

## The surgical treatment of tricuspid valve diseases

V. Moscalu

Department of Cardiac Surgery, Republican Hospital, Chisinau, the Republic of Moldova

Corresponding author: moscaluvit@yahoo.com. Manuscript received December 2013, accepted May 15, 2014

### Abstract

**Background:** To establish risk factors that determines recurrence after reconstructive correction in functional tricuspid insufficiency (FTI).

**Material and method:** During last 20 years, 1754 patient needed tricuspid correction in acquired valve disease and functional lesion prevailed in 1546 (88.1%) of them. Diverse tricuspid annuloplasty techniques were performed: De Vega – 642 cases, Cabrol – 587, M. Antunes – 56, Boyd – 16, Carpentier ring – 245.

Additional procedures were applied to 354 cases as: cleft defect suture – 276, cusps surface enlargement with autologous pericardium – 22, Alfieri procedure – 12, vegetation resection – 9, neocordage – 4, papillary muscle approximation – 1. The effectiveness of reconstructive surgery was measured with the help of Echocardiography.

**Results:** Hospital lethality constituted 2.8% (43 cases). Residual regurgitations of I-II grade were found at 231 (14.9%) patients. Carpentier ring annuloplasty assured a durable correction, except patients with considerable cusps retraction. Tricuspid insufficiency recurrence through semicircular suture dehiscence constituted 12.1% (78 cases) after De Vega annuloplasty and 1.5% (9 cases) after Cabrol technique, 52 patients needed reoperation.

**Conclusion:** Stability results after FTI correction depend on preoperative valve complex, performed surgical technique, hemodynamic evolution within a long period.

**Key words:** tricuspid valve, cardiac surgery, insufficiency, hemodynamics.

## Tratamentul chirurgical în valvulopatiile tricuspidiene dobândite

### Introducere

Patologiile valvei tricuspidiene, conform datelor mai multor autori, se înregistrează în 19-40% cazuri. Afecțiunile valvulare sunt cauzate de boli reumatismale, endocardită infecțioasă, traume, carcinoide, hipertensiune pulmonară, disfuncții degenerative, diverse anomalii congenitale [3, 4].

În lipsa afectărilor organice ale cuspelor valvulare, incompetența valvulară este cauzată de o suprasolicitare a VD de volum ori presiune, cu producerea unei displazii a întregului complex valvular (dilatarea inelului fibrotic, separarea cuspelor cu formarea unor pseudocomisuri ori fisurări la baza cuspelor, tensionarea cordajelor cu coborârea nivelului de coaptare a cuspelor la o dilatare eventuală de VD) [6, 7, 22].

Tabloul clinic al afecțiunilor tricuspidiene, de cele mai multe ori, este marcat de simptomele produse de boala mitrală sau polivalvulară, cauzând o frecvență înaltă a erorilor de diagnostic. Manifestările clinice ale afectării funcționale de VD se caracterizează prin retenție de lichide, micșorarea rezervelor sistolice, prezența aritmiilor severe [7, 16, 17]. Managementul acestora este de cele mai multe ori activ, în dependență de volumul regurgitant, gradul de dilatare a inelului fibrotic.

La un examen ecocardiografic minuțios s-a constatat, că dilatarea anulară este disproporțională preponderent la baza cuspei anterioare – 80%, posterioare – 90% și septale – nesemnificativ [11].

O serie de probleme vizând indicațiile pentru operație rămân discutabile:

- Alegerea între protezarea valvulară și reconstrucție în patologiile organice tricuspidiene semnificative [16].
- Stabilirea tipului de proteză valvulară de elecție în poziție anatomică tricuspidiană [5, 24].

- Corecția IT de grad minimal și moderat [3, 21, 28, 31].
- Studiarea comparativă a eficacității și a durabilității tehnicilor reconstructive [1, 2, 12, 13, 24].
- Analiza factorilor de risc care determină recurența IT în timp [5, 9, 14, 18, 23, 27].

Caracterizând tehnicile chirurgicale utilizate, menționăm că substituirile valvulare în poziția anatomică tricuspidiană sunt limitate din cauza unei frecvențe înalte de tromboze valvulare și de complicații tromboembolice. De aceea, sunt promovate și apreciate pe larg tehnicile plastice reconstructive, care asigură o rezolvare de moment a acestor patologii.

