

## 좌심실비대증이 동반된 환자의 개심술시 Verapamil 심정지액이 심근기능 보존에 미치는 영향

연세대학교 의과대학 마취과학교실, \*인하대학교 의과대학 마취과학교실

박원선 · 궤영란 · 이춘수\* · 김진호 · 강원철 · 홍용우

- Abstract -

### Effects of Verapamil Cardioplegia on the Hypertrophied Left Ventricle Undergoing Cardiopulmonary Bypass

Won Sun Park, M.D., Young-Lan Kwak, M.D., Chun-Soo Lee, M.D.\*  
Jin-Ho Kim, M.D., Won Cheol Kang, M.D.  
and Yong-Woo Hong, M.D.

Department of Anesthesiology, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea;

\*Department of Anesthesiology, Inha University College of Medicine, Incheon, Korea

**Background:** Verapamil, a calcium channel blocker, is known to protect the myocardium against ischemia and reperfusion injury. The hypertrophied myocardium is at greater risk for ischemic damage compared to the normal heart during cardiopulmonary bypass (CPB). We evaluated the myocardial protective effect of verapamil cardioplegia on the hypertrophied left ventricle during CPB.

**Methods:** Seventeen patients with end-diastolic anterior wall thickness (DAWT) greater than 11 mm in an M-mode echocardiogram were consented to participate in this study. Patients were randomized to receive either standard hyperkalemic blood cardioplegic solution (n = 8) or the same solution with verapamil (n = 9). End systolic anterior wall thickness (SAWT) and DAWT were measured by an M-mode echocardiogram and the left ventricular ejection fraction (LVEF) was calculated with a 2-dimension echocardiogram before and after CPB. Simultaneously, hemodynamic variables were measured.

**Results:** There was no significant difference of DAWT and LVEF between both groups before and after CPB. DAWT was increased after CPB but this increase was attenuated by verapamil in patients with LVH. LVEF was decreased in both groups after CPB and the decrease in the verapamil group was not statistically significant but in the control group. Cardiac index and stroke volume index didn't show any significant differences between the two groups after CPB, either.

**Conclusions:** DAWT increased which means myocardial edema was significant in patients with LVH; however, a verapamil cardioplegic solution decreased the amount of increase in DAWT. However, the

논문접수일 : 2000년 10월 2일

책임저자 : 궤영란, 서울시 서대문구 신촌동 134, 연세의료원 마취과, 우편번호: 120-752

Tel: 02-361-7224, Fax: 02-364-2951, E-mail: ylkwak@yumc.yonsei.ac.kr

본 연구는 1998년도 연세대학교 연구강사 지원 연구비를 받아 이루어진 것임.

verapamil cardioplegic solution didn't improve the hypertrophied ventricular systolic function after CPB.  
(Korean J Anesthesiol 2000; 39: 804~810)

**Key Words:** Heart: myocardial protection; ventricular hypertrophy; verapamil cardioplegia. Monitoring: transesophageal echocardiography. Surgery: cardiac.

## 서 론

고혈압이나 심한 대동맥 판막 협착증 등으로 비후된 좌심실은 심근 세포 용적의 증가에 따라 평상시에도 산소 소모량이 증가되어 있을 뿐 아니라<sup>1,2)</sup> 관상 동맥의 모세혈관에 대한 심근 세포 비율과 심근 세포내 거리 증가로 인하여 심장 수술 동안 전반적인 허혈 조건에서 좌심실 비대증이 없는 심장과 비교할 때 허혈성 손상을 받기 쉽다고 알려져 있다.<sup>3)</sup> 또한 심근의 비대와 간질의 섬유화로 인하여 심근의 경직도가 증가되어 심근의 산소 균형이 맞지 않을 때에는 심장의 기능 부전이 올 수 있다.<sup>4)</sup> 따라서 좌심실비대증이 동반된 환자의 개심술시 심근의 기능을 보존하는 것은 치료적 측면에서 중요한 문제이다. 체외 순환과 관련되어 일어나는 대부분의 심근 손상은 산소 공급의 불균형에 의한 심근의 허혈과 재관류시 심근 세포내 칼슘 이온의 축적 때문인 것으로 알려져 있다. Verapamil은 칼슘 통로 차단제로서 전반적인 허혈성 손상으로부터 심근의 기능을 보존하는 것으로 알려져 있으나 이들 연구의 대부분이 체외순환하의 동물 실험이거나 정상적인 심근 구조를 가진 환자나 또는 구강으로 장기간 약제를 복용한 환자에서의 효과를 살펴본 것이었다.<sup>5-9)</sup> 구강으로 장기간 verapamil을 복용한 환자에서 좌심실의 비대 정도가 감소하고 유병률 및 사망률과 허혈성 심장질환의 진행이 완화됨은 이미 여러 보고들을 통하여 입증되었으며<sup>10,11)</sup> 동물실험에서 verapamil을 심정지액에 혼합하여 사용한 경우 체외순환 후 나타나는 좌심실부전의 정도가 완화되고 좌심실 기능을 보존하는데 도움을 얻을 수 있었다는 것이 그간의 연구 결과들이었다.<sup>7,12)</sup> 이에 본 연구에서는 좌심실비대증이 동반된 환자에서 verapamil을 심정지액에 추가한 후 경식도심초음파(transesophageal echocardiogram)를 이용하여 좌심실박출분율과 수축기 및 이완기의 좌심실 전벽(anterior wall of left ventricle)의 두께변화

