

이오네스큐 단고형 대동맥판의 내구성

김 종 환*

— Abstract —

Durability of the Low Profile Ionescu-Shiley Valve in Aortic Position

Chong Whan Kim, M.D.*

The consecutive 35 patients underwent isolated aortic valve replacement with the low-profile model of the Ionescu-Shiley pericardial xenograft valve from 1984 to 1991.

Operative mortality was 2.9%, and early survivors were followed up for a total 136.1 patient-years (Mean \pm SD, 4.00 \pm 2.14 years). The linearized late mortality was 2.204% /pt-yr. Three patients required rereplacement of the valve with overall valve failure rate of 2.204% /pt-yr : two for endocarditis and one for paravalvular leak. There was no case of primary tissue failure. The linearized annual rates of complication were : thromboembolism 0.735% /pt-yr, bleeding 0.735% /pt-yr, and endocarditis 2.204% /pt-yr. The actuarial survival at 8 years of follow-up was 90.4 \pm 5.3%, and the probabilities of freedom from thromboembolism and from rereplacement were 95.6 \pm 4.4% and 88.2 \pm 6.7% at 8 years respectively.

Although the low profile Ionescu-Shiley pericardial valve provided favorable clinical performance comparable with the standard model up to 8 years, it needs prolonged follow-up to assess the pattern of its durability.

서 론

이오네스큐 심낭조직판막이 임상에서 널리 사용되어오던중 1981년에는 표준형에 이어 판막의 높이가 낮은 단고형(短高型)이오네스큐판막이 도입되고 혈류역동학적 특성이 개선되고 실험실내 내구성도 증진된 것으로 소개되었다. 서울대학교병원에서도 1984년부터 단고형판막을 사용하기 시작하였다.

표준형과 단고형판막의 혈류역동학적 우수성은 실험실이나 생체내에서 이미 여러 보고자에 의하여 증명되었고 조기의 보고들은 일차성조직실폐빈도도 낮은 것을 시사하였다. 그러나 그후의 일부 보고는 술후5~6년부터 판막기능의 실패가 시작되는 것을 강력하게 지적하였다. 이런 경향은 표준형 이오네스큐판막을 사용한 장기 임상추적을 시행한 우리의 성적에서도 인정되었다.

본 연구에서는 단고형 이오네스큐판막으로 대동맥판을 단일치환한 환자를 임상적으로 추적관찰하여 그 특성을 분석검토하였다.

본 연구에서는 단고형 이오네스큐판막으로 대동맥판을 단일치환한 환자를 임상적으로 추적관찰하여 그 특성을 분석검토하였다.

연구 대상 및 방법

1984년부터 1991년까지 35례의 환자에서 단고형 이

*본 논문은 1990년도 서울대학교병원 특진연구비의 일부 보조에 의하여 작성

*서울대학교 의과대학 흉부외과학교실

*Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, College of Medicine, Seoul National University

오네스큐판막으로 대동맥 판을 단일치환하였으며 이들 연속적 전례를 대상으로 하였다. 임상적 관찰은 원칙적으로 외래방문기록을 근거로 하였으며 분석방법은 심장판막수술환자 성적보고지침¹⁾에 따랐다. 추적말은 1991년말로 하여 추적 폐쇄기간은 추적간격을 6개월 내지 1년으로 하고 있는 환자가 있으므로 1년으로 하였다.

일반적으로 판막실패의 판정은 Stanford 기준²⁾을 참고로 종합적실패로 간주하였고 재수술시 확인한 판막의 구조적실패에 근거하여 일차성조직실패를 판정하였다. 통계학적분석은 평균치와 불변표준편차를 사용하고 t-검정 또는 chi 사승법을 썼으며 장기추적은 생명표방법을 준용하였다.

결 과

총35례의 환자는 남자 21례와 여자 14례로 남녀성비는 1.5대1이고 수술당시의 환자연령은 17~66세로 평균 44.5±14.3세였다. 술전검사와 술중소견을 참고로 한 대동맥판의 병변은 폐쇄부전이 가장 많아 환자의 60%를 점하였고 협착병변만 있던 환자는 3례뿐으로 나머지 31%의 환자는 혼합병변을 보였다(Table 1). 대동맥판병변외의 동반병변은 주로 승모판병변이었다(Table 2).

