

CORDAJELE ARTIFICIALE ÎN CORECȚIA AFECȚIUNILOR DE VALVĂ MITRALĂ DEGENERATIVĂ

Vitalie Moscalu – dr. în șt. med., conf. cercet.,
IMSP Institutul de Cardiologie
moscaluvit@yahoo.com; moscaluvit@gmail.com

Rezumat

Corecția chirurgicală a afectării degenerative de valvă mitrală implică o serie de aspecte tehnice importante. Utilizarea cordajelor artificiale pentru corecția bolii degenerative a crescut în cadrul procesului de trecere de la înlocuirea valvei mitrale la corecția valvei mitrale. Aceste tehnici oferă o alternativă la tehnicile introduse de Carpentier (inclusiv rezecția patruleteră, transferarea cordajelor native și scurtarea /plastia de mușchi papilar), care pot fi mult mai dificile din punct de vedere tehnic. În pofida creșterii ratei de asimilare a acestor tehnici și a indicațiilor de utilizare ale lor, rămân o serie de provocări în utilizarea cordajelor artificiale pentru corecția de valvă mitrală, în special în determinarea lungimii corecte pentru a se asigura captarea optimă a cuspelelor.

Cuvinte-cheie: valvă mitrală, cordaje artificiale, afectare degenerativă

Summary. Artificial chordae in correction of degenerative mitral valve diseases

The surgical repair of degenerative mitral valve disease involves a number of technical points of importance. The use of artificial chordae for the repair of degenerative disease has increased as a part of the move from mitral valve replacement to repair of the mitral valve. This technic provides an alternative to the techniques pioneered by Carpentier (including quadrangular resection, transfer of native chordae and papillary muscle shortening/plasty), which can be more technically difficult. Despite a growth in their uptake and the indications for their use, a number of challenges remain for the use of artificial chordae in mitral valve repair, particularly in the determination of the correct length to ensure optimal leaflet coaptation.

Key words: mitral valve, artificial chordae, degenerative disease

Резюме. Применение искусственных хорд при дегенеративном повреждении митрального клапана

Хирургическая коррекция дегенеративных повреждений митрального клапана включает в себя ряд важных технических вопросов. Применение искусственных хорд для коррекции дегенеративных заболеваний всё чаще используются в процессе перехода от замены митрального клапана к коррекции митрального клапана. Данные методы могут быть более сложным с технической точки зрения и представляют собой альтернативу методам, введенных Carpentier (четырёхугольная резекция, трансфер нативных хорд, укорочение / пластика папиллярной мышцы), который может быть более сложным в техническом плане. Несмотря на усвоение данных методик и их применение по показаниям, сохраняется ряд проблем с использованием искусственных хорд в коррекции митрального клапана, особенно при определении правильной их длины, что обеспечивает оптимальную коаптацию его створок.

Ключевые слова: митральный клапан, искусственные хорды, дегенеративные повреждения

Introducere

Complexul VM (valvei mitrale) este format din cuspele anterioare și posterioare fixate într-un inel circular fibros. VM este susținută de către aparatul subvalvular (ASV), format din mușchii papilari și cordaje, care permite o interacțiune funcțională complexă între VM și VS (ventriculul stâng) [1]. Schimbările

ASV reglează contractilitatea miocardică, deoarece contracția mușchilor papilari modulează dimensiunile VS.

Deși cordajele sunt delimitate ca simple conexiuni între mușchii papilari și inelul mitral [1], importanța hemodinamică a acestor structuri este tot mai evidentă. Variațiile în lungime a cordajelor modelează

ză individual tensiunea generală a cordajelor, zona de cooptare a cuspelor mitrale și hemodinamica mitrală. Cordajele care sunt cu 10% mai lungi decât în mod normal nu produc incompetența VM, însă dublează tensionarea cordajelor [2]. În cazul în care cordajele sunt cu 3% mai lungi decât în mod normal, tensionarea lor crește cu o treime. Utilizarea cordajelor mai scurte decât în mod normal creează concentrații ale stresului la marginea liberă a cuspei și afectează închiderea corectă a VM. Prin urmare, o ușoară supradimensionare este, probabil, abordarea clinică cea mai potrivită în timpul corecției VM [3].