를 측정함과 동시에 폐동맥 카테테르를 이용하여 혈역학적 변화를 관찰하여 verapamil 심정지액이 체외 순환시 좌심실 기능을 보존하는데 효과가 있는가를 살펴보고자 하였다.

## 대상 및 방법

본 심장혈관센터에서 판막대치술을 시행 받는 17명의 성인환자를 대상으로 환자의 동의하에 본 연구를 진행하였다. 술 전 경폐심초음파로 M-mode에서 측정된 이완기말 좌심실 전벽의 두께가 11 mm 이상인 좌심실 비대증이 있으면서 국소적 심근운동이상(regional wall motion abnormality)이 관찰되지 않는 환자를 대상으로 하였으며 수술의 시행이 좌심실기능의 회복과 밀접한 관계를 갖고 있는 관상동맥질환 환자들은 본 연구에서 제외하였다. 환자들은 수술실에 도착한 후 무작위로 verapamil을 심정지액에 첨가한 verapamil군(n = 9)과 첨가하지 않은 대조군(n = 8)으로 나누어졌으며 환자들의 분포와 시행 받은 수술내용은 Table 1과 같다.

수술실 도착 1시간 전에 morphine 0.1 mg/kg을 근주하였으며 digoxin 및 이뇨제를 제외한 모든 심장약을 평상대로 수술 당일날 아침까지 투약하였다. 수술실에 도착한 후 심전도와 맥박 산소 제측기를 부착하고 국소 마취 하에 20 gauge 도관으로 요골동맥을 천자 하여 지속적으로 혈압을 감시하였으며 우측 내경정맥을 통해 폐동맥 카테테르를 삽입하여 폐동맥압 및 중심정맥압을 감시하고 심박출량을 측정하였다. 심박출량의 측정은 열 희석법을 이용하였으며 3회 측정하여 평균값을 구하였고 평균값의 상하 10%를 벗어나는 값은 측정치에서 제외하였다. 심전도는 5개의 lead를 붙여 lead I, II, III, avF, avL, avR, V<sub>5</sub>를 볼 수 있도록 하였으며 lead II와 V<sub>5</sub>를 지속적으로 감시하였다. 마취 유도는 midazolam 2.5 mg, fentanyl 10-30 µg/kg, pancuronium 혹은 vecuronium 8 mg으로 하였고, 마취 유지는 fentanyl 및 저농

도의 isoflurane으로 하였다. 기관내 삽관 후 경식도심 초음파의 이용을 위하여 7-MHz phased-array 경식도심 초음파 probe (Acuson TE-V5M, Acuson, USA)를 식도 내로 삽입하고(45-50 cm 정도), echocardiographic system (Acuson TE-V5M, Acuson, USA)에 연결하였다.

체외순환은 비박동성관류법(nonpulsatile perfusion)을 이용하였으며 모든 환자의 체외순환 중의 체온은 32-33°C 사이에서 유지되었다. 심정지액은 5% dextrose 1L에 중탄산나트륨 28 mEq, 20% mannitol 25 cc, CPD 용액 50 cc를 혼합하여 만든 후 고칼륨심정지액에는 80 mEq/L의 KCl을 저칼륨심정지액에는 30 mEq/L의 KCl과 50% dextrose 20 cc/L를 각각 첨가하였다. 심정지액은 심폐회로내의 혈액과 1:4의 비율로 혼합된 후 심폐회로기의 심정지액 주입로를 통하여 주입되었으며 대동맥경자 후 심정지를 유도할 때는 고칼륨심정지액을, 이후로는 저칼륨심정지액을 주입하였다. Verapamil의 사용용량은 환자 체중당 0.1 mg에 해당하는 양의 verapamil을 절반씩 고칼륨심정지액과 저칼륨심정지액에 섞은 후<sup>4,7-9</sup> 체외순환이 종료된 후 들어간 총 심정지액의 양을 갖고 계산하였다.