대동맥판치환에 사용한 단고형 이오네스큐심낭판막

Table 1. Lesions of the aortic valve

Lesion	Number (%)
Insufficiency	21 (60.0)
Stenoin insufficiency	11 (31.4)
Stenosis	3 (8.6)
Total	35 (100.0)

Table 2. Associated lesions

Associated lesion	Number
Mitral insufficiency	7
Mitral stenoin insufficiency	2
Patent ductus arteriosus	2
Mitral stenosis	1
MVR	1
Total	13

Table 3. Combined surgery

Combined surgery	Number
Mitral annuloplasty	7
Mitral commissurotomy and annuloplasty	1
Mitral commissurotomy	1
Mitral valve exploration	1
Trans-pulmonary arterial suture of PDA	2
Total	12

은 크기가 19~29mm의 것으로 평균 22.5±1.9mm였다. 대동맥판치환수술외에 12례에서 추가수술을 시행하였으며 승모판류성형술이 가장 자주 시행되었고 교련절개술 또는 승모판검색이 추가되기도 하였으며 2례에서의 동맥관개존증은 폐동맥절개하에 봉합폐쇄하였다(Table 3).

술후 30일 이내의 조기사망환자는 1례뿐으로 수술사망률은 2.9%였다. 이 환자는 술후 5일에 상행대동맥 삼관부의 출혈로 재개흉하였었으며 종격동염과 패혈증이 속발 의식을 회복 못하고 술후 24일에 사망하였다. 추적기간중 3례의 사망례가 있어 만기사망률은 8.8% 또는 연간빈도로 2.204%/환자년이었다. 이들의 사인을 보면 술후 조기보철판막심내막염이 있던 환자 1례는 술후 3개월에 기계판막으로 재치환술을 요하였으나 술후 candida패혈증으로 사망하였다. Behcet병의 임상적특징이 있던 환자 1례가 술후 4개월에 발생한 판막주위역류에 대하여 기계판막으로 재치환술을 요하였으며 재수술 5개월에 다시 판막주위역류가 재발하여 심부전으로 사망하였다. 나머지 1례는 술후 1년4개월에 지속되는 발열로 응급실에 내원하였으나 심내막염의 임상증상을 보이면서 사망하였다(Table 4).

단고형 이오네스큐판막의 재치환수술은 3례에서 시행하였다(Table 5). 이들중 2례는 상기 만기사망환자중 2례로 조기보철판막심내막염으로 재치환수술후 candida 패혈증으로 사망한 환자와 판막주위역류의 재발로 심부전으로 사망한 Behcet병이 있던 환자였다. 나머지 1례의 환자는 술후4년4개월에 streptococcus viridans로 인한 만기보철판막심내막염이 진단되고 술후4년7개월에 재치환술을 시행하였다.

수술사망 1례를 제외한 34례가 조기생존되원하였으며 장기추적의 대상이었다. 추적기간은 최단 3개월부터 최장 7년1개월로 총추적기간은 136.1환자년이고 평

Table 4. Causes of death

Causes of death	Number	Remarks
Operative death :	1	
Mediastinitis and sepsis	1	POD#24
Late death :	3	
Endocarditis and sepsis	1	Re-replacement for early endocarditis followed by candida sepsis at postoperative 3 months
Paravalvular leak	1	Behcet syndrome : rereplacement for paravalvular leak at postoperative 4 months and died of heart failure from recurrent paravalvular leak at postoperative 9 months
R /O endocarditis	1	Postoperative 1 year 4 months

Table 5. Re-replacement

Re-replacement	Number
Prosthetic valve endocarditis	2
Paravalvular leak	1
Total	3

Table 6. Follow-up and complications

Number of early survivors :	34
Follow-up :	
Total(patient-years)	136.1
Mean±SD(years)	4.00±2.14
Thromboembolism :	
Number	1
%	2.9
%/pt-yr	0.735
Bleeding :	
Number	1
%	2.9
%/pt-yr	0.735
Endocarditis :	
Number(fatal)	3(2)
%	8.8
%/pt-yr	2.204
Valve failure :	
Overall valve failure	
Number	3
%	8.8
%/pt-yr	2.204

군 4.00±2.14년이었다(Table 6). 술후 항응혈제는 전례에서 사용하였으며 13례는 6개월간 그리고 10례는 1년간 복용후 중지하였고 7례는 1년보다 연장된 기간 투약하였다. 추적말현재 쿠마딘을 복용중인 환자는 4례였다.