Au fost stabiliți o serie de factori care ar putea servi drept predictorii ai recurenței valvulare după anuloplastie, îndeosebi, în retractarea cuspelor valvulare cu deplasarea punctului de coaptare în VD la o distanță > 0,76 cm de la planul valvei, având o arie de așa numit *tethering* > 1,63 cm<sup>2</sup>, respectiv [27].

Abordarea acestei probleme prin prisma studierii factorilor de risc predispozanți preoperatori, stabilirea indicațiilor pentru corecția afecțiunilor tricuspidiene fiind adepții unei tactici active chirurgicale, promovarea tehnicilor operatorii reconstructive în aceste afecțiuni, cu aplicarea celor mai efective și durabile procedee tehnice este argumentată.

### Material și metode

Pe parcursul ultimilor 20 de ani, au fost operați 2963 de pacienți cu valvulopatii dobândite, 1754 (59,2%) dintre ei au necesitat corecția patologiilor tricuspide, inclusiv 208 cu patologii organice tricuspidiene (postreumatice – 152, cu endocardită infecțioasă – 46, posttraumatice – 5, cu afectări tumorale – 5) și 1546 - cu IT funcțională gr. II-IV.

Lotul de studiu a fost repartizat în felul următor: 1017 (58%) femei și 737 (42%) bărbați, vârsta medie constituind

45,8 ani, termenul mediu de supraveghere postoperatorie fiind de 6,8 ani (1-15 ani).

Diagnosticul instrumental se efectua în exclusivitate prin ecocardiografie. Protocolul investigațiilor cuprinde o morfometrie deplină a structurilor cordului, înregistrarea parametrilor hemodinamici, aprecierea calitativă și cantitativă a jeturilor regurgitante, studiul mecanismului de dezvoltare a valvulopatiei. Caracterul valvulopatiilor este prezentat în tabelul 1.

Tabelul 1

## Structura valvulopatiilor asociate

Caracterul valvulopatiei	Nr. pacienți	
	Abs.	%
Tricuspidiană izolată	61	3,5
Mitral-tricuspidiană *	1559	77,5
Aortal-tricuspidiană *	55	3,1
Mitral-aortic-tricuspidiană *	311	17,7

Notă: \* 210(12%) pacienți cu patologie coronariană asociată.

Marea majoritate a pacienților la internare prezentau o serie de factori de risc, inclusiv: clasa funcțională NYHA III-IV, aritmii, HP avansată, afectarea contractilității miocardului.

În clinică este acceptată o tactică activă chirurgicală față de aceste patologii în marea majoritate a cazurilor. În cazul diagnosticării unui gradient transvalvular tricuspidian mai mare de 2 mm Hg și la constatarea unui jet regurgitant de gr. II și mai mare, se indică intervenții chirurgicale. Operația era argumentată și prin prezența unor factori predispozanți, care includ riscul persistenței patologiei de valvă tricuspidă în perioada postoperatorie: dilatarea de inel fibros, episoade de decompensare a hemodinamicii în anamneză, dependență de un tratament diuretic, afectare endocardică infecțioasă, semne de disfuncție de VD.

Operațiile reconstructive pe valva tricuspidă au fost posibile în 1695 (96,6%) de cazuri, 59 (3,4%) au beneficiat de protezare valvulară. Decizia de a stabili indicațiile pentru o corecție reconstructivă a fost luată în conformitate cu Clasificarea tipului lezional al valvulopatiilor tricuspidice după A. Carpentier [11]. Tehnicile reconstructive efectuate țin de restabilirea coaptării valvulare prin una din metodele binecunoscute de anuloplastie (De Vega – 642, modificarea ei de tip Cabrol – 587, utilizarea inelului de suport de tip Carpentier – 245, tehnici de bicuspidalizare – 16 cazuri) (fig. 1).

