

개심술 치험 보고

- 12 예 -

최형호 · 김종진 · 임진수 · 유시원 · 장정수 · 이종국

- Abstract -

Clinical Experience of Open Heart Surgery - 12 Cases -

H.H. Choi, M.D., J.J. Kim, M.D., J.S. Lim, M.D.,
J.S. Chang, M.D., C.K. Lee, M.D.

The report is concerned to our experience of 12 cases of open heart surgery under the extracorporeal circulation at the Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Chosun University Hospital during the period between Nover, 1979 and April, 1983.

1. There were 4 cases of congenital anomaly and 8 cases of acquired heart disease.
2. There were 6 male and 6 female patients with a mean age of 20 years. (range 9 to 33 years).
3. The cases induced 2 ventricular septal defect, 2 atrial septal defects and 8 acquired valvular heart diseases.
4. The surgical managements were 2 primary repair for atrial septal defect and 2 patch closure for ventricular septal defect, 1 triple valve replacement (AVR MVR TVR), 1 aortic valve replacement, 4 double valve replacement (AVR MVR) and 2 open mitral commissurotomy for pure mitral stenosis.
5. The average cardiopulmonary bypass time was 61.5 minutes for congenital heart disease and 201.4 minutes for acquired valvular heart disease and the average aortic cross clamping time was 36.75 minutes for the former and 165.6 minutes for the latter.
6. Postoperatively, there were 1 Alopecia, 1 Electric bure and 1 wound infection as complication.
7. Overall operative mortality was 8.3%.
8. All patients received valve replacement were recommended anticoagulation with persantin.

I. 서 론

구멍이나 근치, 증상의 개선, 합병증 발생의 예방등의 목적을 위해 술전 진단방법 술전 관리 마취 모니터링 및 심근보호를 위한 Cardioplegic solution 및 국소냉각법의 병용 및 개량된 인공심폐를 이용한 체외순환등의 보조

수단 및 수술수기와 술후 집중관리의 진보로 최근심장수술의 성공율을 증가시켜주고 있으며 본 조선대학교의과대학 흉부외과학교실은 1980년 11월 개심술을 시행한 이래 1983년 6월까지 12례의 개심술을 시험하였기에 이에 보고하는 바이다.

II. 관찰대상 및 방법

조선대학교 의과대학 흉부외과학교실

1980년부터 1983년 6월까지 3년 6개월간 조대병

원에서 개심술을 받은 12예의 환자를 대상으로 1) 연령 및 성별분포 2) 심장질환의 분포 3) 수술방법 4) 술 후 합병증 및 경과등을 분석하였다.

Ⅲ. 관찰 성적

1) 연령 및 성별분포

개심술 12례중 선천성 심장질환이 4례 후천성 심장질환이 8례였다. 선천성 심질환 모두 비청색증군이었으며 후천성 심질환 8례는 모두 판막질환이었다. 연령 및 성별분포는 선천성 심장질환의 경우 9세에서 26세로 평균연령 13.5세였으며 후천성 심장질환의 경우 17세에서 33세로 평균연령은 23.25세이며 성별분포는 남 6 여 6이었다 (표 1).

2) 심장질환의 분포

선천성 심질환은 심방중격 결손증 2례 심실중격 결손증 2예이었다. N.Y.H.A의 기능적 분류에 의해 3례는 class III 1예는 class II이었다. 진단은 심도자검사 (O₂ step up, pressure, Qp/Rs, Rp/Rs) 및 심혈관 조영술이었다. 수술방법은 심방중격 결손 2례에서 직접봉합 PDA가 동반된 1예에서는 mu-

ltiple ligation 후 직접봉합 심실중격 결손증 2예에서는 patch 봉합이었다. 후천성 심장질환은 모두 판막질환으로 중복 판막질환이 5예였으며 그중 2예는 삼첨판막 폐쇄부전이 동반되었으며 승모판 협착 2례 대동맥 판막 폐쇄부전이 1예이었다. 술전 검사로 단순흉부 사진상 증례 1, 12에서 심한 심비대 (심흉비 75%)를 보였으며 다른 증례에서도 중등도 심비대를 보였다. 또한 임상적으로 상기 2예에서는 N.Y.H.A. functional class III - IV의 기능장애를 나타내는 울혈성 심부전을 나타냈다. 확진은 전예에서 심도자법 및 심혈관 조영술이었으며 증례 5.7에서는 심에코검사 (M mode)로 확진하였다. 수술은 승모판협착 2예는 직시하 교련절개술을 시행하였고 대동맥판막 폐쇄부전 1예는 Ionescu-shiley 생체판막 (23mm)로 대동맥판치환술을 시행하였으며 중복판막질환 5례중 증례 1은 Ionescu-shiley 생체판막으로 대동맥판막 승모판막 및 삼첨판막치환술을 시행, 증례 8은 Ionescu-shiley 생체판막으로 대동맥판막 승모판막 치환을 시행, 9, 11, 12예에서는 대동맥판막 치환은 Björk shiley, 승모판막 치환은 Ionescu-shiley로 시행하였다.

