

# Valvular Prostheses의 현황

전남대학교 의과대학 흉부외과학교실

김 상 형

## 서 론

인공심장판막의 임상 적용은 1960년대 초반 Harken과 Starr 등에 의해 처음으로 성공적인 판막 치환이 이루어진 이래로, design, material selection 및 제조기술에서의 많은 진보가 이루어져 왔다. 이러한 발달에도 불구하고 현재 이용되는 기계 또는 조직 판막이 hemodynamic function 또는 long-term freedom from valve-related Cxs에서 이상적인 인공판막에는 이르지 못하고 있다. 이에 치환 판막의 종류 및 발달사와 우리나라에서 사용된 판막의 종류 등을 살펴 보고자 한다.

## 발 달 사

심장판막 질환에 대한 수술요법은 1925년 Souttar가 승모판 협착증의 수지개대(digital commissurotomy)에 성공한 데서 비롯한다. 그 후 이 방법은 방치되었다가 1948년 Bailey, Harken, Brock 등에 의해 폐쇄식 판막 절개술이 채택 보급되었다. 1954년 Gibbon에 의해 인공심폐기 개심술이 도입되면서 판막질환에 있어서도 개심술에 의한 수술적 치료(직시하 판막 절개술, 판막 성형술 및 판막륜 성형술 등)가 성공적으로 시행되게 되었다. 그러나 판막의 심한 변형 및 석회화 등은 교정술로만은 불가능하여 대치이식수술이 필요하게 되었다.

심장 판막질환에 대한 인공 판막 사용은 1954년 Hufnagel이 하행흉부대동맥에 구형판막을 삽입한 것이 시초이며, 1960년대 초 Harken, Starr 등의 구형 인공 판막(Caged ball valve) 제작으로 판막의 전체이식이 가능하게 되어 판막 질환의 수술적 치료에 있어 하나의 신기원을 이룩하였다. 이후 여러 종류의 인공 판막이 각 연구소에서 고안 제작되었으나 혈전 형성, 용혈 현상, 판막의 持久力, 혈류 역학 등의 문제점은 여전히 남아 있었다. 이에 비해 1955년 Murray, 1962년 Ross 및 Barratt-Boyes 등에 의해 동종 판막을 이용한 대동맥 판막 대치 이식술이, 그리고 1965년 Binet에 의하여 豚大動脈瓣을 이용한 이종 생체판 이식이 시행된 이래, 혈행 동태적, 혈액학적 그리고 혈전 비형성성에서 금속 판막에 비해 조직 판막의 우수성이 인정되었으나 판막의 내구성 및 동종 판막의 공급성이 문제가 되었다. 그러나, 1968년 Angell, Carpentier 등에 의해 Glutaraldehyde 처리고정법이 개발되어, Glutaraldehyde 처리 porcine bioprosthesis가 Hancock, Carpentier 등에 의해 소개되면서 조직 판막에 의한 판막 치환술이 각광 받기 시작하였다. 그리고 1971년 Ionescu에 의해 bovine pericardial bioprosthesis가 소개되면서 1970년대에서 1980년대 초까지 판막치환의 일차 선택판으로 조직 판막이 주종을 이루게 되었다. 그러나 추적 기간과 임상례가 증가하면서 이종조직판막의 조직 실패(조

표 1. 인공 판막 및 판막 치환술의 역사

세 계 적 현 황			국 내 현 황	
1954	Hufnagel	Tx. for AR with artificial ball v.	1954	판막 교련절개술
1955	Murray	Homologous tissue valve	1963	MR에 대한 판막 성형술
1960	Starr & Edwards	Caged ball valve	1968	인공 판막 치환술 시도(AVR)
1962	Ross	Homograft	1970	MVR with Beall valve
1965	Binet	porcine bioprostheses		AVR with Magovern-Cromie
1967	Beall	Caged disc valve	1974	MVR+AVR with Beall & Magovern
1969	Hancock & Carpentier	glutaraldehyde fixed porcine bioprostheses	1976	조직 판막 사용 시작
1969		B-S mechanical valve		MVR+TVR with B-S & Hancock
1971		I-S bovine pericardial v	1977	
1977		St. Jude Medical valve	1978	MVR+TVR with C-E & C-E
1982		low pressure fixed 2세대 bioprostheses	1983	MVR with I-S pericardial v
1982		Duromedics bileaflet v	1986	St. Jude Medical valve
1986		CarboMedics bileaflet v	1988	Duromedics CarboMedics
1992		Sorin bileaflet v		
		ATS bileaflet v		
1993		Edwards TEKNA bileaflet		

직자체의 변형 및 석회화 등)가 심각한 문제로 대두되고, 금속 판막의 design, material selection 및 제조 기술에서의 많은 진보와 더불어 급기야 1970년대 후반 신소재 pyrolytic carbon으로 만든 low profile, central laminar flow bileaflet mechanical valve가 등장하면서 점차 금속 판막을 선호하게 되어 현재는 판막 치환의 일차 선택판으로 자리를 잡게 되었다.