Anuloplastia, de cele mai multe ori, se efectua prin aplicarea suturilor semicirculare în baza cuspelor anterioare și posterioare, care erau supuse preponderent dilatării. O asemenea displazie a complexului valvular este confirmată prin studiile morfometrice Deloche, studiu care a stat mai mult de 30 de ani la baza elaborării diferitor tehnici de anuloplastie tricuspidă. Pe parcursul ultimilor ani, în experiența noastră, suturile semicirculare se aplicau cu elemente de securizare, inclusiv și prin modificarea Cabrol, pentru a evita dehiscența suturilor aplicate.

Inelul de suport a fost aplicat în cazuri de dilatare excesivă (> 45 m) a inelului fibros, cu excepția cazurilor, când complexul valvular se prezintă cu semne de retractare considerabilă a cuspelor valvulare în VD.

Comisurotomia tricuspidă, de cele mai multe ori, s-a efectuat în comisurile antero-septale și postero-septale pentru a evita persistența regurgitațiilor reziduale severe. Întotdeauna, comisurotomia era completată cu una din metodele de anuloplastie.

Bicuspidalizarea a fost practică la începutul experienței noastre, ulterior – foarte rar, din cauza rezultatelor nefavorabile ale corecției efectuate.

În marea majoritate a cazurilor, corecția efectuată a avut un caracter complex, cu aplicarea unor procedee suplimentare pentru a asigura o competență valvulară efectivă și durabilă (tab. 2).

Au fost efectuate corecții concomitente – protezare sau plastie de valvă mitrală – 956/98 cazuri; protezare/plastie dublu valvulară – 418/24; *by-pass* coronarian – 210; plastie DSA – 18; înlăturarea tumorilor cardiace – 5.

Tabelul 2

## Tehnici chirurgicale ce asigură o plastie complexă a valvei tricuspidice

	Nr. cazuri
Suturarea defectelor de cuspe	376
Mobilizarea cuspelor și a structurilor subvalvulare	135
Suturi Alfieri	30
Suturi Nacano	19
Rezecarea vegetațiilor	12
Aplicarea de neocordaje Gore-Tex	10
Lărgirea cuspelor cu pericard autolog	2
Aproximarea mușchilor papilari	2

## Rezultate

În toate cazurile de stenoză tricuspidiană s-a obținut o suprafață adecvată a orificiului după comisurotomie, cu diminuarea gradientelor transvalvulare maxime de la  $8,87 \pm 2,46$  mm Hg preoperator, până la  $2,58 \pm 1,8$  mm Hg postoperator.

Gradul mediu de regurgitare la valva tricuspidă preoperator a alcătuit  $3,28 \pm 0,46$ , care s-a micșorat postoperator până la  $1,31 \pm 0,28$  (fig. 2).

Evoluția IT a fost semnificativă de la jeturi regurgitante volumetric mari – gr. III-IV în 736 (43,4%) cazuri preoperator, la regurgitații de volum mic și moderat în 183 (11%) și, respectiv, 135 (8%) de cazuri postoperator. În 25 (1,5%) cazuri postoperator persistau regurgitații reziduale > gr. II după corecția patologiilor organice tricuspidiene.

Restabilirea ritmului de sinestător după CEC a fost observată în 910 (53,7%) cazuri, prin defibrilare unică – 572 (33,8%). Asistență cu pompa au necesitat 118 (7%) pacienți operați cu manifestări de sindrom de debit cardiac scăzut.