3) 수술 방법

Table I. Case analysis

Case	Age	Sex	Diagnosis	Treatment	Remark
I	24	F	MSI AI TI	AVR(19mm) MVR(27mm) TVR(27mm)	
2	19	M	AI	AVR(23mm)	
3	9	F	ASD(I°)	Primary repair	
4	9	M	ASD & PDA	Multiple ligation of PDA Primary repair of ASD	
5	27	F	MS	OMC	
6	26	M	VSD	Patch closure of VSD	
7	26	F	MS	OMC	
8	17	M	MSI AI	AVR(19mm) MVR(27mm)	
9	17	F	AI MI	AVR(19mm) MVR(27mm)	
10	10	M	VSD	Patch closure of VSD	
11	33	M	AS MS	AVR(19mm) MVR(27mm)	
12	23	F	ASI MSI TI	AVR(91mm) MVR(27mm) TAP	

인공심폐기로는 Sarn 사제 model 2000, Roiler pump (5 head) 를 사용하였고 산화기로는 Shiley 의 상품명을 가진 기포형 산화기를 사용하였다. 마취는 thiopental sodium 과 근육이완제로 유도한 후 N₂O 및 morphine 을 적당량 투여하여 전신마취를 유도했다.

동맥압은 좌측 요골 동맥압, 중심정맥압은 쇄골하정맥 천자법으로 측정 수 있었다. 체외순환은 상행동맥에 동맥관을 상하공정맥에 정맥관을 삽입하였으며 좌심방 vent 를 이용하였다. 산화기의 충전은 ACD blood 와 Hartman 용액과 5%포도당 용액을 적당하게 혼합하여 혈구용적비 25 ~ 30% 가 되게 하였으며 관류량은 2~2.5 l/min/m² 로 하였다. 이때 산화기의 산소주입량은 관류량과 동일하게 하였다. Heparin 은 등·정맥 Cannula 삽관 직전에 체중 kg 당 2mg 을 우심방에 주입하고 매 시간마다 혈액의 activated coagulation time 을 측정하여 적정량의 protamine 으로 중화하였다. 또한 체외순환에 의한 심폐관류방법은 본 교실에서는 4°C cold Young solution 100ml 를 먼저 대동맥 근부에 80~100 mmHg 압으로 주입하여 rapid arrest 를 시킨 후 다음에 매 30 분 간격으로 4°C G.I.K.σ steroid solution 을 주입하였다.

이때 topical cooling 을 병용하기 위해 slush Hartman 용액을 심장주위에 넣어 심근의 국소냉각을 도모하였다. 또 경우에 따라 대동맥 차단시간이 장시간 예상되는 경우는 중등도 저온법 (28°C) 를 병용하였다. 심정지액은 Young 세 용액과 G.I.K.σ steroid 용액의 병용한 것이 심근 보호에 효과가 있는 것으로 사료되었다(표 2)

Table II. Composition of cardioplegic solution

1. Young's Solution	
Normal saline	100ml
MgSO ₄ · 7H ₂ O	24.6gm
Potassium citrate	8gm
2. G.I.K.σ steroid solution	
5% D/W	100ml
RI	20iu
Kcl	20mEq
Depomedrol	125mg

심폐기 가동 및 대동맥 차단시간은 선천성 심장질환은 평균 76 분이었으며 판막질환중 직시하교련절개술은 106 분이이며 대동맥 치환술은 170 분이이며 중복판막질환은 192.0 분이였다. 그리고 평균동맥혈압은 66.9mmHg 으로 비교적 안정되게 유지되었으며 또한 체외순환중 요량은 2254

ml 로 많았으며 이것은 Cardioplegic solution (G.I.Ks) 이 빠져 나오기 때문이다. 혈뇨는 1 예에서만 보였다(표 3).