우리나라의 현황도 세계적 추세와 비슷한 양상으로 발전하였는 바, 1954년 승모판막 협착증에 대한 폐쇄식 교련 절개술이 처음 시도된 이후 1963년 승모판막 폐쇄부전증에 대한 판막 성형술이 시행되었다. 인공판막치환은 1968년 AVR이 시도되었고, 1970년 Beall valve를 사용한 MVR이 성공한 후 1976년 조직 판막을 이용한 판막치환술이 소개될 때까지 금속판막이 사용되었다. 이후 1980년대 중반까지 Ionescu-Shilley 판을 필두로 한 조직판막에 의한 판막치환술이 주종을 이루었다. 그러나 조직판막의 조직실패가 문제점으로 대두되

면서 1980년대 후반부터 다시 금속판막의 선호도가 증가하여 현재는 bileaflet 판막이 주종을 이루고 있다.

### 분류 및 특성

#### 1) 분 류

#### 표 2

#### 2) 특 성

인공 판막은 크게 동종판막(Homograft/Allograft), 이종판막(Xenograft) 및 기계판막으로 나누어진다. 1960년대 초반 Harken, Starr 등에 의해 구형기계판막에 의한 치환례가 소개되면서 인공판막의 임상 적용이 본격화된 이래 수십 종의 각종 인공판막이 개발되었으나, 어떤 것은 여러 가지 단점 때문에 개발 직후 사라지기도 하고, 또 어떤 인공판막은 그 우수성을 인정받아 오랫동안 사용되면서 약간씩 단점을 개선 보완해 오늘날까지 널리

표 2. 인공 판막의 분류 및 특성

1) 분 류

BIOPROSTHESES	MECHANICAL PROSTHESES
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Homografts / Allografts</li> <li>2. Xenografts               <ol style="list-style-type: none"> <li>A) Porcine Xenobioprosthesis                   <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hancock (H1)</li> <li>2. Carpentier-Edwards</li> <li>3. since 1982, 2nd &amp; 3rd generation                       <ol style="list-style-type: none"> <li>1) C-E SAV</li> <li>2) Hancock II</li> <li>3) Bicor</li> <li>4) Medtronic Intact</li> <li>5) St. Jude Bio-implant</li> </ol> </li> <li>4. most recently                       <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Medtronic Mosaic</li> <li>2) St. Jude Medical Hancock-Jaffe</li> </ol> </li> </ol> </li> <li>B) Pericardial Xenobioprosthesis                   <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hancock-extracorporeal</li> <li>2. Ionescu-Shiley</li> <li>3. Carpentier Edwards</li> <li>4. Mitroflow (MF)</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Caged Ball Valves               <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Starr-Edwards</li> <li>2) Smeloff-Cutter</li> <li>3) Brounwald-Cutter</li> <li>4) Magovern-Cromie</li> </ol> </li> <li>2. Caged Disc Valves               <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Kay-Shiley</li> <li>2) Beall-Surgitool</li> <li>3) Starr-Edwards disc</li> <li>4) Lillehei-Nakib</li> </ol> </li> <li>3. Tilting Disc Valves               <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Wada-Cutter</li> <li>2) Lillehei-Kaster</li> <li>3) Omniscience I &amp; II</li> <li>4) OmniCarbon</li> <li>5) Medtronic-Hall</li> <li>6) Bjork-Shiley                   <ol style="list-style-type: none"> <li>Standard</li> <li>60° Convexo-Concave</li> <li>70° Convexo-Concave</li> </ol> </li> </ol> </li> <li>4. Bileaflet Valves               <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Gott-Daggett</li> <li>2) Kalke-Lillehei</li> <li>3) Duromedics (Edwards TEKNA)</li> <li>4) St. Jude Medical</li> <li>5) CarboMedics</li> <li>6) Sorin</li> <li>7) ATS</li> </ol> </li> </ol>