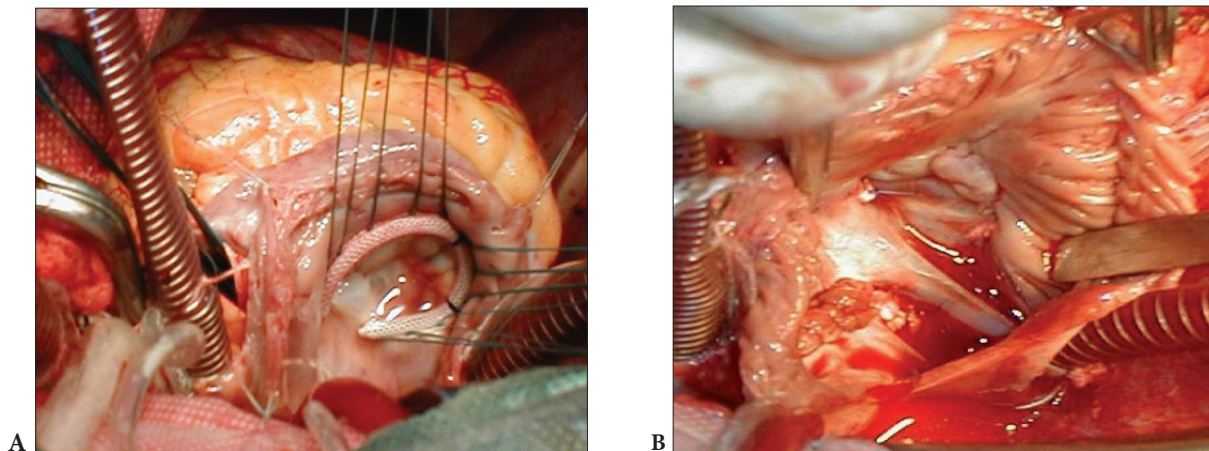


Fig. 1. Anuloplastie tricuspida cu inel de suport Carpentier (A) și cu suturi semicirculare De Vega (B).

Din complicațiile operatorii cele mai frecvente au fost menționate: hemoragii – 47 de cazuri, bloc a-v – 110, hemoliză – 46, infarct miocardic – 5, embolism cerebral – 5. Semne de insuficiență cardiovasculară tranzitorie au prezentat 371 (21,9%) de pacienți. Doze diuretice de dopamină au fost administrate în 811 (47,9%) cazuri, vasopresori în 359 (21,2%), ECS temporară în 630 (37,2%) de cazuri.

Letalitatea postoperatorie a constituit 2,3% (43 de pacienți). Cauzele de deces au fost determinate de sindromul de debit cardiac scăzut (15 cazuri), insuficiență hepatorenală (12), hemoragie (6), insuficiență respiratorie (4), accidente cerebrovasculare (3), endocardită (2), infarct miocardic (1).

Corecția reconstructivă a valvei tricuspide a asigurat o evoluție favorabilă a indicilor hemodinamici și morfometrici cardiaci, cât și îmbunătățirea contractilității miocardului.

În perioada de lungă durată după o corecție mitral-tricuspida, mitral-aortică tricuspida au fost observați 1571 (95,1%) dintre pacienții externați. Controlul postoperator s-a efectuat în termen de la 1-114 luni (mediu  $46,60 \pm 1,56$  luni). În cadrul unei anchetări propuse pentru documentarea stării clinice și funcționale a pacienților, 1344 (81,4%) dintre ei au menționat o dinamică vădit pozitivă în evoluția bolii, creșterea toleranței la efort fizic, reducerea dozelor de preparate diuretice, lipsa complicațiilor specifice operațiilor efectuate, au necesitat spitalizări episodice și un tratament compensator periodic.

La examenul ecocardiografic, evaluându-se rezultatele la distanță, s-a apreciat o stabilitate a indicilor hemodinamici, comparativ cu cei imediat postoperatori, ceea ce caracterizează durabilitatea tehnicilor reconstructive.

Studiind recurența IT într-o perioadă de lungă durată prin metode statistice, au fost stabiliți o serie de factori de risc, care pot determina recidiva incompetenței valvulare și în patologii inițial clasificate ca funcționale. Astfel la 100 (6,7%) de pacienți a fost constatată recidiva patologiilor cu manifestări clinice caracteristice. Ecocardiografic s-a înregistrat o insuficiență tricuspida volumetric semnificativă (gr. III-IV).