Apariția cordajelor artificiale a îmbunătățit considerabil arsenalul de tehnici disponibile și a permis mai degrabă corecția decât substituția VM în cadrul unui mare număr de patologii mitrale. Studiile bazei de date ale Societății Chirurgilor Toracici de Chirurgie Cardiacă Adultă arată că rata de corecție valvulară în prezent este de aproximativ 70% [4], în timp ce centrele de referință sunt în măsură să realizeze corecții în aproape 100% cazuri [5]. Dat fiind faptul că corecția VM este considerată în prezent a fi superioară înlocuirii VM [6, 7], este necesară dezvoltarea tehnicilor de corecție care sunt simple, eficiente și durabile.

Cordajele artificiale pentru corecția anatomică și fiziologică a VM

Utilizarea neocordajelor pentru operațiile reconstructive de VM permit o corecție anatomică și funcțională a incompetenței valvulare.

Corecția anatomică reprezintă în mod ideal conservarea ambelor cuspe, reatașarea cordajelor în poziția lor anatomică normală, fără afectarea simetriei inelului fibrotic. Scopul este de a păstra aria maximă a orificiului valvei și de a restabili dinamica fiziologică a ei. Utilizarea cordajelor artificiale este un mijloc eficient, simplu și reproductibil de a atinge acest obiectiv.

Acest fapt este o parte a conceptului numit „*respect și nu rezecț*”, care descrie o direcție orientată spre crearea unei abordări chirurgicale, care promovează aranjarea anatomică a țesuturilor prin evitarea rezecției, în scopul de a menține legăturile dinamice dintre structuri [8,9].

Materiale și metode

În acest articol au fost prezentate detaliile tehnice ale procedurilor chirurgicale care implică utilizarea de neocordaje artificiale. Preponderent studiul a fost axat pentru patologii degenerative ale valvei mitrale.

Selecția bolnavilor care ar putea beneficia de reconstrucția valvei mitrale este meritul virtual al cardiologului, care face examenul ecocardiografic și îndreaptă bolnavul spre cardiochirurg. Patologi-

ile degenerative mai des întâlnite sunt: degenerarea mixomatoasă a cuspelor valvei mitrale („clic-sindrom”, sindromul Barlow, prolapsul de valvă mitrală); sindromul Marfan; sindromul Elers-Danlos; pseudoxantoma; displazia fibro-elastică.

Regurgitarea mitrală poate fi rezultatul afectării oricărei părți a valvei mitrale și aparatului subvalvular sau poziționarea incorectă și perturbarea mecanicii a acestor componente. Studii histopatologice au demonstrat diferența de structură a foițelor valvulare la categoriile menționate, cu grad divers de interesare a țesutului elastic, colagen și mixomatos.

Rezultate și discuții

Istoria materialelor de fabricare a cordajelor și apariția suturilor ePTFE Gore-Tex

Prima descriere a politetrafluoretilenei expandate de către Herbert Vetter a fost efectuată într-un context experimental [11]. Acest fapt a fost adoptat de chirurgii pioneri precum David, care au abordat tehnica cu prudență [10]. După ce experiența a crescut, un număr mai mare de chirurghi au folosit acest material. Există mai multe dovezi că aspectul și performanța cordajelor Gore-Tex au fost aproape imposibil de distinse de cordajele native, el a devenit materialul dominant în uz în platiile de valvă mitrală.

Tehnici de corecție a VM care implică utilizarea cordajelor artificiale

Există o serie de măsuri tehnice implicate în utilizarea cordajelor artificiale pentru a corectea VM în baza caracterizării detaliate a defectului pre- și perioperator. Corecția poate fi considerată a fi formată din șase etape: atașarea cordajelor la mușchiul papilar; fixarea la cuspa; modularea lungimii lor; inserarea (sau nu) a unui inel anuloplastic; noduri strânse care fixează cordajele și testarea întregii tehnici. Aceste etape operatorii detaliază tehnicile pentru corecția cuspelor mitrale anterioare și respectiv, posterioare, cu condiția ca coaptarea lor să fie evaluată într-un cord plin (de preferință bătând) pentru a imita cât mai veridic condiții fiziologice funcționale.

Aceste principii sunt concepute pentru a reproduce modele naturale ale dispunerii și stresului în valva mitrală și, de asemenea, pentru a preveni eșuarea corecției. Relația anatomică între mușchiul papilar și cuspa VM trebuie să fie menținută. Aceasta înseamnă păstrarea relației dintre cordajele mușchiului papilar anterior cu jumătatea laterală a cuspelor anterioară și posterioară, precum și a mușchiului papilar posterior cu jumătatea medială a cuspelor anterioară și posterioară. Cordajele nu ar trebui să treacă peste aceste limite anatomiche.