추적기간중 혈전전색합병증은 1례가 경험하여 전색 합병증발생률은 연간빈도로 0.735%/환자년이었다. 이 환자는 1년3개월간의 항응혈제치료를 마쳤으나 그 이후에 환자 자신이 불규칙하게 쿠마딘을 복용해오다가 술후 2년10개월에 Wallenberg 증후군의 소견을 보이면서 입원가료하였다. 항응혈제로 인한 위궤양출혈로 쿠마딘복용을 중단한 1례가 있어 출혈합병증발생률은 역시 0.735%/환자년이었다.

보철판막심내막염은 3례에서 보아 심내막염발생률은 2.204%/환자년이었다. 이들은 재치환수술을 요한 환자 2례와 심내막염의 임상상으로 응급실에서 사망한 1례였다. 판막실패는 Stanford기준²⁾에 따라 이들 심내막염환자 3례가 해당되어 종합적판막실패례로 간주하였으며 따라서 종합적판막실패률은 역시 2.204%/환자년을 보였다. 추적말까지 일차성조직실패로 확인된 환자는 없었다.

표준형 이오네스큐판막의 장기임상성적을 분석한 바 있어¹⁹⁾ 단고형 이오네스큐판막을 사용한 본 연구의 성적과의 비교가 가능하다. 표준형판막사용군(ISUA)과 단고형판막사용군(ISLA)의 대상환자간의 가장 큰 차이는 수술당시의 환자연령으로 ISUA군에서는 환자의 9.2%가 15세미만의 소아환자였음에 반하여 ISLA군에서는 소아연령의 환자가 없었다. 또한 양군의 연령평균은 ISUA군에 비하여 ISLA군에서 통계학적으로 유의하게 높았다(p<0.001).

대동맥판의 병변특징은 폐쇄부전이 가장 흔하여 양군간에 차이가 없었으며 다른 부위의 동반병변이나 추가수술의 빈도에서도 양군간에 유의한 차이를 볼수 없었다. 대치판막으로 사용한 표준형과 단고형판막의 크기에서도 양군간에 유의한 차이가 없었다. 양군의 수술사망률에서도 각각 10.8%와 2.9%였으나 통계학적

유의성은 없었다.

생존되원한 환자의 총추적기간에는 당연히 차이가 있지만 평균추적기간에서는 유의한 차이를 볼 수 없었다. 합병증발생빈도도 연간발생률에서 양군간에 차이가 있으나 통계학적 유의성은 없었으며 특히 일차성조직실패발생은 ISLA군에서 없었음에도 ISUA군과 비교하여 통계학적 유의성은 없었다(Table 7).

생명표방법에 따라 장기생존곡선과 합병증없는 빈도곡선을 작성하였다(Fig. 1). 장기생존률은 술후1년에 93.8±4.3%이고 술후 2년이후에는 90.4±5.3%로 술후8년의 추적말까지 지속되었다. 한편 혈전합병증없는 빈도는 술후4년에 95.6±4.4%이고 추적말까지 지속되었다. 단고형판막의 재치환수술없는 빈도는 술후1년에 93.8±4.3%이다가 술후5년부터 술후 8년까지 88.2±6.7%로 지속되었다. 일차성조직실패환자는 없었다. 표준형판막을 사용한 생존곡선과 합병증없는 빈도곡선은 술후11년까지 볼 수 있었으며 ISLA군과 비

교하여 술후8년까지는 양군간에 통계학적으로 유의한 차이를 볼 수 없었다.

고 안

이오네스큐 우심낭조직판막의 임상성적이 우수하다고 주장한 보고는 심낭이종조직의 장기 내구성이 조직의 성질과 판막의 기능상의 기하학적구조 때문일 것이라고 하였다²⁾. 심낭조직은 고정과정에서 압력부하가 없으므로 교원섬유와 탄성섬유가 자연적인 주름을 유지하고 있어 압력부하하에서 고정된 돈대동맥판조직과는 달리 장기내구성에 유리할 것이라 추정하였으며 또한 우심낭조직이 돈대동맥판조직에서보다 교원질함량도 많아 내구성에 좋은 영향을 갖일 것으로 보았다. 한편 심낭판막과 돈대동맥판막은 판막장착의 모양이나 기술도 다르므로 판막의 역동학적기능이 다르고 따라서 장기적인 수행능력과 또한 판막실패양상에서도