Table 3. Physiologic status during Cardiopulmonary bypass

	C-P bypass	ACC(min)	Mean Ape(mmHg)	Urine Vol(ml)
1	198	167	69	1800
	167	123		
2	203	170	70	2500
3	42	11	64.5	750
4	40	20	50	700
5	125	92	71	1250
6	157	120	64.5	1400
7	77	53	68	800
8	267	234	68	4200
9	248	220	65	4500
10	87	63	71.5	1000
11	240	215	70.5	4000
12	208	150	71	4150

4) 슬후 합병증 및 경과

슬후 합병증은 12예중 3예에서 발생하여 25%의 합병증을 나타냈으며 Wound infection, alopecia, electrical burn 각각 1예이었으며 슬후 사망은 1예로 8.3%이며 Triple Valve replacement 한 환자이다. 사망한 예에서는 수술전 충분한 울혈성 심부전 치료를 하였으나 AVR, MVR 후 저심박출증이 동반되었으며 tricuspid insufficiency 로 인한 것으로 생각되어 슬후 1일에 2차수술을 하여 TVR 을 시행하였으나 8시간 후에 사망하였다. 창상감염이 있었던 예에서는 배농 및 2차봉합으로 치유되었다. alopecia 에는 steroid 요법을 시행하였으나 특이하지는 않았다. electrical burn 에서는 right common peroneal nerve damage 에 의해 foot drop 증상이 있었으나 physical therapy 와 brace 착용으로 보행에 지장이 없음. 직시하교련절개술을 제외한 전예에서 흉관 제거 후 Warfarin 과 persantin 으로 1년가량 항응고 치료를 하였으며 증례 11은 대동맥판막에 Vegetation 이 심하였으므로 슬후 2개월간 항생제 요법을 시행하였다.

고 안

1953년 Jefferson 대학의 Gibbon 에 의해 최초로

인공심폐기를 이용한 체외순환으로 심방중격결손증에 대한 개심술의 성공과 1954년 Lillehei의 체외순환을 이용한 심실중격결손증과 활로 4 징증 수술의 성공 후 국내에서는 1970년대부터 활발히 개심술을 시행하고 있으며 본 병원도 Sarn 2000인 5-head roller pump로 1980년 개심술을 시행하였으며 산화기는 수차례의 동물실험에서 Kay-cross형 rotating disc oxygenator를 생리적으로 양호하고 경제적인 이유때문에 사용하였으나 소독 및 조작과정에서 많은 문제점때문에 실제로 임상에서는 Shiley계 기포성 산화기를 사용하였다. 체외순환의 임상응용에 있어서 인공심폐기의 충전액은 혈액의 절감과 대량수혈의 부작용인 출혈성향¹⁾ 혈청감염, 동종혈증후군등²⁾ 합병증과 관류량과 혈액량의 감소에 따라서 결국은 대사성 acidosis로 기울어지고 혈구성분 모두가 괴사변형을 일으켜서 용혈, 응고기능저하 또는 지방전색등을 일으키기 때문에 혈액에 회석액을 첨가하여 충전하는 혈액회석제의 순환법이 고안되었으며³⁾ 본 교실에서도 혈액회석방법을 이용하여 혈구용적이 25~30%가 되게하였다.

이때 발생하는 산·염기의 불균형은 회석액을 혈액가스 분석기로 검토하여 교정하였다⁴⁾ 5). 최근 각종 심장질환에 대한 외과적 교정의 성적이 크게 향상된 때에는 진단기술의 발달, 수술수기의 표준화 심근 보호방법의 개선, 슬후 환자관리 기술의 향상등 여러가지 원인이 있겠으나 최근에는 냉각된 Cardioplegic Solution과 심장의 국소냉각법이 병용되어 실시되고 국내에서도 널리 보급되어 좋은 성적을 얻고 있으며⁶⁾ 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 심근보호법에 이용되는 cold cardioplegic solution에 대해서는 심정지액의 성분 농도 및 주입방법에 관해 각 병원마다 여러가지 견해가 있으며 역사적으로 보면 1955년 Melrose에 의해 potassium cardioplegia가 고안되었으며¹⁴⁾ K⁺의 고농도(250~400mg/l)에 의해 심근의 심한 구조적 손상을 초래하여 사용이 중단되었다가 K⁺ 심정지액이 심근의 산소 소모량을 줄이고 lactate생신이 없으며 관상혈관저항이 감소하고 심근세포의 구조적 변화도 없고 좌심실기능에도 좋은 효과가 있다고 하여 Gay 및 Ebert에 의해 재이용되면서 K⁺농도를 37mg/l 되게 하였다¹⁵⁾ 16), 한편 Young 용액은 K⁺와 Mg⁺⁺양자를 함유하여 비교적 급속한 심정지효과와 membrane stabilizer 및 대사적 제재로서 임상에서 사용하였으나 1956년 그 당시에는 심근을 냉각시킴으로서 대사를 억제시킬 수 있다는 개념이 결여되어 있어서 대동맥 차단시간이 한정되어 있었다. 그후 Shumway에

