

# LA CHIRURGIA DELLA RADICE AORTICA: UN ALTRO PASSO AVANTI

*R. De Paulis*

**Unità Operativa di Cardiocirurgia, European Hospital, Roma.**

## **Introduzione**

Gli interventi di chirurgia conservativa della radice aortica (“valve-sparing”) suscitano sempre maggiore attenzione e curiosità sia dei chirurghi che dei cardiologi, per la possibilità di preservare la valvola aortica nativa evitando l'utilizzo di farmaci anticoagulanti e comunque le problematiche correlate alle protesi valvolari (in effetti ogni sostituzione valvolare rappresenta sostanzialmente una patologia che sostituisce un'altra, seppure con una prognosi migliore).

Stessa curiosità ed attenzione sono state rivolte alla valvola aortica già 500 anni fa da Leonardo da Vinci, che non solo ha descritto anatomicamente la geometrica simmetria della valvola, ma ha anche interpretato le caratteristiche morfo-funzionali dell'intera radice aortica <sup>1</sup>.

Il numero di interventi di “valve-sparing” è pertanto significativamente aumentato negli ultimi anni, consensualmente ad una sempre migliore conoscenza dell'anatomia e della fisiopatologia della radice aortica. Il trattamento chirurgico della patologia della radice aortica si prefigge lo scopo di evitare la rottura e/o dissecazione aortica e di restituire competenza alla valvola in caso di insufficienza. Tuttavia, per troppo tempo, si è posta poca attenzione al fatto che in molte circostanze la valvola aortica è intrinsecamente “sana” e si è pertanto continuato, a partire dalla tecnica descritta da H. Bentall nel 1968 <sup>2</sup>, a sostituire con condotti valvolati sia l'aorta ascendente che la valvola aortica, raggiungendo ottimi risultati a lungo termine per quanto riguarda la sopravvivenza, seppur con una certa incidenza di eventi “valve-related” <sup>3,4</sup>. Da allora molti autori hanno continuato a riconsiderare sia la patologia di base (dilatazione e/o dissecazione aortica con o senza coinvolgimento della radice e/o della valvola aortica) sia le modifiche alle tecniche di correzione chirurgica.

## La radice aortica

La valvola aortica è caratterizzata da un anello fibroso a forma di corona “annulus” e da tre lembi valvolari; la parte prossimale dell’anello fibroso mostra tre aree triangolari, i *triangoli “interleaflets”*, posti al di sotto dei seni di Valsalva con l’apice rivolto verso il punto più alto delle commissure, esposti direttamente alla pressione ventricolare. I *seni di Valsalva* sono rappresentati, invece, da dilatazioni dell’aorta a partire dall’inserzione dei lembi aortici. Il margine superiore di ogni seno delimita una porzione circonferenziale denominata “*giunzione seno-tubulare*” particolarmente ricca in tessuto elastico e collagene. La radice aortica è pertanto una struttura complessa in cui ogni singolo elemento (annulus, lembi, triangoli “interleaflets”, commissure, seni di Valsalva e giunzione sino-tubulare) assume un ruolo di fondamentale importanza per una corretta funzionalità<sup>5</sup>. La relazione geometrica della radice aortica è anch’essa di particolare importanza. Il diametro dell’annulus aortico, dei seni, della giunzione sino-tubulare e dell’aorta ascendente sono correlate con la superficie corporea e l’età. I rapporti e le proporzioni di tali componenti, fondamentali nell’assicurare un fisiologico funzionamento della valvola aortica, sono riportati in figura 1<sup>6,7</sup>. I seni possono non essere simmetrici (es.: il seno non coronarico è più grande degli altri) e piccole differenze di dimensioni possono esserci nell’ampiezza e nell’altezza dei lembi valvolari<sup>8</sup>.