Table 7. Comparative study between groups of patients of single AVR with the standard(ISUA) and the low-profile(ISLA) Ionescu-Shiley pericardial valves

Group	ISUA	ISLA	p Value
Number of patients :	65	35	
Male : Female(Ratio)	49 : 16(3.1 : 1)	21 : 14(1.5 : 1)	<0.05
Age(years) :	30.9±13.1	44.5±14.3	<0.001
Duration of surgery :	1979-1984	1984-1991	
Valves :	Standard	Low-profile	
Size(mm)	21.5±3.0	22.5±1.9	n.s.
Lesions of aortic valve(%) :			
Insufficiency	44(67.7)	21(60.0)	
Stenoin insufficiency	21(32.3)	1(31.4)	n.s.
Stenosis	-	3(8.6)	
Associated lesions(%) :	27(41.5)	13(37.1)	n.s.
Combined surgery(%) :	27(41.5)	12(34.3)	n.s.
Operative mortality(%) :	7(10.8)	1(2.9)	n.s.
Early survivors :	58	34	
Follow-up :			
Total(patient-years)	271.2	136.1	
Mean±SD(years)	4.68±2.93	4.00±2.14	n.s.
Complication(% /pt-yr) :			
Thromboembolism	1.475	0.735	n.s.
Bleeding	0.369	0.735	n.s.
Endocarditis	1.475	2.204	n.s.
Overall valve failure	3.319	2.204	n.s.
Primary tissue failure	1.475	-	n.s.

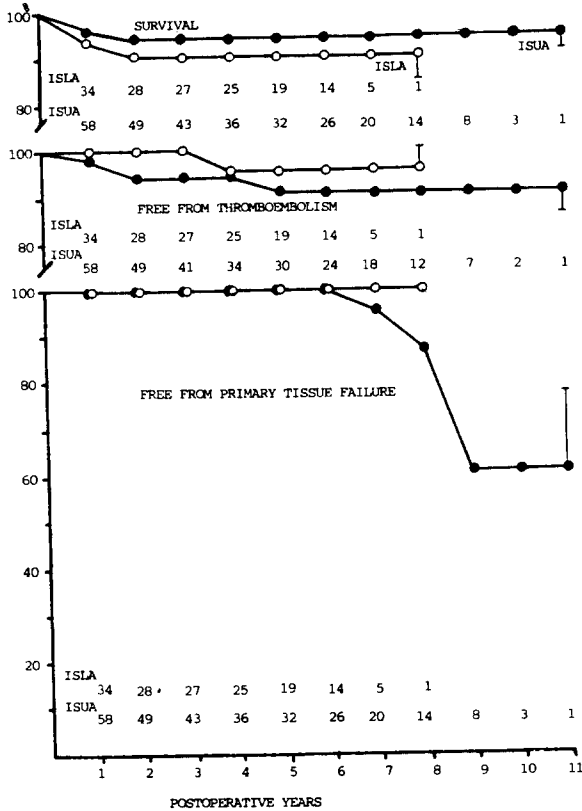


Fig. 1. Actuarial survival and probabilities of freedom from thromboembolism and from primary tissue failure. Vertical lines indicate one standard error of mean.

차이가 있을 것이라 추측하였다. 돈대동맥판막은 판막 제작과정상 판막의 형태만이 변화되지 않을 뿐 본래의 돈대동맥판으로서의 물리화학적 또한 생물학적 특성은 크게 바뀌어 대동맥판의 원초적 특성은 모두 상실됨에 반하여 심낭조직판막은 전적으로 인공설계여서 기본형태를 기능개선을 위하여 변동할 수 있다고 하였다.