Tehnici pentru corecția patologiei unei singure cuspe a VM

Aplicarea cea mai simplă a cordajelor artificiale

este în cazul prolapsului izolat al unui singure cuspe mitrale ca urmare a afectării degenerative. În forma sa cea mai simplă, prin trecerea unei suturi cu dublu ac Gore-Tex prin cusă și mușchiul papilar sunt formate două cordaje artificiale [12] (fig. 1). Avantajele acestei tehnici: este simplă și creează neocordaje de lungime fixă care permit păstrarea ASV. Totuși dezavantajul acestei tehnici este acela că se creează neocordaje cu o lungime fixă. O abordare timpurie pentru rezolvarea problemei necesității de ajustare a lungimii cordajelor după testare a fost tehnica turnichet descrisă de Kasegawa și colab. [13] (fig. 2). Aceasta presupune introducerea turnichetelor pe neocordaje, ținându-le la o anumită lungime în timpul testării competenței. Dacă testarea competenței indică lungimea satisfăcătoare, cordajele sunt legate. Avantajul acestei tehnici este acela că lungimea cordajelor este reglată la o lungime anatomic corectă. Dezavantajul este că lungimea necesară este obținută printr-un proces de încercări și erori.

Tehnica buclei multiple (tehnica David)

Construcția neocordajelor folosind mai multe bucle oferă un sistem de cordaje interconectate și autoreglabile care funcționează cu anatomia funcțională a VM [10]. Un astfel de sistem este capabil să moduleze distribuția de tensiune de-a lungul și între cuspele valvei. Acest fapt este de o importanță deosebită atunci când se încearcă a corija prolapsul sever sau atunci când ambele cuspe sunt afectate. Au fost descrise o serie de tehnici de utilizare a buclelor în formarea neocordajelor (fig. 3, 4).

Tehnici de limitare a numărului de treceri prin mușchiul papilar

Tam și colab. [16] au propus o modificare a tehnicii în buclă, care implică doar o singură trecere prin mușchiul papilar și un petec de teflon. Ca și mai înainte, un șubler este utilizat pentru a măsura lungimea corectă a cordajelor. Acest șubler este menținut la lungimea dorită și este utilizat pentru a construi mai multe bucle care sunt legate și astfel sunt conectate printr-o singură sutură, în loc de a lega fiecare buclă separat. O metodă similară a fost descrisă de Chan utilizând clipuri în locul turnichetelor [17] (fig. 5). Aceste tehnici au avantajul de a păstra integritatea mușchiului papilar, reducând numărul de treceri prin el la minim.

Tehnici pentru cordaje de lungime anatomică

Tehnicile descrise mai sus pot fi criticate deoarece un cord deschis, gol nu este starea anatomică în care să se efectueze măsurările de lungime. Au fost concepute alte metode pentru a face complexul mitral-ASV mai anatomic în timpul procesului de corecție.

O metodă simplă a fost descrisă de către Duran și Pekar [18] (fig. 6). Ei propun plasarea unei cusă-

turi temporare Alfieri care aduce cuspele în contact. Aceasta reproduce într-o anumită măsură structura lor în condiții fiziologice, iar cordajele sunt legate în această poziție. Alternativ lungimea cordajelor poate fi calculată în timpul ecocardiografiei preoperatorii; această strategie poate fi utilizată în combinație cu tehnicile descrise mai sus pentru generarea de lungimi specifice.

O abordare alternativă este de a lega cordajele în condițiile VS încărcat (umplut cu soluție salină), în timp ce cuspele sunt de asemenea coaptate cu o cusătură temporară Alfieri. Această tehnică de corecție simetrică propusă de Fattoush și colab. [19] reproduce forma și stresul modelului de cord încărcat, însă nemîșcat.

Tehnici pentru cordaje de lungime ajustabilă

Deși au fost descrise o serie de metode pentru a face neocordajele de o anumită lungime, multe au dezavantajul că suturile ePTFE sunt foarte alunecoase, iar lungimea finală poate varia în momentul ligaturării nodului.

O metodă care evită acest fapt a fost descrisă de Maselli și colab. [20] (fig. 7). Tehnica de buclă „ajustabilă” implică crearea unei lungimi extinse de ePTFE cu mai multe noduri la intervale de lungime anumită, ceea ce permite reglarea lungimii buclei *in situ*.