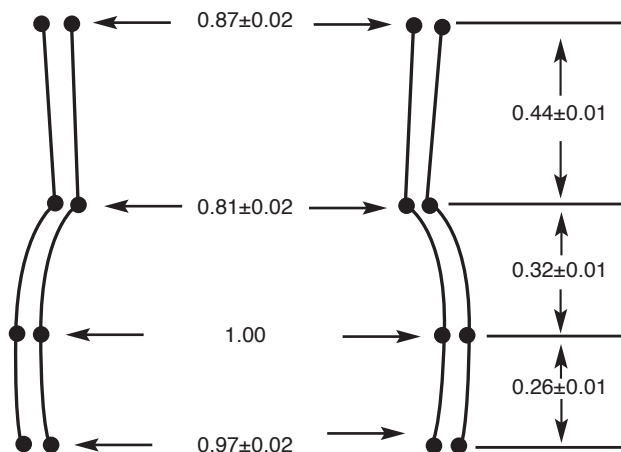


Fig. 1. Dimensioni normalizzate di una radice aortica umana non pressurizzata<sup>6</sup>.

L’apertura e la chiusura della valvola dipende non solo dalle caratteristiche anatomiche dei vari componenti ma anche dalle modificazioni in forma e dimensioni della radice aortica durante il ciclo cardiaco<sup>9</sup>. La contrazione isovolumetrica ventricolare per mezzo dei triangoli interleaflet fa espandere leggermente le commissure che, ponendo i lembi sotto tensione, fa iniziare l’apertura della valvola prima ancora che il flusso sanguigno passi attraverso di essa. Durante la sistole, la radice aortica assume un aspetto più cilindrico per favorire l’eciezione, mentre durante la diastole c’è un semplice recoil elastico per tornare alle condizioni di partenza. L’espansione sistolica della radice, evi-

dente soprattutto a livello dei seni di Valsalva, permette inoltre che i lembi si aprano progressivamente fino al raggiungimento del loro classico aspetto triangolare, senza che si formino mai pieghe o grinze lungo il loro margine libero. Questo aspetto è fondamentale per assicurare la longevità del loro funzionamento (Fig. 2) <sup>10</sup>.

Come ben compreso da Leonardo circa 500 anni orsono, è proprio per la presenza dei vortici formati nei seni (“eddy currents”) che i lembi non solo non vanno a contatto con la parete aortica, ma promuovono il meccanismo di chiusura valvolare. La forma dei seni e la loro stessa continuità con i lembi aortici è infatti essenziale per un’efficace, simmetrica e coordinata chiusura valvolare. Inoltre, la maggior parte dello stress meccanico sui lembi durante la diastole viene “assorbito” dai seni di Valsalva attraverso i ciclici cambiamenti dimensionali <sup>11</sup>.



Fig. 2. Aspetto dell’apertura di una valvola aortica in presenza (destra) o in assenza (sinistra) dei seni di Valsalva.

### La chirurgia della radice aortica

Esistono sostanzialmente due tecniche di chirurgia conservativa della radice aortica: “remodelling” e “reimplantation”. Il “remodelling” (Fig. 3) <sup>12</sup>, ideato da M. Yacoub nel 1983, permette, attraverso un appropriato modellamento della protesi in Dacron, una ricostruzione dei seni, ma non assicura una completa stabilizzazione dell’annulus aortico, con la possibilità pertanto, a medio e lungo termine, di una progressiva dilatazione anulare ed una conseguente insufficienza valvolare <sup>13</sup>.

Al contrario, la tecnica di “reimplantation”, ideata da T. David alcuni anni dopo, pur garantendo un’efficace stabilizzazione anulare e contemporaneamente anche un minor rischio di sanguinamento post-operatorio, abolisce quasi del tutto i seni di Valsalva, con un conseguente aumento dello stress sui lembi aortici ed un loro maggiore deterioramento nel tempo <sup>14-16</sup> (Fig. 4). Entrambe le procedure, tuttavia, garantiscono lusinghieri risultati a medio e lungo termine, anche se la tecnica di David (oggi molto “modernizzata” e “modificata” dallo stesso o da altri autori) sembra garantire risultati migliori e più

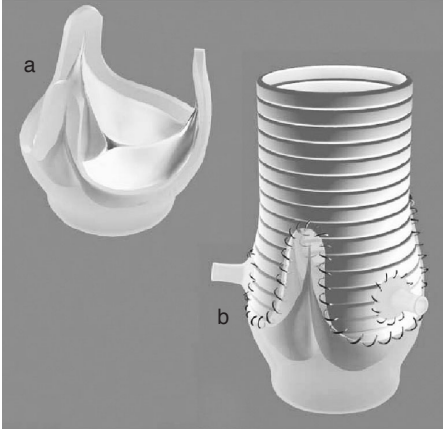


Fig. 3. Remodelling <sup>12</sup>.