Au fost analizați factorii cauzali, care puteau determina apariția lor într-o perioadă de lungă durată. Legat de tehni-

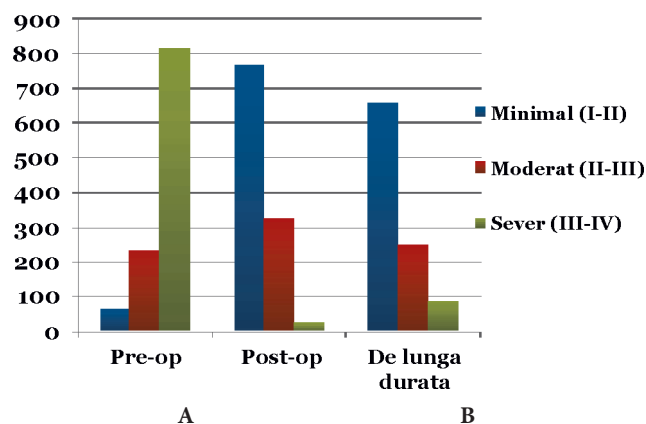


Fig. 2. Evoluția gradului de regurgitare după o corecție a valvulopatiilor tricuspidiene.

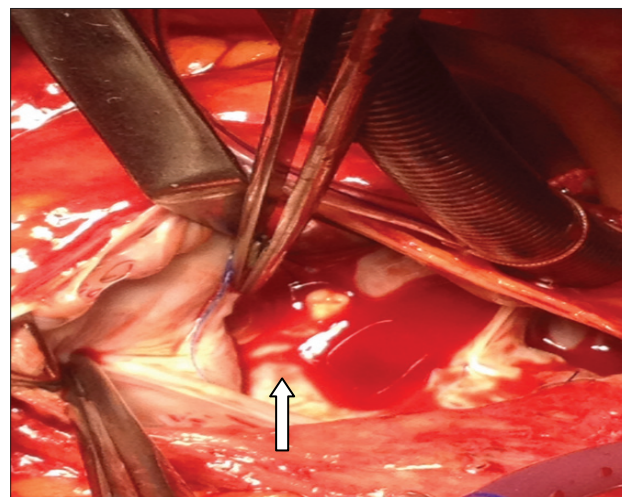


Fig. 3. Dehiscenta totală a suturilor semicirculare după anuloplastia De Vega.

cile operatorii aplicate, cel mai frecvent dehiscenta suturilor a fost înregistrată după efectuarea anuloplastiei semicirculare De Vega – 78 (12,1%) de cazuri. Modificarea acestei tehnici cu securizarea liniei de suturi, conform recomandărilor lui Cabrol, a diminuat considerabil acest fenomen până la 9 (1,5%) cazuri (fig. 3).

Majoritatea autorilor recomandă acestor pacienți implantarea inelelor de suport de tip Carpentier, care exclud apariția regurgitațiilor recidivante într-o perioadă de lungă durată. Analiza statistică multifactorială a confirmat o dată în plus, că probabilitatea cazurilor de dehiscentă a suturilor este statistic veridic mai mare la o dilatare a inelului fibros tricuspide  $> 45$  mm ( $p < 0,001$ ,  $X^2 - 1,04$ ).

Ca un mecanism suplimentar al recurenței valvulare a fost examinată și retractarea complexului valvular tricuspidian la o dilatare excesivă a cavității VD. În studiul nostru, acest fenomen s-a întâlnit la 36 de pacienți, care a cauzat regurgitații tricuspidiene severe în 24 de cazuri ( $p \leq 0,01$ ,  $X^2 - 10,45$ ).

În pofida acestui fapt, cel mai înalt risc de recurență s-a constatat diminuarea considerabilă a contractilității miocardului. Astfel, la o FEVS  $\leq 40\%$  coeficientul de risc relativ (CRR) a fost cel mai înalt - 7,57 ( $p \leq 0,0001$ ,  $X^2 - 128,84$ ).

Un factor de risc nu mai puțin important este și persistența HP avansate (PSVD  $\geq 50$  mm Hg), în pofida efectuării unei corecții adecvate a patologiilor de valvă mitrală și aortică (CRR = 4,69).

Operații repetate au necesitat 52 de pacienți, letalitatea spitalicească fiind de 9,6% (5 cazuri). Cauzele operațiilor repetate au fost determinate de dehiscenta suturilor De Vega în 34 de cazuri, retractarea cuspelelor valvulare „low tetering” - 10, disfuncții complexe - 3. În timpul operației repetate, au fost utilizate tehnici reconstructive la 31 de pacienți, în 11 cazuri s-a efectuat substituirea valvei tricuspide cu o proteză biologică.