피부 절개가 들어가기 전과 체외순환을 종료하고 프로타민으로 해파린을 중화시킨 후에 맥박과 혈압, 폐동맥압, 심박출지수 등의 혈액학적 수치를 기록하였다. 이와 동시에 경식도심초음파를 이용하여 2-dimension mode에서 좌심실의 mid-papillary level의 short axis view를 찾아 probe를 고정된 후 수축기말과 이완기말의 좌심실의 면적을 구하여 좌심실박출분율을 계산하였으며 동일 위치에서 심초음파의 mode를 M-mode로 변환시킨 후 수축기말과 이완기말의 좌심실 전벽의 두께를 측정하였다. 모든 환자에서 심초음파상의 변수측정은 verapamil 처치 여부를 알지 못하는 한 명의 마취과 의사에 의해 이루어졌다. 통계학적인 처리는 양 군내의 비교는 paired Student's t-test를 양군간의 비교는 unpaired Student's t-test를 이용하였다. 모든 통계 결과는  $P < 0.05$ 일 때 의미 있는 것으로 간주하였다.

## 결 과

대조군과 verapamil군 간의 체외 순환 시간, 대동맥 절찰 시간은 통계학적으로 유의한 차이는 없었으며(Table 1) verapamil군에서 심정지액을 통해 주입된

verapamil의 평균 용량은  $22.7 \pm 3.4 \mu\text{g/kg}$  (18-28.9  $\mu\text{g/kg}$ )이었다.

체외순환 후의 혈액학적지수들 또한 양 군 간에 의미 있는 차이가 없었다. 두 군 모두에서 맥박수가 체외순환 후 의미 있게 증가하였으며 평균폐동맥압과 폐모세혈관폐기압은 의미 있게 감소하였다. 심박출지수와 일회 심박출지수는 양 군 모두에서 체외순환 전, 후로 유의한 변화가 없었다(Table 2).

경식도심초음파를 이용하여 측정한 좌심실박출분율, 이완기말 및 수축기말 좌심실 면적과 이완기말 좌심실 전벽의 두께는 체외순환 전·후로 대조군과 verapamil군 간에 의미있는 차이를 보이지 않았다. 체외순환 후 좌심실박출분율은 대조군과 verapamil군에서 모두 감소하였으나 대조군에서의 감소만이 통계학적으로 유의한 것으로 나타났다. 이완기말 좌심실의 면적은 양 군에서 모두 체외순환 후에 의미 있게 감소하였으며 수축기말 좌심실 면적은 두 군 모두에서 체외 순환에 따른 변화를 관찰할 수 없었다. 체외 순환 후 대조군에서는 이완기말 좌심실 전벽의 두께가 유의하게 증가하였으나 verapamil군에서는 의미 있는 변화를 보이지 않았으며 좌심실 전벽의 두께의 증가 정도 또한 대조군에서는  $122.2 \pm 17.8\%$ , verapamil군에서는  $105.7 \pm 10.4\%$ 로 군간의 유의한

Table 1. Demographic Data of the Patients

	Control	Verapamil
Cases	8	9
Age (yr)	$59.8 \pm 15.8$	$61.9 \pm 10.3$
Sex (m/f)	4 / 4	5 / 4
BSA ( $\text{m}^2$ )	$1.6 \pm 0.2$	$1.7 \pm 0.2$
CPB (min)	$141.5 \pm 40.0$	$116.1 \pm 24.5$
ACC (min)	$101.4 \pm 30.4$	$84.7 \pm 21.7$
Procedures		
AVR	5	8
DVR	3	1

Values are mean  $\pm$  SD. Control: patients perfused with blood cardioplegia without verapamil, Verapamil: patients perfused with blood cardioplegia containing verapamil, BSA: body surface area, CPB: duration of cardiopulmonary bypass, ACC: duration of aortic cross clamp, AVR: aortic valve replacement, DVR: double valve replacement.