이오네스큐판막의 조기성적은 일차성조직실패의 빈도가 낮다고 보고되었다. Reul등⁴⁾은 술후5년의 추적에서 일차성조직실패없는 빈도를 대동맥판치환후 82%와 승모판치환후 87% 그리고 중복판막치환후 93%라고 하였으며 Gonzalez-Lavin등⁵⁾은 대동맥판막치환에서 술후5년에 96%였다고 하였다. Brais등⁶⁾도 유사한 성적을 보고하였다. 서울대학교병원에서의 경험²⁰⁾도 극히 유사하여 술후5~6년까지는 일차성조직실패없는 빈도가 높았으며 종합적판막실패없는 빈도도

80%보다 높았다. 그러나 한편으로는 예외적으로 승모 판을 표준형판막으로 치환한 환자군에서 술후6년에 일차성조직실패없는 빈도가 60%에 불과하였다는 Gabbay등⁷⁾의 보고도 있다. 그후에 발표된 보고들^{8,9)}에서도 술후5~6년 부터는 판막기능의 진행성 장애가 시작된다고 하였다. 이러한 경향은 표준형이오네스큐판막의 내구성을 분석한 일련의 우리 경험에서도 현저하였다²¹⁾.

전술한 개념하에 표준형이오네스큐판막은 여러 수정이 가해져 단고형 판막으로 시판되게 되었으며 혈류 역동학적 개선¹⁰⁾과 실험실내 기계적 내구성의 연장³⁾을 얻었다고 알려졌다. 그러나 그후 보고는 임상적 추적과 피로유발시험에서 단고형판막에서도 표준형판막에서 본 바와 같은 일차성조직실패가 일어난다고 하였으며¹¹⁾ 후속하는 임상보고에서도 단고형판막의 일차성 조직실패빈도가 표준형판막에서의 그것과 유사하였다¹²⁾.

이오네스큐판막의 일차성조직실패의 기전에 대한 분석보고의 수는 적다. 이오네스큐판막이 다른 조직판막과 유사하게 석회화되며 나이 어린 환자에서는 가속적인 석회화가 일어난다고 되풀이 관찰보고되었다^{14, 15)}. 그러나 성인에서의 이 판막의 내구성과 판막실패의 기전에는 의문점이 많으며 성인에서도 석회화가 일차성조직실패의 주요양상이지만 판엽의 단열이 이오네스큐판막실패에 중요한 기전이 된다고 알려졌다^{11, 13, 16)}. 이들 보고에서의 판엽단열이 있던 환자의 수술 당시의 연령은 30세이상이고 대상환자의 평균연령은 56~63세의 범위에 있었다. 또한 표준형과 단고형 이오네스큐판막간에 실패양상의 차이는 없었다. 다른 임상보고들도 표준형이거나 단고형이거나 판엽의 마모와 단열이 주된 실패양상이라고 강조하였다. 그러나 서울대학교병원에서의 표준형 이오네스큐판막의 재치환수술환자에서 본 일차성조직실패양상은 일부 판엽의 마모와 단열이 있으나 주된 실패 양상이 석회화변성으로 적출한 판막 27개중 26개에서 석회화병소가 있었으며 판막의 85%가 판엽의 경화를 보였다²²⁾. 표준형이오네스큐판막으로 대동맥판을 치환한 환자의 장기임상추적보고¹⁷⁾에서는 판막실패의 주요원인이 석회화라고 하였고 대상환자의 평균연령은 62.5세였으나 연령범위는 17~86세로 넓었다. 또한 이들의 보고에서의 일차성조직실패없는 빈도는 술후5년에 90.7±2.3%였으나 술후7년에는 83.3±3.5%이고 술후10년에는

58.1±10.2%로 낮아졌다. 이와 같이 연장된 추적은 서울대학교병원에서도 시행하였으며¹⁹⁾ 일차성조직실폐 없는 빈도가 이들의 보고와 극히 유사하여 술후5년에 100.0%였으며 술후8년에 87.3±8.6%이고 술후10년에는 60.4±16.9%였다. 다만 환자연령이 낮아 9~61세의 범위에 있고 평균은 30.9세였다.