의해 심근국소냉각법(Topical myocardial cooling)이 임상에 이용되므로써¹⁷⁾ 18), 대동맥 차단시간을 연장할 수 있었으나 국소냉각법만으로 심근 전체의 균일한 냉각을 얻을 수 없었으며 심내막층과 심외막층의 온도 차이가 생기는 결점이 있었으나 그후 Tyers는 냉각된 Cardioplegic solution을 관동맥에 관류시킴으로써 심근의 균등한 냉각효과를 얻어 그것을 개심술에 응용하여 좋은 성적을 얻었다고 보고하였다¹⁹⁾ 20). 본 교실에서는 개심술시 대동맥 차단으로 인한 심근손상을 방지하기 위하여 대동맥 차단후 무혈성분의 심정지액 4℃의 Young solution 100ml를 먼저 대동맥 근부에 80~100mmHg압으로 주입하여 rapid arrest를 시킨 후 다음에 500ml의 GIKs 용액을 주입함으로써 고농도의 K⁺이 GIKs 용액에 씻겨나가 심근손상을 줄일 수 있다고 생각하였으며²¹⁾ 이때 심장주위엔 slush Hartman 용액을 넣어 심근의 국소냉각을 도모하였으며 또 경우에 따라 대동맥 차단시간이 장시간 예상되었던 경우는 중등도 저온법(28℃)를 병용하였다. 체외순환을 순조롭고 안전하게 진행하기 위해서는 heparin을 적정량 투여하여 혈액의 응고를 방지하며 또 protamine을 조화있게 주입하여 heparin을 만족하게 중화하는 것이 필수적이고 heparin에 대한 개체의 반응과 체내 대사속도는 개인에 따라 다르기 때문에 환자의 체중에 기초를 두고 일률적으로 산출한 heparin 양을 사용하였을 때에는 혈액과다 또는 과소 heparin 화하기 쉬운 것이다²²⁾ 23). 그리고 Protamine으로 heparin을 중화시에도 일률적으로 주입한 heparin 총량에 따라 protamine을 투여시에는 heparin의 정확한 중화가 이루어졌다고 보기에는 어렵다. 본 교실에서는 체외순환동안 hemochron을 사용하여 heparin과 protamine의 투여량 결정을 위해 수술 전날 activated coagulation time (ACT)를 측정하여 체외순환시 heparin dose response curve에 의해 heparin과 protamine 투여에 정확성을 기 할수 있어 투여하는 heparin의 양을 줄일 수 있으며 heparin rebound phenomenon이 적고 슬후 출혈이 감소된다²⁴⁾ 25). 심장판막대치술 초창기에는 thromboembolism의 발생빈도는 50%에 달하였으며 항응고제의 투여에도 그 발달빈도는 30% 이었다고 한다²⁶⁾. 그러나 최근 판막구조의 개선, 조직판막의 출현 및 적절한 antithrombotic drug의 투여로 그 발생빈도는 현저히 감소하고 있다. antithrombotic drug는 anticoagulant와 antiplatelet agent로 나눌 수 있으며 양자를 병용하였을 때 좋은 결과를 얻는다고 하였다.

본 교실에서도 흉관 제거후 coumarin (Warfarin) 과

persantin으로 항응고제 치료를 시작하였으며 증례 11에서는 술중 소견상 Vegetation이 심하여 2개월간 항생제요법을 시행하였다.

V. 결 론

조선대학교 의과대학 흉부외과학교실에서는 1980년 12월부터 1983년 6월까지 개심술을 시행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 성별분포는 남자 6례 여자 6례였고 연령은 9세부터 33세까지로 평균연령은 20세이었다.

