. Minimally Invasive Surgical Mitral Valve Repair: State of the Art Review. *Interv Cardiol*. 2018;13(1):14-19.
77. Holzhey DM, Seeburger J, Misfeld M, Borger MA, Mohr FW. Learning minimally invasive mitral valve surgery: a cumulative sum sequential probability analysis of 3895 operations from a single high-volume center. *Circulation*. 2013;128(5):483-91.
78. Galloway AC, Schwartz CF, Ribakove GH, Crooke GA, Gogoladze G, Ursomanno P, Mirabella M, Culliford AT, Grossi EA. A decade of minimally invasive mitral repair: long-term outcomes. *Ann Thorac Surg*. 2019;88(4):1180-4.