Supraviețuirea de lungă durată, la 10 ani de observație postoperatorie, a constituit la pacienții fără regurgitații tricuspide  $78,12 \pm 11,62\%$ , iar în caz de recidivă a acestor patologii a constituit  $56,31 \pm 10,22\%$ .

### Discuții

Stenoza tricuspidiană reumatismală apare, în majoritatea cazurilor, ca o leziune ce însoțește afecțiunile reumatice mitrale și aortice și nu poartă un caracter izolat. De cele mai multe ori, stenoza este însoțită de o insuficiență tricuspidiană organică, cauzată de reducerea în suprafață a cuspelelor și a mobilității lor [3, 11, 16].

Principala consecință hemodinamică a stenozei de valvă tricuspidiană este apariția unui gradient transvalvular  $\geq 2$  mm, indice stabilit de Yosof [32] în urma cateterismului cardiac la 525 de pacienți cu viciu tricuspidian organic.

IT este consecința unor afecțiuni (boli valvulare ale cordului stâng, infarct de ventricul drept, hipertensiune pulmonară etc.), care au drept rezultat dilatarea ventriculului drept și a inelului valvular tricuspidian. Regurgitarea volumetric semnificativă, după opinia lui R. Frater, unul din pionierii chirurgiei cardiace, este un predictor al neglijării îndelungate a patologiilor valvulare stângi ale cordului [7, 13, 16, 17, 19, 21]. Dilatarea inelului VT și instalarea fenomenului de retractare a cuspelelor este un mecanism important în dezvoltarea insuficienței tricuspide funcționale. Schimbările în geometria VD prezumtiv cauzează displazia mușchilor papilari și rezultă cu o deficiență în coaptarea cuspelelor valvulare.

Pe parcursul mai multor ani, indicațiile pentru corecția IT rămân controversate. Unii autori sunt adepții neglijării IT, având ca argument involuția ei după corecția viciilor din părțile stângi ale cordului [7, 11, 15, 26, 30].

Majoritatea clinicilor contemporane susțin obiectivul corecției afecțiunilor organice la VT și a IT funcționale volumetric semnificative (gr II-IV). În cadrul ultimelor foruri mondiale de cardiocirurgie a fost semnalată necesitatea unei tactici mai agresive a IT, chiar dacă la internare pacienții nu prezentau o patologie tricuspidiană severă.

Tehnicile reconstructive prevăd, în primul rând, restabilirea ariei inelului fibrotic, dilatarea căruia este responsabilă de incompetența valvei. Aplicarea inelelor de suport contribuie la restabilirea geometriei inelului fibrotic și stabilizarea lui în perioada de lungă durată [25]. Majoritatea autorilor menționează, că aceste două mecanisme pot deveni hotărâtoare în asigurarea unei corecții efective și durabile în ITE.

Conform datelor lui A. Deloche [11], IT volumetric semnificativă în 25% cazuri evoluează cu apariția unei mobilități patologice a cuspelelor, prolabare a fragmentelor de cuspe, apariția clefturilor, formarea pseudocomisurilor, care constituie un mecanism aparte ce poate menține jetul regurgitant în perioada postoperatorie. O tactică activă în corecția acestora este argumentată.

Una din cele mai mari experiențe în efectuarea acestor operații a fost publicată de J.M. Bernal [5, 6], analizând 1178 de procedee tehnice efectuate timp de 25 de ani, cu o rată a operațiilor repetate de 7% (74 de cazuri). Recurența patologiei tricuspidiene s-a manifestat intrinsec numai în 0,6% cazuri, celelalte 6,4% - în urma unei recidive a patologiilor părților stângi ale cordului.

Dehiscenta suturilor semicirculare de tip De Vega a fost menționată de mai mulți autori ca fiind o cauză a recidivei IT după operație [12, 14, 18, 23, 27]. În pofida acestui fapt, M. Antunes și asociații [2] au raportat o experiență de 25 de ani în plastiile tricuspidiene, o stabilitate a rezultatelor de  $95\% \pm 3,0$ ,  $93\% \pm 3,0$ ,  $72\% \pm 8,0$  la 5, 10, 15 ani după anuloplastia De Vega. În acest context, K. Matsuyama [18] este de părerea, că pentru a preveni operațiile repetate tricuspidiene tardive, este important de a nu admite regurgitații reziduale în timpul operației mai mari de gr. 2+.