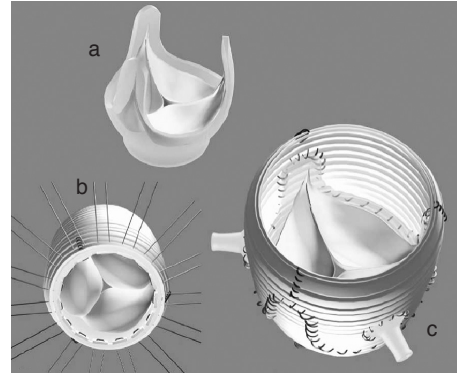


Fig. 4. Reimplantation <sup>14</sup>.

stabili anche in pazienti affetti da sindrome di Marfan <sup>17</sup>. Negli ultimi anni, pertanto, sono state introdotte importanti innovazioni sia nelle tecniche che nei materiali, in modo da poter ottenere la creazione di “pseudo-seni” di Valsalva e di una più “fisiologica” ricostruzione anatomica dell’intera radice aortica (annulus, “pseudo-seni”, neo giunzione sino-tubulare) (Fig. 5) <sup>16-21</sup>.

L’obiettivo comune di tutte queste tecniche è quello di preservare una valvola aortica, “intrinsecamente sana” in pazienti con una patologia a carico della radice aortica tentando di ricostruire quanto più fedelmente tutti i componenti della radice aortica, e consentendo così un normale funzionamento dei lembi valvolari.

Nel 2000, presso l’Università di Roma Tor Vergata, un ulteriore e significativo passo in avanti è stato ottenuto non da una ulteriore modifica delle tec-

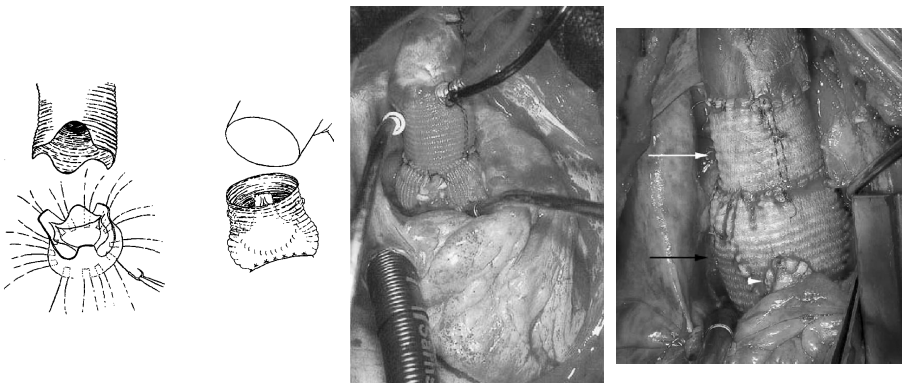


Fig. 5. Alcuni esempi di modifiche nelle tecniche chirurgiche e/o nei materiali volti ad una ricostruzione della radice aortica il più anatomica possibile. Cochran <sup>18</sup> (sinistra), Robicsek <sup>20</sup> (centro) e Miller <sup>16</sup>, 2004 (destra).

niche chirurgiche, ma da una modifica e successiva introduzione nella pratica chirurgica di un nuovo condotto protesico in dacron (Gelweave Valsalva, Terumo-Vaskutek, Renfrewshire, Scotland, UK) che, ricreando forma e dimensioni dei seni di Valsalva (Fig. 6) <sup>22,23</sup>, unisce i vantaggi della tecnica di “reimplantation” in termini di stabilizzazione anulare con la ricostruzione dei seni di Valsalva, ottenibile con il “remodelling” <sup>24</sup>. Il nuovo condotto, detto “Valsalva” è un condotto composto formato da una porzione prossimale (“gonna”) espansibile in senso laterale (circa il 20-30%) mediante lo “stretching” delle pieghe longitudinali, e da una porzione distale espansibile esclusivamente in senso longitudinale, come peraltro tutti i condotti in dacron attualmente in commercio. La giunzione di queste due porzioni crea una “neo-giunzione” seno-tubulare, mentre la base della “gonna” corrisponde all’annulus aortico (da notare che l’altezza della “gonna” è simile al diametro della porzione distale: ad esempio, diametro del condotto 30 mm, altezza della “gonna” 30 mm).