O metodă alternativă, care împiedică alunecarea nodului este cea propusă de Shudo și colab. [21] – metoda ligaturării continue a nodului (fig. 8). Aceasta implică mai întâi securizarea cordajelor la mușchiul papilar și legarea mai multor noduri strânse la o margine normală a cuspei. Acest fapt oferă o idee bună asupra numărului de noduri necesare pentru segmentul prolabat. Nodurile finale sunt legate după testarea competenței. Avantajul acestei tehnici este acela că este modificabilă și nu necesită aparatură suplimentară.

Evaluarea impactului cordajelor artificiale asupra funcției VM

Seeburger și colab. [25] a arătat că utilizarea tehnicii buclei reduce semnificativ insuficiența mitrală postoperatorie, crește zona orificiului mitral și reduce gradientul presional mediu comparativ cu rezecția cuspei.

Problemele rămase cu cordajele artificiale – lungimea optimă a cordajelor

Atât neocordajele lungi cât și cele scurte sunt în detrimentul acestei interacțiuni structurale și funcționale. Neocordajele scurte exercită tensiune înaltă asupra cuspei valvulare și mușchiului papilar. Aceasta poate provoca rupturi sau poate afecta mișcarea adecvată a cuspei. Neocordajele lungi pot eșua în corecția prolapsului și crește riscul de SAM. Calafiore [26] propune să se calculeze distanța dintre marginea

cuspei prolabate și inelul mitral cu ajutorul ecocardiografiei preoperatorii. Mai mulți autori propune măsurarea distanței dintre capul mușchiului papilar posterior și inelul mitral la coaptarea cuspelor [14, 21, 33] (fig. 9, 10, 11).

A fost concepute mai multe dispozitive speciale pentru determinarea lungimii. De cele mai multe ori acestea constau dintr-o bară centrală care este fixată la nivelul mușchiului papilar printr-o secțiune în T (la capătul distal) și la nivelul valvei de o secțiune în T suplimentară (la nivel proximal) în interiorul cordajelor artificiale în buclă. Acest fapt permite ligaturarea normală a cordajelor artificiale la nivelul cuspei. Prin

utilizarea cuspei opuse normale ca un punct de sprijin pentru dispozitiv, este asigurată lungimea corectă a a cordajelor [27].

Durabilitatea tehnicilor cu cordaje artificiale

Unele dintre cele mai bune dovezi de durabilitate a cordajelor artificiale provin dintr-un studiu recent, de către unul dintre primii utilizatori ale cordajelor artificiale Gore-Tex. David și colab. [28] au raportat recent o serie de peste 600 de pacienți care au fost supuși înlocuirii cordajelor artificiale pe parcursul a 25 de ani. La 18 ani după operație, cei ce nu au necesitat reintervenție la VM au constituit $90,2 \pm 2,4\%$, ceea ce indică o durabilitate excelentă.