Câteva studii au fost consacrate rezultatelor la distanță, după o corecție reconstructivă a patologiilor organice tricuspide și substituirea acestor valve cu o proteză mecanică sau biologică [16]. După opinia lui D. Dryfus [25], reconstruirea trebuie practică ori de câte ori este posibil, îndeosebi, când experiența chirurgicală permite utilizarea unor diverse tehnici chirurgicale în salvarea țesuturilor cuspelelor valvulare. Rata operațiilor compromise a alcătuit 1%, mai des când patologia valvulară era asociată cu semne clare de disfuncție a VD.

Mai recent au fost menționați o serie de marcheri ai disfuncțiilor de VD:

1. Indici performanți sistolici (FEVD, TAPSE, indicele miocardial de performanță a VD).

2. Măsurările de presiune și volum.
3. Înregistrarea elastanței ventriculare.

Pentru a realiza aceste investigații este important de a cunoaște și profilul tisular al VD în diastolă, unele caracteristici electrofiziologice, gradul de acumulare a neurohormonilor și citochinelor etc [29].

Prezența acestora confirmă, de fiecare dată, o disfuncție gravă, uneori ireversibilă, a VD. Studiile comentate confirmă o dată în plus afirmațiile lui R. Frater, [13] precum că „insuficiența tricuspida este un marcher târziu al patologiei- lor valvulare neglijate”.

### Concluzii

ITF în afecțiunile polivalvulare este, în mare măsură, cauzată atât de displazia complexului valvular tricuspidian, cât și de dereglările funcționale ale VD.

Managementul acestor patologii este activ chirurgical și urmărește micșorarea suprasolicitării de volum al VD.

Tehnicile chirurgicale aplicate trebuie să fie complexe, înlăturând toate mecanismele posibile de dezvoltare a incompetenței valvulare, pentru a asigura o stabilitate a corecției efectuate. Sunt necesare măsuri suplimentare de securizare a dehiscentelor suturilor aplicate.

Durabilitatea reconstrucțiilor efectuate în mare măsură depind de condițiile hemodinamice instalate postoperator.