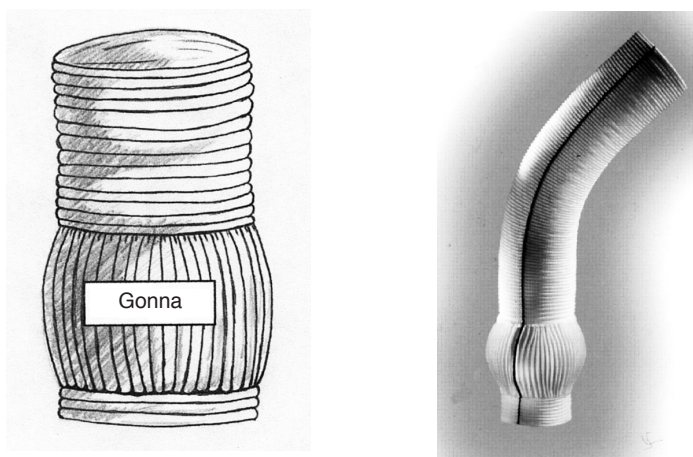


Fig. 6. Disegno originale e realizzazione del condotto in dacron denominato “Valsalva” per la capacità di ricostruire, dopo l’impianto e la pressurizzazione, la forma dei seni di Valsalva.

La tecnica chirurgica per la procedura di “valve-sparing” utilizzando il condotto modificato ripercorre senza procedure addizionali quella descritta da T. David <sup>14</sup>. L’unica accortezza del chirurgo sta nell’adattare le dimensioni della gonna ai lembi aortici del paziente, in modo da ricostruire una radice aortica di normali dimensioni e proporzioni. Il raggiungimento di un ideale adattamento della gonna e della neo giunzione seno-tubulare è il momento chiave dell’intera procedura chirurgica e può essere ottenuto seguendo varie tecniche <sup>25-27</sup>. In alcuni casi è anche possibile associare a tale procedura particolari forme di riparazione aortica (ad es. accorciamento dei margini liberi, plicazione sub-commissurale) in modo da garantire una perfetta coaptazione dei lembi e quindi migliori risultati a distanza <sup>28</sup>.

## Risultati preliminari

Recentemente, sono stati pubblicati i dati relativi ad uno studio multicentrico sui risultati a medio termine delle procedure di “valve-sparing” effettuate utilizzando il condotto in dacron Gelweave Valsalva. Durante un periodo di 5 anni, 151 pazienti con aneurisma della radice aortica sono stati sottoposti a tali procedure (Marfan 14%; bicuspidia aortica 8.6%; dissecazione acuta tipo A 4.6% dei pazienti arruolati). La mortalità ospedaliera è risultata essere del 3.3%. A 5 anni, la libertà da reintervento di sostituzione valvolare e da insufficienza aortica di grado III o IV sono state del 90.8%  $\pm$  3.3% e 88.7%  $\pm$  3.6%, rispettivamente <sup>29</sup>.

## Conclusioni

È evidente che per un risultato clinico efficace e duraturo è importante selezionare i candidati ideali per una procedura di “valve-sparing”. I pazienti ideali dovrebbero presentare una valvola aortica intrinsecamente “sana” indipendente dal fatto che essa sia o no competente. Infatti, l’insufficienza valvolare eventualmente presente deve essere secondaria alle alterazioni dimensionali dovute alla presenza di un aneurisma o alla dissecazione della stessa parete aortica. In entrambi i casi infatti, almeno nelle fasi iniziali, risulta chiaro che la patologia è esclusivamente a carico della parete aortica e non dei lembi valvolari. Purtuttavia, ci sono casi in cui una dilatazione aneurismatica significativa (60 mm ed oltre) e di lunga durata può provocare un deterioramento strutturale dei lembi dovuto alla prolungata e continua tensione posta sui lembi stessi <sup>15</sup>. In questi casi i lembi si trovano ad essere secondariamente ma intrinsecamente danneggiati dalla patologia aneurismatica e pertanto possono non funzionare più correttamente, anche se viene ripristinata una normale anatomia della radice. È pertanto sempre più evidente come, per poter eseguire un intervento di conservazione dei lembi aortici in presenza di patologia aneurismatica della radice aortica e dell’aorta ascendente, sia necessario porre indicazione chirurgica prima che i lembi vengano danneggiati dalla stessa patologia dilatativa. In linea di principio bisognerebbe intervenire quando, in presenza di dilatazione aneurismatica dell’aorta ascendente, iniziano a comparire i primi segni di insufficienza valvolare.