이오네스큐판막은 장기임상성적을 분석한 최근의 보고¹⁸⁾에서는 환자연령이 92%에서 40세이상이고 평균 57.8세였으며 판막의 구조적실폐없는 빈도가 대동맥판막치환후 10년에 48±7%와 승모판치환후 10년에 44±15%였으며 중복판막치환후에는 79±11%였다. 또한 전체적으로 표준형판막에서는 술후5년에 93±1%이고 단고형판막에서는 99±1%였으나 술후10년에는 표준형판막에서 47±7%로 낮아졌다. 단고형판막의 추적기간이 짧아 장기내구성을 판정하기엔 불충분하다면서 단고형판막이 술후5년에는 통계학적으로 유의한 개선을 보이거나 이런 장점이 술후6년에는 소실됨이 분명하다고 하였다. 이러한 경향은 서울대학교병원에서의 경험과도 극히 부합되는 바로 표준형이오네스큐판막을 사용하여 승모판을 치환하였을 때에 보아 술후5년의 일차성조직실폐없는 빈도가 96.7±1.4%이다가 술후9년에는 84.2±3.8%이고 술후10년에는 28.1±23.0%였으며 단고형판막을 사용하였을 때에는 술후5년에 99.0±1%이고 술후8년에는 95.9±3.4%였다. 한편 대동맥판치환수술에서는 표준형이오네스큐판막을 사용하였을 때 술후5년에 100%이고 술후10년과 11년에 60.4±16.9%였으며 본연구에서 본 단고형판막을 사용하였을 때는 술후8년까지의 추적에서 일차성조직실폐례가 없어 100%를 유지하였다. 그러나 본연구의 추적말이후에 1례의 환자가 술후7년에 판막의 마모와 단열로 재치환수술을 요하였으며 적출판막에 석회화 병소는 없었다.

위와 같은 우리의 경험에서 본 결과가 표준형이오네스큐판막의 개선으로 이루어 졌다는 단고형이오네스큐판막의 내구성의 개선때문인지 또는 승모판치환군과 대동맥판치환군에서 본 단고형판막사용환자의 연령이 표준형판막사용환자에서 보다 통계학적으로 유의하게 높아 소아 또는 젊은 연령층의 환자가 적어서 인지를 판정하기는 아직 단고형판막에서의 임상추적이 짧다. 그러나 단고형판막이 술후5~8년까지는 표준형판막에 가까운 내구성을 보였으며 이러한 내구성이 판막의 개선때문인지 또는 이러한 내구성이 곧 소실될

것인지를 평가하려면 적어도 술후 10년까지는 연장된 추적을 기다려야 할듯하다.

결 론

단고형 이오네스큐판막은 표준형판막을 개선하였으며 실험실성적에서 증진된 내구성이 보고되었다. 서울대학교병원에서는 1984년부터 1991년까지 연속적 35례에서 이 판막으로 대동맥판을 단일치환하였다.

수술사망률은 2.9%였으며 조기생존환자를 총 136.1환자년간(평균 4.00±2.14년)추적하였다. 만기사망률은 2.204%/환자년이였다. 추적기간중 3례의 환자에서 판막의 재치환수술을 요하여 종합적판막실폐률은 2.204%/환자년으로 각각 2례의 심내막엽과 1례의 판막주위역류환자였다. 일차성조직실폐환자는 추적기간중에는 없었다. 혈전전색, 출혈 및 심내막염의 합병증 발생률은 추적8년에 각각 0.735%/환자년, 0.735%/환자년과 2.204%/환자년이였다. 술후 8년의 생존률은 90.4%±5.3%이고 전색합병증 및 재치환수술없는 빈도는 술후8년에 각각 95.6%±4.4%와 88.2%±6.7%였다.

단고형이오네스큐판막이 술후8년까지는 표준형판막에 필적하는 좋은 임상적결과를 보였으나 내구성을 판정하려면 적어도 10년이상 연장된 추적이 필요할듯하다.

REFERENCES

1. Edmunds LHJr, Clark RE, Cohn LH, Miller DC, Weisel RD : *Guidelines for reporting morbidity and mortality after cardiac valve operations. J Thorac Cardiovasc Surg* 1988 ; 96 : 351 - 353
2. Oyer PE, Stinson EB, Reitz BA, Miller DC, Rossiter DJ, Shumway NE : *Long-term evaluation of the porcine xenograft bioprosthesis. J Thorac Cardiovasc Surg* 1978 ; 78 : 343 - 350
3. Ionescu MI, Silvertown NP, Chidambaram M, Tandon AP : *Clinical durability of the pericardial xenograft heart valve - eleven and one-half years' experience. Cardiac Prostheses Symposium, Pebble Beach, Calif, Aug 30-31, 1982, pp91-108*
4. Reul GJ, Cooley DA, Duncan JM et al : *Valve failure with the Ionescu-Shiley bovine pericardial bioprosthesis : analysis of 2680 patients. J Vasc*