사용되고 있다. 이 중 Homograft는 혈행 동태적, 혈류 역학적, 혈전 비형성성, 및 내구성 등 모든 면에서 그 우수성이 인정됨에도 불구하고, 공급성 및 신선 판막 획득의 문제, 멸균처리 및 보관의 문제, 그리고 수술수기상의 문제점 때문에 널리 사용되지 못하고 있다. 기계판막은 그 내구성에 있어서 조직판막에 비해 월등히 우수한 장점이 있지만, 혈전 색전증의 위험성이 높는데다 이를 예방하기 위

해 항응고제를 평생 복용해야 하고 또 항응고제 투여와 관련된 부작용 등의 단점이 있다. 이에 지금까지 사용된 판막 중 중요한 판막을 중심으로 그 특성을 살펴 보고자 한다.

(1) XENOBIOPROSTHESES

이종조직판막은 다시 豚大動脈瓣을 이용한 porcine bioprosthesis와 牛心瓣을 이용한 pericardial

bioprostheses로 나뉜다.

Hancock standard bioprostheses: 豚大動脈瓣을 0.2% glutaraldehyde 함유 인산완충액 중에서 浸漬固定한 후 可動性인 polypropylene臺座에 Dacron布를 덮고 봉합시킨 것으로 처음엔 항응고제 투여 불가능 예, 좌심실 용적이 작은 예를 대상으로 소극적으로 사용하다, 비혈전 형성성, 내구성 등의 우수성이 입증되면서 Carpentier-Edwards 조직판막과 더불어 대표적 생체판이 된다.

Carpentier-Edwards bioprostheses: 豚大動脈瓣을 0.65% glutaraldehyde + Sodium Metaperiodate로 처리고정한 것을 可動性인 Elgyloil wire臺座에 Dacron布를 덮고 봉합한 것으로 일세대 Hancock판과 마찬가지로 high, standard hydrostatic pressure (100 mmHg) 하에서 고정. 1989년 이후, porcine bioprostheses의 durability를 증진시키기 위한 시도로 이중조직판을 고정할 때 종전의 high or standard hydrostatic pressure fixation (100 mmHg)이 아닌 low hydrostatic pressure fixation (2 mmHg)한 secondary and third generation porcine bioprostheses, C-E SAV 및 Hancock II 등이 등장하여 최근까지 사용되고 있다.

Bovine pericardial bioprostheses: 이중조직판막의 hemodynamic performance를 한단계 더 증진시킨 glutaraldehyde-preserved bovine pericardial bioprostheses는 porcine 판을 대신하여 일차 선택판이 되었으나, 일차성 조직 실패 또는 구조적 조직 실패의 빈도가 높다고 알려져 일세대 판인 Ionescu-Shiley瓣과 Hancock瓣은 1987년 생산이 중단되고 2세대 bovine pericardial bioprostheses인 Carpentier-Edwards瓣과 Mitroflow瓣으로 대체되어 현재에 이르고 있다.

## (2) MECHANICAL PROSTHESES

기계판막은 크게 1) Caged Ball Valves, 2) Caged Disc Valves, 3) Tilting Disc Valves, 4) Bile alet Valves로 나뉘어진다.

Caged ball valves: 1960년대 초 Harken과

Starr에 의해 고안된 초기 구형판막은 ball에 대한 abrasion injury와 water & blood lipids를 흡수하여 ball 무게와 물리적 특성을 변화시켜 발생하는 silicon poppet degeneration인 ball variance가 troublesome problem이었으나, 1966년 valves with bare metal cages and silastic poppet의 등장으로 큰 문제가 되지는 않았다. 이후 여러 종류의 구형판막이 개발 고안되었으나 periprosthetic leakage, hemolysis 등의 문제점 때문에 Starr-Edwards 판 외에는 사용이 중단되었다.

Caged disc valves: 1960년대부터 1970년대까지 사용된 기계판으로써, 구형판막의 mitral portion에서의 단점인 좌심실 유출로 폐쇄와 ventricular septal irritation을 해소할 수 있도록, 혈류의 방향에 대해 수직인 flat surface를 갖는 low-profile, lenticular disc를 갖고 있는 것이 특징이다. 그러나 disc의 small clearance 때문에 poppet motion이 thrombus나 ventricular endothelium에 의해 쉽게 장애를 받는 단점이 있으며, disc와 cage 사이의 material incompatibility가 disc edge wear and strut fracture 등의 문제점으로 사용이 중단되었다.