Un gruppo di pazienti che particolarmente si avvantaggia di questo tipo di approccio sono i pazienti con sindrome di Marfan. In particolare in questi pazienti, molto spesso giovani, le tecniche di “valve-sparing” permettono di ridurre le problematiche legate all’uso di protesi valvolari. Recenti esperienze cliniche sembrano infatti mostrare risultati incoraggianti per l’utilizzo di queste tecniche anche in questo gruppo di pazienti ad alto rischio <sup>30</sup>.

Appare chiaro, quindi, che un approccio corretto alla chirurgia della radice aortica debba essere rivolto a garantire un’ottimale funzionalità dei lembi valvolari. I punti fondamentali da tenere in considerazione devono pertanto prevedere il ripristino delle normali proporzioni della radice aortica e della giunzione seno-tubulare, con la ricostruzione di seni di Valsalva di normale forma e funzione. Il condotto protesico in dacron “Valsalva” permette di standardizzare le proporzioni “teoriche” ed “ideali” della radice aortica garantendo una performance dei lembi valvolari più fisiologica rispetto ai condotti tradi-

zionali<sup>31,32</sup>. La possibilità di poter standardizzare un intervento che altrimenti richiede un'esperienza specifica da parte del singolo chirurgo rappresenta certamente un vantaggio non trascurabile, che contribuisce alla diffusione di questo tipo di chirurgia. Resta comunque ancora da definire la durabilità a lungo termine di questo tipo di procedura.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) *Morea M, De Paulis R.* "Il buso" (the orifice). How much did Leonardo know of the aortic valve? *J Cardiovasc Med* (in press)
- 2) *Bentall HH, De Bono A.* A technique for complete replacement of the ascending aorta. *Thorax* 1968; 23:338-9
- 3) *Hagl C, Strauch JT, Spielvogel D, Galla JD, Lansman SL, Squitieri R, Bodian CA, Griep RB.* Is the Bentall procedure for ascending aorta or aortic valve replacement the best approach for long-term event-free survival? *Ann Thorac Surg* 2003; 76(3):698-703; discussion 703
- 4) *Radu CN, Kirsch ME, Hillion ML, Lagneau F, Drouet L, Loisanse DY.* Embolic and bleeding events after modified Bentall procedure in selected patients. *Heart* 2006 Jun 27; [Epub ahead of print]
- 5) *Sutton JP, Ho SY, Anderson RH.* The forgotten interleaflet triangles: a review of the surgical anatomy of the aortic valve. *Ann Thorac Surg* 1995; 59:419-427
- 6) *Kunzelman KS, Grande KJ, David TE, Cochran RP, Verrier ED.* Aortic root and valve relationship. Impact on surgical repair. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994; 107:162-170
- 7) *Roman MJ, Devereux RB, Kramer-Fox R, O'Loughlin J.* Two-dimensional echocardiographic aortic root dimensions in normal children and adults. *Am J Cardiol* 1989; 64:507-512
- 8) *Vollebergh FEMG, Becker AE.* Minor congenital variations of cusp size in aortic valves. Possible link with isolated aortic stenosis. *Br Heart J* 1977; 39:1006-1011
- 9) *Lansac E, Lim HS, Shomura Y, Lim KH, Rice NT, Goetz W, Acar C, Duran CMG.* A four-dimensional study of the aortic root dynamics. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002; 22:497-503
- 10) *Brewer RJ, Deck JD, Capati B, Nolan SP.* The dynamic aortic root: its role in aortic valve function. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1976; 72:413-417
- 11) *Thubrikar MJ, Nolan SP, Aouad J, Deck JD.* Stress sharing between the sinus and leaflets of the canine aortic valve. *Ann Thorac Surg* 1986; 42:434-40
- 12) *Yacoub MH, Fagan A, Stassano P, et al.* Results of valve conserving operations for aortic regurgitation. *Circulation* 1983; 68:311-21
- 13) *Birks EJ, Webb C, Child A, Radley-Smith R, Yacoub MH.* Early and Long-Term Results of a Valve-Sparing Operation for Marfan Syndrome. *Circulation* 1999; 100:29-35
- 14) *David TE, Feindel M.* An aortic valve sparing operation for patients with aortic incompetence and aneurysm of the ascending aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; 103:617-22
- 15) *Grande-Allen KJ, Cochran RP, Reinhall PG, Kunzelmann KS.* Re-creation of sinuses is important for sparing the aortic valve: a finite element study. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000; 119:753-63
- 16) *Demers P, Miller DC.* Simple modification of "T. David-V" valve-sparing aortic root replacement to create graft pseudosinuses. *Ann Thorac Surg* 2004; 78(4):1479-81
- 17) *Miller DC.* Valve-sparing aortic root replacement in patients with the Marfan syn-