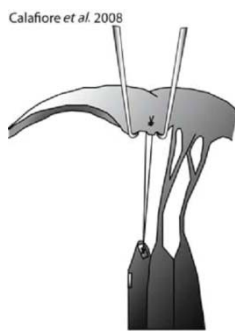


Fig. 1

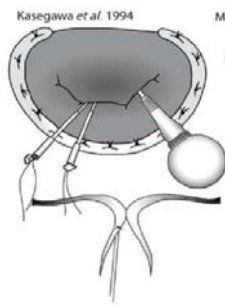


Fig. 2

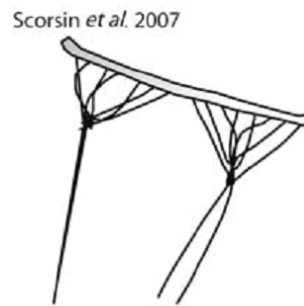


Fig. 3

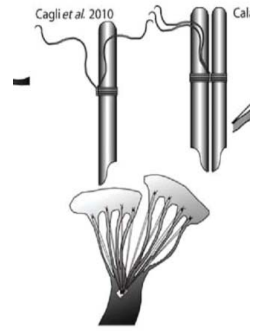


Fig. 4

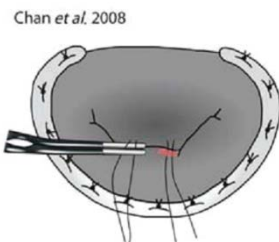


Fig. 5

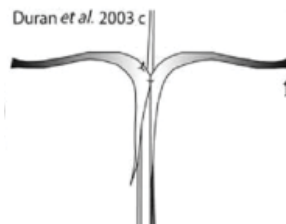


Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8

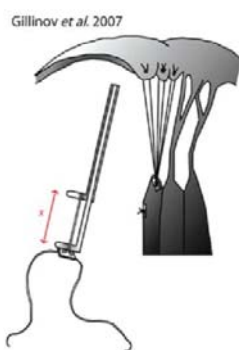


Fig. 9



Fig. 10

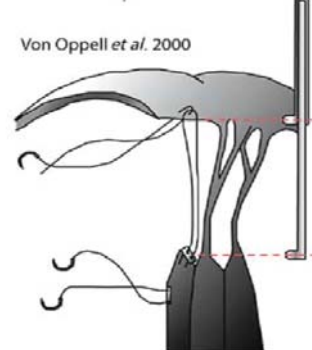


Fig. 11

Fig. 1-11. Tehnici chirurgicale de aplicare a cordajelor artificiale cu fire PTFE

Concluzii

Tehnicile clasice Carpentier fac plastia de VM în multe cazuri posibilă și valoarea lor nu ar trebui să fie minimalizată. Neocordajele artificiale sunt structuri durabile, versatile, care facilitează plastia VM în marea majoritate a cazurilor. Cu toate acestea, utilizarea lor constituie o provocare din punct de vedere tehnic și necesită o experiență acumulată. Provocările implicate în utilizarea lor au stimulat dezvoltarea unor soluții tehnice pentru a le menține longevitatea, a le aplica în diferite condiții anatomice precum și a le asigura lungimea corectă.