### References

1. Antunes MJ. Segmental tricuspid annuloplasty revisited. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1992;103:1025.
2. Antunes MJ. De Vega annuloplasty of the tricuspid valve. *Operative Techniques in Thoracic and Cardiovascular Surgery.* 2003;8:169-76.
3. Barlow JB. Aspects of mitral and tricuspid regurgitation. *J. Cardiol.* 1991;21:333.
4. Barlow JB, Marcus RH, Pocock WA, et al. Mechanisms and management of heart failure in active rheumatic carditis. *S Afr Med J.* 1990;78:181-6.
5. Bernal Jose M, Dieter Morales, Carmen Revualta, et al. Reoperations after tricuspid valve repair. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005;130:498-503.
6. Bernal Jose M, Jesus Gutierrez-Morlote, Javier Llorca, et al. Tricuspid valve repair: an old disease, a modern experience. *Ann Thorac Surg.* 2004;78:2069-75.
7. Braunwald NS, Ross J Jr, Morrow AG. Conservative management of TR in patients undergoing mitral valve replacement. *Circulation.* 1967;35(suppl 1):63-9.
8. Borer JS, Hochreiter C, Rosen S. Right ventricular function in severe non-ischaemic mitral insufficiency. *Eur Heart J.* 1991;12(supl B):22-5.
9. McCarthy PM, Bhudia SK, Rajeswaran J, et al. Tricuspid valve repair: durability and risk factors for failure. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2004;127:674-85.
10. Dreyfus G, Corbi PJ, John CKM, et al. Secondary TR or dilatation: which should be the criteria for surgical repair? *Ann Thorac Surg.* 2005;79:127-32.
11. Deloche A, Guerinon J, Fabiani JN, et al. Anatomical study of rheumatic tricuspid valve diseases: application to the study of various valvuloplasties. *Ann Chir Thorac Cardiovasc.* 1973;12:343-9.
12. De Vega NG. La anuloplastia selectiva, regulable y permanente. *Rev Esp Cardiol.* 1972;25:6-9.
13. Frater Robert. Tricuspid insufficiency. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery.* 2003;125(part 2);3.
14. Fukuda Shota, Gillinov Marc A, McCarthy Patrick M, et al. Determinants of recurrent or residual functional tricuspid regurgitation after tricuspid annuloplasty. *Circulation.* 2006;114(suppl. 1):582-587.
15. Gilles D, Dreyfus MD, Pierre J, et al. Secondary tricuspid regurgitation or dilatation: which should be the criteria for surgical repair? *Ann Thorac Surg.* 2005;79:127-32.
16. Hornick P, Harris PA, Taylor KM. Tricuspid valve replacement subsequent to previous open heart surgery. *J Heart Valve Dis.* 1996;5:20-5.
17. Izumi C, Iga KJ, Konishi T. Progression of isolated tricuspid regurgitation late after mitral valve surgery for rheumatic mitral valve disease. *J Heart Valve Dis.* 2002;11:353-6.
18. Katsuhiko Matsuyama, Masahiko Matsumoto, Takaaki Sugita, et al. Predictors of residual tricuspid regurgitation after mitral valve surgery. *Ann Thorac Surg.* 2003;75:1826-8.
19. King RM, Schaff HV, Danielson GK, et al. Surgery for TR late after mitral valve replacement. *Circulation.* 1984;70(suppl 1):S193-7.
20. Lim E, Ali ZA, Barlow CW, et al. Determinants and assessment of regurgitation after mitral valve repair. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2002;124:911-7.
21. Matsunaga A, Duran CM. Progression of tricuspid regurgitation after repaired functional ischemic mitral regurgitation. *Circulation.* 2005;112(9 suppl):1453-7.
22. Navia Jose L, Nowicki Edward R. Surgical management of secondary tricuspid valve regurgitation: Annulus, commissure, or leaflet procedure? *J Thoracic Cardiovascular surgery.* 2010;139:1473-1482.
23. Patrick M, McCarthy MD, Sunil K, et al. Tricuspid valve repair: Durability and risk factors for failure. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery.* 2004;3:674-84.
24. Reed GE, Boyd AD, Spencer FC, et al. Operative management of tricuspid regurgitation. *Circulation.* 1976;54(supl. 3):96-8.
25. Shahzad Raja G, Ghils Dreyfus D. Basis for intervention on functional tricuspid regurgitation. *Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery.* 2010;22(1):79-83.
26. Shiran A, Sagie A. Tricuspid regurgitation in mitral valve disease: incidence, prognostic implications, mechanism and management. *J Am Coll Cardiol.* 2009;53:401-408.
27. Shota Fukuda, Jong-Min Song, Gillinov Marc A, et al. Tricuspid valve tethering predicts residual tricuspid regurgitation after tricuspid annuloplasty. *Circulation.* 2005;111:975-979.
28. Simon R. Size and motion of the tricuspid annulus. *Circulation.* 1983;67:709.
29. Takaki Sugimoto, Masayoshi Okada, Nobuchika Ozaki, et al. Influence of functional tricuspid regurgitation on right ventricular function. *Ann Thorac Surg.* 1998;66:2044-50.
30. Tei C, Pilgrim JP, Shah PM, et al. The tricuspid valve annulus: study of size and motion in normal subjects and in patients with tricuspid regurgitation. *Circulation.* 1982;66:665-671.
31. Colombo Tiziano, Russo Claudio, Ciliberto Guglielma Rita, et al. Tricuspid regurgitation secondary to mitral valve disease: Tricuspid annulus function as guide to tricuspid valve repair. *Cardiovascular Surgery.* 2001;9(4):369-377.
32. Wong M, Matsumura M, Kutsuzawa S, et al. The value of Doppler echocardiography in the treatment of TR in patients with mitral valve replacement. Perioperative and two-year postoperative findings. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1990;99:1003-10.