Tilting disc valves: 구형판막이나 disc판막 등 중앙폐쇄형 판막의 단점인 판막 상하 수축기 압력차를 개선하기 위해 Wada가 처음 tilting disc판을 고안하였으며 이후 고정경첩(hinge)을 제거한 자유유동사판형판막인 Bjork-Shiley 판은 1969년 첫 임상에서 사용된 판막으로 cast stellite cage에 free-floating, nonoverlapping disc가 특징으로 opening angle은 60°이다. 그러나 flat disc 때문에 잘 발생하는 valve thrombosis가 문제이다. 이러한 단점을 보완하기 위해 여러가지 개선된 형이 등장하게 된다. 그 중 하나인 60° Convexo-Concave B-S valve는 transvalvular gradients는 약 15% 정도 감소시키고 valve thrombosis도 현저히 감소시켜 1976년부터 1986년까지 널리 사용되다 outlet strut fracture 때문에 사용이 중단되었다. 이러한 유출각의 골절을 막기 위해 유출각의 기저부를 종전보다 1.

75배 금속을 더 추가하고 넓은 단지형(single arm)으로 판막륜과 일체로 제작한, 개구각이 70°인 Monostrut B-S valve가 1980년대 초반에 개발되어 미국을 제외한 세계 전 지역에서 널리 사용되었다.

**Bileaflet valves:** 쌍엽 구조의 기계판막은 1960년대 Gott가 silicone rubber로 만든 판막과 Titanium으로 만든 Kalke-Lillehei 판막 등에 그 시초를 두고 있으나 이들은 극소수 환자에 사용되었거나 상업적 생산에 도입되지 못하였다. 이 후 신소재 pyrolytic carbon 재질로 만들어진 쌍엽 판막이 등장하게 된다. pyrolytic carbon의 탁월한 내구성 및 항응고성, 쌍엽구조의 혈류역학적 장점으로 중심혈류 및 층상혈류(laminar flow)가 유지되고 판막 개구부의 면적이 넓어 판막 상하간의 압력차가 낮은 점, low profile 이어 거치가 쉬운 점, 봉합륜이 double velour knitted Dacron으로 만들어져 봉합륜의 조직형성 및 내피증식 능력이 뛰어나고 감염에 대한 내성도가 높은 점 등이 bileaflet prostheses의 우수성이 인정되어 현재 판막치환 시 일차 선택판으로 인조판막의 주종을 이루게 되었다. St. Jude Medical valve는 1976년 고안되어 1977년 첫 임상에 적용한 판막으로 개구각이 85°, 폐쇄각이 25°~30°이다. Duromedics는 1982년에 처음 소개된 판막으로 판막 폐쇄시 역류되는 혈액량을 최소화시키면서 양 판엽이 순간적으로 동시에 닫히도록 고안되었으나 판엽탈출의 문제점이 노출되어 사용이 중단되었다. CarboMedics는 1986년 개발되어 St. Jude Medical 판과 거의 유사하나 판막 frame 내에서 판막 축을 자유로이 변화시킬 수 있도록 고안되고, 식별이 용이하도록 radioopaque stabilizing ring을 갖고 있다. 1990년대에 들어와 ATS 및 Sorin bileaflet 판과 Duromedics의 개량판인 Edwards TEKNA 판 및 St. Jude Medical 판의 HP series 등이 개발되어 임상에 이용되고 있다.

### 판막의 선택

현재까지는 모든 조건을 완전히 충족할만한 이

상적인 인공판막은 개발되지 못하고 있다. 따라서 판막을 선택하는 것은 모든 상황을 충분히 고려하여 선택해야 하리라 생각된다. Whittlesey 등은 이상적인 판막의 조건으로,

- Good hemodynamic, nonobstructive and completely competent.
- Nonthrombogenic.
- Not degenerate, wear out, or vary.
- Not significantly alter blood components.
- Possible to insert without undue technical difficulty.
- Not be an annoyance to the patient.

등의 6가지 조건을 제시하였다.