Bibliografie

1. Yun KL, Niczyporuk MA, Sarris GE, Fann JI, Miller DC. *Importance of mitral subvalvular apparatus in terms of cardiac energetics and systolic mechanics in the ejecting canine heart*. J Clin Invest. 1991;87:247–54.
2. Reimink MS, Kunzelman KS, Cochran RP. *The effect of chordal replacement suture length on function and stresses in repaired mitral valves: a finite element study*. J Heart Valve Dis. 1996;5:365–75.
3. Calafiore AM, Scandura S, Iaco AL, Contini M, Di Mauro M, Bivona A. *A simple method to obtain the correct length of the artificial chordae in complex chordal replacement*. J Card Surg. 2008;23:204–6.
4. Gammie JS, Zhao Y, Peterson ED, O'Brien SM, Rankin JS, Griffith BP. *J. Maxwell Chamberlain Memorial Paper for adult cardiac surgery. Less-invasive mitral valve operations: trends and outcomes from the Society of Thoracic Surgeons Adult Cardiac Surgery Database*. Ann Thorac Surg. 2010;90:1401–8. 1410 e1401 discussion 1408–1410.
5. Castillo JG, Anyanwu AC, Fuster V, Adams DH. *A near 100% repair rate for mitral valve prolapse is achievable in a reference center: implications for future guidelines*. J Thorac Cardiovasc Surg. 2012;144:308–12.
6. Gillinov AM, Cosgrove DM, Blackstone EH, Diaz R, Arnold JH, Lytle BW. *Durability of mitral valve repair for degenerative disease*. J Thorac Cardiovasc Surg. 1998;116:734–43.
7. Yacoub M, Halim M, Radley-Smith R, McKay R, Nijveld A, Towers M. *Surgical treatment of mitral regurgitation caused by floppy valves: repair versus replacement*. Circulation. 1981;64:II210–16.
8. Bortolotti U, Milano AD, Frater RW. *Mitral valve repair with artificial chordae: a review of its history, technical details, long-term results, and pathology*. Ann Thorac Surg. 2012;93:684–91.
9. Perier P, Hohenberger W, Lakew F, Batz G, Urbanski P, Zacher M. *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. discussion 718–25.
10. David TE. *Artificial chordae*. Semin Thorac Cardiovasc Surg. 2004;16:161–8.
11. Vetter HO, Factor SM, Frater RW. *The use of glycerol-treated homologous pericardium as a substitute for cusps and chordae tendineae of the mitral valve in sheep*. Thorac Cardiovasc Surg. 1987;35:11–5.
12. Adams DH, Kadner A, Chen RH. *Artificial mitral valve chordae replacement made simple*. Ann Thorac Surg. 2001;71:1377–8. discussion 1378–1379.
13. Kasegawa H, Kamata S, Hirata S, Kobayashi N, Mannouji E, Ida T. *Simple method for determining proper length of artificial chordae in mitral valve repair*. Ann Thorac Surg. 1994;57:237–8. discussion 238–239.
14. von Oppell UO, Mohr FW. *Chordal replacement for both minimally invasive and conventional mitral valve surgery using premeasured Gore-Tex loops*. Ann Thorac Surg. 2000;70:2166–8.
15. Mandegar MH, Yousefnia MA, Roshanali F. *Pre-operative determination of artificial chordae length*. Ann Thorac Surg. 2007;84:680–2.
16. Tam R, Joshi P, Konstantinov IE. *A simple method of preparing artificial chordae for mitral valve repair*. J Thorac Cardiovasc Surg. 2006;132:1486–7.
17. Chocron S. *Removable clips for mitral valve repair*. J Thorac Cardiovasc Surg. 2007;133:1682–3.
18. Duran CM, Pekar F. *Techniques for ensuring the correct length of new mitral chords*. J Heart Valve Dis. 2003;12:156–61.
19. Fattouch K, Bianco G, Sbraga F, Sampognaro R, Ruvolo G. *Simple, safe and easy technique to ensure the correct length of artificial chordae in mitral valve repair*. Ann Thorac Surg. 2007;83:1902–3.
20. Maselli D, De Paulis R, Weltert L, Salica A, Scaffa R, Bellisario A. *A new method for artificial chordae length 'tuning' in mitral valve repair: preliminary experience*. J Thorac Cardiovasc Surg. 2007;134:454–9.
21. Shudo Y, Taniguchi K, Takahashi T, Matsue H. *Simple and easy method for chordal reconstruction during mitral valve repair*. Ann Thorac Surg. 2006;82:348–9.
22. Cagli K. *A simple method of making artificial chordal loops for mitral valve repair*. Ann Thorac Surg. 2010;89:e12–4.
23. Weber A, Hurni S, Vandenberghe S, Wahl A, Aymard T, Vogel R. *Ideal site for ventricular anchoring of artificial chordae in mitral regurgitation*. J Thorac Cardiovasc Surg. 2012;143:S78–81.
24. Miller DW, Jr, Johnson DD, Ivey TD. *Does preservation of the posterior chordae tendineae enhance survival during mitral valve replacement?* Ann Thorac Surg. 1979;28:22–7.
25. Seeburger J, Falk V, Borger MA, Passage J, Walther T, Doll N. *Chordae replacement versus resection for repair of isolated posterior mitral leaflet prolapse: a egalite*. Ann Thorac Surg. 2009;87:1715–20.
26. Calafiore AM. *Choice of artificial chordae length according to echocardiographic criteria*. Ann Thorac Surg. 2006;81:375–7.
27. Iida H, Sunazawa T, Doi A, Ishida K, Irabu S. *A device for ensuring the neochordae replacement in mitral valve repair*. Ann Thorac Surg. 2010;90:2071–2.
28. David TE, Armstrong S, Ivanov J. *Chordal replacement with polytetrafluoroethylene sutures for mitral*

valve repair: a 25-year experience. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012.

29. Isoda S, Osako M, Kimura T, Mashiko Y, Yamanaoka N, Nakamura S, et al. *The "loop with anchor" technique to repair mitral valve prolapse.* *Ann Thorac Cardiovasc Surg.* 2012;18:170–3.

30. Smith JM, Stein H. *Endoscopic placement of multiple artificial chordae with robotic assistance and nitinol clip fixation.* *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2008;135:610–14.

31. Rodriguez E, Nifong LW, Chu MW, Wood W,

Vos PW, Chitwood WR. *Robotic mitral valve repair for anterior leaflet and bileaflet prolapse.* *Ann Thorac Surg.* 2008;85:438–44. discussion 444.

32. Maselli D, Ficarra E, Weltert L, Barberi F, Scaffa R, Bellisario A. *A method to avoid knot-tying in artificial chordae implantation for mitral valve repair.* *J Heart Valve Dis.* 2010;19:249–53.

33. Gillinov AM, Banbury MK. *Pre-measured artificial chordae for mitral valve repair.* *Ann Thorac Surg.* 2007;84:2127–9.