2) 증례는 선천성 심장질환으로 심실중격결손증 2예, 심방중격결손증 2예이었으며 후천성 심장질환은 8예이며 중복판막질 5예, 대동맥판막폐쇄부전 1예, 승모판막협착 2예이었으며 2예는 삼첨판막 폐쇄부전이 동반되었다.

3) 수술은 심방중격결손은 단순봉합, 심실중격결손은 patch 봉합 그리고 판막질환은 4예에서 중복판막대치(MVR+AVR)를 1예에서는 AVR, 1예에서는 MVR+AVR+TVR이었으며 사용되었던 판막은 Bovine Xenograft (Ionescu-shiley)와 Bjork-shiley Valve로 시행

4) 체외순환시간은 비청색증 심장질환에서는 평균 61.5분, 판막질환에서는 2014분, 대동맥 차단시간은 전자의 경우 36.75 평균 분 후자의 경우 165.6 분이다.

5) 술후 합병증으로는 3예에서 발생하였으며 1예는 창상감염, 1예는 alopecia 1예는 electrical burn이며 중복판막질환중 1예에서 저심박출량으로 사망하였다.

6) 판막대치 6예중 5예에서 Warfarin과 persantin으로 항응고 치료를 하였다.

REFERENCES

- Adams, P.X., Cunningham, J.N., Trahan, N.K., Brazier, J.R., Reed, G.E., and Spencer, F.C. : "Clinical Experience Using Potassium-Induced Cardioplegia with Hypothermia in Aortic Valve Replacement," *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 75:564-568, 1978.
- Barnhorst, D.A., Oxman, H.A., Cornolly, D.C., Pluth, J.R., Danielson, G.K., Wallace, R.B., and McGoon, D.C. : Long term follow up of isolated replacement of the aortic & mitral valve with the starr Edwards prosthesis. *Ann. J. Cardiol.* 35:228, 1975.
- Behrendt D.M. and Jockin K.E. : *Effect of Temperature of Cardioplegic solution* *J.F. thorac Cardiovasc Surge.* 76:353, 1978.
- Bixler, T.J., Gardner, T.J., Flaherty, J.T., Goldman, R.A., and Gott, V.L. : "Effect of Procaine-Induced Cardioplegia on Myocardial Ischemia, Myocardial Edema, and Postarrest Ventricular Function," *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 75:886-893, 1978.
- Bleese, N., Doring, V., Kalmar, P., Pokar, H., Polonius, M.J., Seiner, D., and Rodewald, G. : "Intraoperative Myocardial protection by cardioplegia in hypothermia," *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 75:405-412, 1978.
- Busuttil, R.W., George, W.J., and Hewitt, R.L. : "Protective Effect of Methylprednisolone on the Heart during Ischemic Arrest," *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 70:955-965, 1975.
- Corti, V.R., Bertranou, E.G., Brackstone, E.H., Kirklin, J.W., and Digerness, S.B. : "Cold Cardioplegia Versus Hypothermia for Myocardial Protection," *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 76:577-589, 1978.
- Craver, J.M., Sams, A.B., and Hatcher, C.R., : "Potassium-Induced Cardioplegia," *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 66:731-741, 1973.
- Griep, R.B., Stinson, E.B., and Shumway, N.E. : "Profound Local Hypothermia for Myocardial Protection during Open Heart Surgery," *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 66:731-741, 1973.
- Engedal H, Skagseth E, Saetersdalts, and Myklebust R : *Cardiac hypothermia evaluated by Ultrastructural studies in man.* *J. Thorac. Cardiovasc.* 75:548, 1978.
- Follette D.M., Mulder D.G., Maloney J.V., and Buckberg G.D. : *Advantages of blood Cardioplegia over coronary perfusion of intermittent Ischemia* *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 76:604, 1978.
- Hewitt, R.L., Lolley, D.M., Adrouny, G.A., and Theodore Drapanas, : "Protective Effect of Glycogen and Glucose on the Anoxic Arrested Heart," *Surg.* 75:1-10, 1974.
- Ionescu MI et al : *Heart Valve replacement with Ionescu-shiley Pericardial Xenograft,* *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 73(1):31, 1977.
- Ionescu, M.I., and Wooler, G.H. : "Current Techniques " *Extracorporeal Circulation,* London:

- Butterworths Co. 1976, p.321-341.*
15. Klaus, Fey, D.F., Mulder, D., Maloney, J.V., and Buckberg, G.D. : "Prolonged Safe Aortic Clamping by Combining Membrane Stabilization, Multidose Cardioplegia and Appropriate pH Re-Perfusion", *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 74:682-694, 1977.
 16. Morgan, H.E., Henderson, H.J., Regen, M.D., and Park, C.R. : "Regulation of Glucose Uptake in Muscle," *J. Biol. Chem.* 236:253-261, 1961.
 17. 이영균, 서경필 : 심장질환의 외과적 요법에 관한 연구. 11, 후천성 심장질환 1, 관막대치 이식수술. 대한흉부외과학회지, 10:315, 1977
 18. 이영균 외 : 인공 심장판막에 의한 심장질환 수술에 관한 연구. 대한흉부외과학회지, 11 : 501, 1978
 19. Lolley, D.M., Hewitt, R.L., and Drapanas, T. : "Retroperfusion of the Heart with a Solution of Glucose, Insulin, and Potassium during Anoxic Arrest," *J. Thorac. Surg.* 67:364-370, 1974.
 20. Salerno, T.A., Masan, S.M. and Charrette, J.P. : "Local Cardiac Hypothermia; Experimental Comparison of Shumway's Technique and Perfusion Cooling," *Ann. Thorac. Surg.* 27:17-23, 1979.
 22. Sealy, W.C., Young, W.G., Brown, I.W., Harris, J.S., and Merritt, D.H. : "Potassium Magnesium, and Neostigmine for Controlled Cardioplegia," *J. Thorac. Surg.* 37:655-650.
 23. 서경필, 양기민 : 중북 심장판막 이식의 임상적 고찰 63예 보고. 대한흉부외과학회지, 13(4), 405-413, 12, 1980
 24. Roe, B.B., Hutchinson, J.C., Fishman, N.H., Ulllyot, D.J., and Smith, D.L. : "Myocardial Protection with Cold, Ischemic, Potassium-Induced Cardioplegia," *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 73:366-374, 1977.
 25. Sondergaard, T., Berg, E., Staffeldt, I., and Szczepanski, K. : "Cardioplegic Cardiac Arrest in Aortic Surgery," *J. Cardiovasc. Surg.* 16:288-290, 1975.
 26. Spencer, F.C., Reed, G.E., Clauss, R.H., Ticee, D.A., and Repert, E.H. : "Cloth covered aortic and mitral valve prestheses." *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 59:92, 1970.
 27. Sunamori, M. : "Protective Effect of Betamethasone on Subendocardial Ischemia after the Cardiopulmonary Bypass," *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 19:291-309, 1978.
 28. Toyama, M., and Reis, R.L. : "Effects of Myocardial Ischemia on Ventricular Compliance," *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 70:458-465, 1975.
 29. Tyers, G.F.O., Hughes, H.C., Todd, G.J., Williams, D.R., Andrews, E.J., Prophet, G.A., and Waldhausen, J.A. : "Protection from Ischemic Cardiac Arrest by Coronary Perfusion with Cold Ringer's Lactate Solution," *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 67:411-418, 1974.
 30. Tyers, G.F.O., Manley, N.J., Williams, E.H., Shaffer, C.W., Williams, D.R., and Kurusz, M. : "Preliminary Clinical Experience with Isotonic Hypothermic Potassium-Induced Arrest," *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 74:674-681, 1977.
 31. Tyers, G.F.O., Williams, E.H., Hughes, H.C., and Todd, G.J. : "Effect of perfusate Temperature on Myocardial Protection from Ischemia," *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 73(5):760-771, 1977.
 32. Wada, J., Natsuaki, M., Nagara, H., Oteki, H., Kurosawa, H., Kitamura, N. and Hashimoto, A. : "Clinical Evaluation for the Effect of Cold Cardioplegic Solution on Myocardial Protection," *J. Jap Assoc. Thorac. Surg.* 28:53-61, 1980.
 33. Young, W.G., Sealy, W.C., Brown, I.W., Hewitt, W.C., Callaway, H.A., Merritt, D.H., and Harris, J.S. : "A Method for Controlled Cardiac Arrest as an Adjunct to Open Heart Surgery," *J. Thorac. Surg.* 31:604-611, 1956.