판막 선택의 기준에 있어서도 Morgan 등은, 조직 판막의 적응으로 1) 항응고제 투여를 할 수 없는 자, 2) 대동맥 판막륜이 25mm 이상되는 고령자, 3) 항응고제 복용을 신뢰할 수 없거나 거부하는 자로, 또 기계 판막의 적응으로는 1) 어린이에서의 좌측심장판막 치환시, 2) 항응고제 사용이 금기가 되지 않은 환자에서의 승모판막 치환시, 3) 아주 작은 판막륜을 갖고 있는 환자(A < 25mm, M < 29mm), 4) 판막의 재치환 수술을 장래에 다시 받기 싫어하는 환자로 하였으며, Morstkotte 등은 조직 판막의 적응으로 1) 색전이나 출혈 합병증의 위험이 큰 환자, 2) 65세 이상 고령 환자, 3) 임신을 원하는 여자 환자로, 기계 판막의 적응으로 1) 환자 연령이 35세 이하 또는 소아, 2) 심방세동이 있는 환자, 3) 재수술의 위험이 큰 환자로 하였다.

우리나라에서는 조직 판막에 비해 기계판막이 보다 유리한 이론적인 바탕으로는 1) 판막 치환을 필요로 하는 우리나라 환자들의 판막 질환의 원인이 대부분 류마티스성이어서 평균 연령이 30~35세로 외국에 비해 10~20세 낮고, 2) 조직 판막 치환환자의 판막 재치환술의 빈도가 높아지고 있는 점, 3) 기계 판막이 새로운 재질의 개발 및 그 모델과 디자인에 있어서 상당히 개선되어 외과적으로 사용하기가 편리하고, 혈전형성 및 혈류역학적으로도 조직 판막에 비해 뒤떨어지지 않는다는 점,

4) 기계 판막의 단점인 평생 항응고제 투여와 그에 따른 출혈 합병증이 문제가 되나 잘 적응한다는 점, 5) 술 후 추적 및 외래관찰이 잘 되고 있는 점, 그리고 마지막으로 최근 몇가지 조직 판막의 공급이 중단된 점 등이다.

## 결 론

이상 인공 판막의 종류 및 특성과 판막 치환의 적응을 간단히 살펴 보았다. 인공 판막 중 기계판막은 그 내구성에 있어서 조직판막에 비해 월등히 우수한 장점이 있지만, 혈전 색전증의 위험성이 높은 데다 이를 예방하기 위해 항응고제를 일생동안 복용해야 하는 큰 단점이 있다. 조직판막은 반면 혈전 색전증의 발생 가능성이 낮으며 따라서 항응고제의 사용이 필요하지 않다는 점에서 많은 관심을 모았으나 조직 실패 등 내구성 측면에서 결정적 취약점이 노출되었다. 이처럼 아직은 모든 조건을 완전히 충족할 만한 이상적인 인공심장판막은 개발되지 못하고 있는 실정이다. 따라서 판막의 선택은 의사, 환자 및 환자 가족들과 충분히 상의하여 그 환자에 가장 적합한 판막을 선택해야 할 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

1. Frankel WS, Brest AN. *Valvular heart disease: Comprehensive evaluation and treatment*. F. A. Davis Company 2nd ed. 1993; 235-53
2. Jamieson WRE, Munro AI, Miyagishima RT, Allen P, Burr LH, Tyers GFO. *Carpentier-Edwards standard porcine bioprosthesis: Clinical performance to seventeen years*. Ann Thorac Surg 1995; 60: 999-1007
3. Reichensperner H, Weinhold C, Nollert G, Kaulbach HG, Vetter HO, Boehm DH, Reichart B. *Comparison of porcine biological valves with pericardial valves-a 12-year clinical experience with 1123 bio-prostheses*. Thorac Cardiovasc Surgeon 1995; 43: 19-26
4. Fernandez J, Chao Chen, Jiang Gu, Brdlik OB,