- Surg* 1985 ; 2 : 192-204
5. Gonzalez-Lavin L, Chi S, Blair TC, Jung JY, Fabaz AG, McFadden PM, Lewis B, Daughters G : *Five-year experience with the Ionescu-Shiley pericardial valve in the aortic position.* *Ann Thorac Surg* 1983 ; 36 : 270-280
 6. Brais MP, Bedard JB, Goldstein W, Koshal A, Keon WJ : *Ionescu-Shiley pericardial xenografts : follow-up of up to six years.* *Ann Thorac Surg* 1985 ; 39 : 105-111
 7. Gabbay S, Bortolotti U, Wasserman F, Tindel N, Factor SM, Frater RWM : *Long-term follow-up of the Ionescu-Shiley pericardial xenograft.* *J Thorac Cardiovasc Surg* 1984 ; 88 : 758-763
 8. Gallo I, Nistal F, Arbe E, Artinano E : *Comparative study of primary tissue failure between porcine(Hancock and Carpentier-Edwards) and bovine pericardial(Ionescu-Shiley) bioprostheses in the aortic position at 5-9 year follow-up.* *Am J Cardiol* 1988 ; 61 : 812-816
 9. Nistal F, Garcia-Satue E, Artinano E, Duran CMG, Gallo I : *Comparative study of primary tissue valve failure between Ionescu-Shiley pericardial and Hancock porcine valves in the aortic position.* *Am J Cardiol* 1986 ; 57 : 161-164
 10. Tandon AP, Silvertown NP, Smith DR, Coulon PL, Ionescu MI : *Long-term and sequential hemodynamic investigations in patients with Ionescu-Shiley pericardial xenograft heart valves.* *Cardiac Prostheses Symposium, Pebble Beach, Calif, Aug 30-31, 1982, pp193-211*
 11. Wheatley DJ, Fisher J, Reece IJ, Spyt T, Breze P : *Primary tissue failure in pericardial heart valves.* *J Thorac Cardiovasc Surg* 1987 ; 94 : 367-374
 12. Daenen W, Noyex L, Lesaffre E, Goffin Y, Stalpaert G : *The Ionescu-Shiley pericardial valve : results in 473 patients.* *Ann Thorac Surg* 1988 ; 46 : 536-541
 13. Walley VM, Keon WJ : *Pattern of failure in Ionescu-Shiley bovine pericardial bioprosthetic valves.* *J Thorac Cardiovasc Surg* 1987 ; 93 : 925-933
 14. Galioto FM, Midgley FM, Kapur S, Perry LW, Watson DC, Shapiro SR, Ruckman RN, Scott LP : *Early failures of Ionescu-Shiley bioprosthesis after mitral valve replacement in children.* *J Thorac Cardiovasc Surg* 1982 ; 83 : 306-310
 15. Walker WE, Duncan JM, Frazier OH Jr, Livesay JJ, Ott DA, Reul GJ, Cooley DA : *Early experience with the Ionescu-Shiley pericardial xenograft valve.* *J Thorac Cardiovasc Surg* 1983 ; 86 : 570-575
 16. Gabbay S, Kadam P, Factor S, Cheung TK : *Do heart valve bioprostheses degenerate for metabolic or mechanical reasons?* *J Thorac Cardiovasc Surg* 1988 ; 95 : 208-215
 17. Gonzalez-Lavin L, Gonzalez-Lavin J, Chi S, Lewis B, Amini S, Graf D : *The pericardial valve in the aortic position ten years later.* *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991 ; 101 : 75-80
 18. Masters RG, Pipe AL, Bedard JP, Brais MP, Goldstein WG, Koshal A, Keon WL : *Long-term clinical results with the Ionescu-Shiley pericardial xenograft.* *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991 ; 101 : 81-89
 19. 金暎泰, 金鍾煥 : 이오네스큐大動脈瓣膜의 耐久性. 大韓胸外誌, 1991 ; 24 : 656-662
 20. 金鍾煥 : 異種組織瓣膜의 長期臨床成績, 大韓胸外誌 1987 ; 20 : 289-299
 21. 金鍾煥 : 異種組織瓣膜의 耐久性, 大韓胸外誌 1992 ; 25 : 494-503
 22. 金鍾煥 : 異種組織瓣膜의 再置換手術 大韓胸外誌 1988 ; 21 : 619-629