- drome. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 125:773-778
- 18) *Cochran RP, Kunzelman KS, Eddy AC, Hofer BO Verrier ED*. Modified conduit preparation creates a pseudosinus in an aortic valve-sparing procedure for aneurysm of the ascending aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995; 109:1049-1058
  - 19) *Hvass U*. A new technique for sparing the aortic valve in patients with aneurysm of the ascending aorta and root. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000; 119:1048-1049
  - 20) *Zehr KJ, Thubrikar MJ, Gong GG, Headrick JR, Robicsek F*. Clinical introduction of a novel prosthesis for valve-preserving aortic root reconstruction for annuloaortic ectasia. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000; 120:692-698
  - 21) *de Oliveira NC, David TE, Ivanov J, Armstrong S, Eriksson MJ, Rakowski H, Webb G*. Results of surgery for aortic root aneurysm in patients with Marfan syndrome. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 125:789-796
  - 22) *De Paulis R, De Matteis GM, Nardi P, Scaffa R, Colella D, Chiariello L*. A new aortic Dacron conduit for surgical treatment of aortic root pathology. *Ital Heart J* 2000; 1:457-63
  - 23) *De Paulis R, De Matteis GM, Nardi P, Scaffa R, Coltella DF, Bassano C, Tomai F, Chiariello L*. One-year appraisal of a new aortic root conduit with sinuses of Valsalva. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002; 123:33-39
  - 24) *Leyh RG, Schmidtke C, Sievers HH, Yacoub MH*. Opening and closing characteristics of the aortic valve after different types of valve-preserving surgery. *Circulation* 1999; 23:100(21):2153-60
  - 25) *De Paulis R, Scaffa R, Forlani S, Chiariello L*. The Valsalva graft in aortic valve repair and replacement. *MMCTS*, 2005; 000992
  - 26) *Mazzola A, Gregorini R, Villani C, Giancola R*. A simple method to adapt the height of the sinotubular junction of the De Paulis Valsalva graft to the height of the patient's sinuses in David reimplantation procedure. *Eur J Cardiothorac Surg* 2005; 27(5):925-6
  - 27) *Maselli D, Minzioni G*. A technique to reposition sinotubular junction in aortic valve reimplantation procedures with the De Paulis Valsalva graft. *Eur J Cardiothorac Surg* 2006; 29(1):107-9
  - 28) *El Khoury G, Vanoverschelde JL, Glineur D, Poncelet A, Verhelst R, Astarci P, Underwood MJ, Noirhomme P*. Repair of aortic valve prolapse: experience with 44 patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004; 26(3):628-33
  - 29) *Pacini D, Settepani F, De Paulis R, Loforte A, Nardella S, Ornaghi D, Gallotti R, Chiariello L, Di Bartolomeo R*. Early results of valve-sparing reimplantation procedure using the Valsalva conduit: a multicenter study. *Ann Thorac Surg* 2006; 2(3):865-71; discussion 871-2
  - 30) *Cameron DE, Vricella LA*. Valve-sparing aortic root replacement in Marfan syndrome. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu* 2005; 103-11
  - 31) *De Paulis R, De Matteis GM, Nardi P, Scaffa R, Buratta MM, Chiariello L*. Opening and closing characteristics of the aortic valve after valve-sparing procedures using a new aortic root conduit. *Ann Thorac Surg* 2001; 72:487-494
  - 32) *De Paulis R, De Matteis GM, Nardi P, Scaffa R, Bassano C, Chiariello L*. Analysis of valve motion after the reimplantation type of valve-sparing procedure (David I) with a new aortic root conduit. *Ann Thorac Surg* 2002; 74:53-57