- Laub GW, Murphy MM, Adkins MS, Anderson WA, McGrath LB. *Comparison of low-pressure versus standard-pressure fixation Carpentier-Edwards bioprosthesis*. Ann Thorac Surg 1995; 60: S205-10
5. Bortolotti U, Milano A, Mossuto E, Mazzaro E, Tiene G, Casarotto D. *Porcine valve durability: A comparison between Hancock standard and Hancock II bioprostheses*. Ann Thorac Surg 1995; 60: S216-20
6. Pomar JL, Jamieson WRE, Pelletier LC, Gerein AN, Castella M, Brownlee RT. Ann Thorac Surg 1995; 60: S305-10
7. Fradet GJ, Jamieson WRE, Abel JG, Lichtenstein SV, Miyagishima RT, Ling H, Frank G. *Clinical performance of biological and mechanical prostheses*. Ann Thorac Surg 1995; 60: S453-8
8. Whittlesey D, Geha AS. *Selection and complications of cardiac valvular prostheses*. Glenn's Thoracic and Cardiovascular Surgery. 5th ed. 1991; 1719-28
9. Cohn LH, Lipson W. *Selection and complications of cardiac valvular prostheses*. Glenn's Thoracic Cardiovascular Surgery. 6th ed. 1995; 2043-55
10. 양기민, 이 영, 노준량, 손광현, 김종환, 서경필, 이영균. 승모판막 이식수술 1례 보고. 대흉외회지 1971; 4: 51-4
11. 이영균, 서경필. 심장질환의 외과적 요법에 관한 연구. 대흉외회지 1977; 10: 315-26
12. 김용진. 삼첨판막이식 8례 보고. 대흉외회지 1978; 11: 185-93
13. 이영균, 양기민. 승모판막 대치이식술 238례 보고. 대흉외회지 1980; 13: 422-34
14. 유병하, 김병렬, 이정호, 유희성. 판막치환술의 조기 및 장기성적. 대흉외회지 1984; 17: 678-86
15. 김형묵, 김학제, 김광택, 선 경, 백광재. 심장판막증의 외과적 치료. 대흉외회지 1985; 18: 446-55
16. 김종환. 이종조직판막의 장기 임상 성적. 대흉외회지 1987; 20: 289-99
17. 송인기, 이재성, 최종범, 최순호. 기계적 판막의 임상적 고찰. 대흉외회지 1988; 21: 62-9
18. 박문섭, 나석주, 박재길, 김치경, 조진현, 왕영필, 김세화, 이홍균, 김재형, 홍순조. 인공심장 판막 치환자에 대한 임상적 고찰. 대흉외회지. 1988; 21: 1003-19

19. 채 헌, 박성혁, 안 혁, 김종환. 열분해탄소 기계판막의 임상경험. 대흉외회지 1989;22:42-9
20. 이준영, 지행옥. 후천성 심질환의 인공판막치환술에 대한 임상적 고찰. 대흉외회지 1989;22:951-9
21. 김상형, 유흥석. Duromedics 판막의 임상적 연구. 대흉외회지 1990;23:667-75
22. 박창권, 하중곤, 최세영, 이광숙, 유영선. 기계판막의 임상적 평가. 대흉외회지 1991;24:161-70
23. 김형목. 대한민국의 심장혈관수술현황(III). 대흉외회지 1991;24:1045-57
24. 김영태, 원용순, 이정렬, 안 혁, 김용진, 채 헌, 노준량, 김종환, 서경필. Bjork-Shiley Monostrut 판막의 임상치험. 대흉외회지 1992;25:1337-45
25. 조범구, 장병철, 강면식, 방정현, 홍승록. ST. Jude Medical 기계판막의 단기 및 중기성적. 대흉외회지 1992;25:57-65
26. 박계현, 백완기, 안 혁, 채 헌, 김종환. 쌍엽기계판막에 관한 임상 연구. 대흉외회지 1992;25:137-48
27. 우석정, 장봉현, 이종태, 김규태. Carbomedics 계판막의 단기 임상성적. 대흉외회지 1992;25:661-71
28. 김정택, 강면식, 조범구, 홍승록, 홍필훈, 이두연, 윤용한. Hancock 과 Carpentier-Edwards 이종 조직판막의 임상성적에 대한 비교연구. 대흉외회지 1993;26:24-31
29. 김종환. 생물학적 보철판막의 조직 실패. 대흉외회지 1993;26:667-76
30. 김기출, 채 헌, 안 혁, 김용진, 김종환, 노준량. CarboMedics 기계판막의 임상경험. 대흉외회지 1993;26:753-60
31. 진 응, 나석주, 조규도, 김치경, 조건현, 왕영필, 이선희, 박문섭, 김세화, 이홍균. St. Jude 기계 판막을 이용한 인공심장판막치환의 외과적 고찰. 대흉외회지 1994;27:272-80
32. 김병렬, 문준호, 강경훈, 안옥수, 이정호, 유희성. CarboMedics 기계판막의 임상적 연구. 대흉외회지 1994;27:995-1001
33. 김종환. 썬트쥬드 중복 판막치환의 장기 임상성적. 대흉외회지 1995;28:660-70
34. 김범식, 이문환, 유세영, 김원곤. 글루타르알데하이드 고정 소심낭막에서의 내피세포 증식에 대한 글루탐산 및 파라벤올액의 효과. 대흉외회지 1996;29:7-13