Table 2. Effect of Verapamil Cardioplegia on the Hemodynamics

	Control (n = 8)		Verapamil (n = 9)	
	Pre CPB	Post CPB	Pre CPB	Post CPB
HR (beats/min)	67.3 ± 6.3	83.9 ± 7.6	70.6 ± 13.7	92.7 ± 8.0* <sup>†</sup>
MBP (mmHg)	78.6 ± 10.9	75.5 ± 5.6	91.6 ± 10.3 <sup>†</sup>	75.8 ± 6.3*
MPAP (mmHg)	25.4 ± 5.4	17.4 ± 3.4	25.8 ± 8.7	18.4 ± 4.2
PCWP (mmHg)	17.3 ± 4.3	11.4 ± 3.3*	18.0 ± 7.2	12.0 ± 4.8*
CVP (mmHg)	7.8 ± 2.9	7.8 ± 3.2	10.2 ± 3.8	9.7 ± 3.6
CI (L/min/m <sup>2</sup> )	2.6 ± 0.5	3.5 ± 1.2	3.2 ± 1.6	3.3 ± 1.0
SVI (ml/beat/m <sup>2</sup> )	38.5 ± 7.6	42.1 ± 13.6	45.9 ± 21.5	35.7 ± 9.2
SVRI (dyne · sec · m <sup>2</sup> /cm <sup>5</sup> )	2295.4 ± 638.8	1684.8 ± 547.4	2398.8 ± 988.4	1776.0 ± 781.7

Values are mean ± SD. Control: patients perfused with blood cardioplegia without verapamil, Verapamil: patients perfused with blood cardioplegia containing verapamil, Pre CPB: before cardiopulmonary bypass, Post CPB: after cardiopulmonary bypass, HR: heart rate, MBP: mean arterial pressure, MPAP: mean pulmonary arterial pressure, PCWP: pulmonary capillary wedge pressure, CVP: central venous pressure, CI: cardiac index, SVI: stroke volume index, SVRI: systemic vascular resistance index. \*: P < 0.05 compared with pre CPB values, <sup>†</sup>: P < 0.05 compared with control group.

Table 3. Left Ventricular Function Measured by Transesophageal Echocardiography

	Control (n = 8)		Verapamil (n = 9)	
	Pre CPB	Post CPB	Pre CPB	Post CPB
EF (%)	64.0 ± 16.9	55.2 ± 16.6*	59.1 ± 12.0	54.2 ± 11.0
LVEDA (mm <sup>2</sup> )	27.9 ± 8.8	21.4 ± 7.7*	25.1 ± 3.1	18.2 ± 3.2*
LVEA (mm <sup>2</sup> )	14.3 ± 6.1	14.1 ± 6.7	12.4 ± 3.3	10.2 ± 2.6
D-th (mm)	14.3 ± 3.6	17.3 ± 3.6*	16.2 ± 3.0	17.1 ± 3.8
Ratio (%)		122.2 ± 17.8		105.7 ± 10.4 <sup>†</sup>

Values are mean ± SD. Control: patients perfused with blood cardioplegia without verapamil, Verapamil: patients perfused with blood cardioplegia containing verapamil, Pre CPB: before cardiopulmonary bypass, Post CPB: after cardiopulmonary bypass, EF: ejection fraction, LVEDA: left ventricular end diastolic area, LVEA: left ventricular end systolic area, D-th: end diastolic anterior wall thickness, ratio: percentage of end diastolic anterior wall thickness after cardiopulmonary bypass for before cardiopulmonary bypass. \*: P < 0.05 compared with pre CPB values, <sup>†</sup>: P < 0.05 compared with control group.

차이를 보였다(Table 3).

## 고 찰

체외 순환 중에는 정질액에 의한 혈액 회석이나 심정지액의 삼투 현상 등으로 미세 혈관의 수분 여과율이 증가하고 임파 배액이 현저하게 감소함으로써 심근 세포 간질의 부종이 생기고,<sup>13,14)</sup> 이로 인하

여 심근의 유순도가 감소하고 경직도는 증가하게 된다.<sup>15,16)</sup> 심근의 부종은 허혈 상태에서도 유발되는데 혐기성 대사 산물이 심근 세포내에 축적되어 세포내 삼투압을 증가시키거나,<sup>17)</sup> 저체온으로 인한 심근막의 Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup> pump의 비활성화가 세포내 Na<sup>+</sup>과 수분을 축적시켜 세포내 부종을 초래하기 때문이다. 다른 장기에 비하여 항상 거의 최대 산소 추출능력을 가지는 심장은 심근 세포 간질의 부종으로 산소의

심근 세포로의 확산 거리가 멀어짐으로서 상대적인 허혈에 의해서도 빠르게 심근 경색이 진행될 수 있을 뿐만 아니라,<sup>18)</sup> 특히 좌심실 비대증이 있는 심장은 심근 내막 층에서 ATP의 유의한 감소로 인하여 세포내 칼슘의 항상성이 파괴됨으로서 세포내로 과도한 칼슘 이온이 들어와 비가역적인 심근 괴사까지 일으킬 수 있다고 하였다.<sup>19)</sup> 이를 방지하기 위하여 칼슘 통로 차단제인 verapamil을 심정지액에 추가함으로써 좌심실비대증이 있는 심장에서 허혈성 심근 세포내로 과도한 칼슘 이온의 진입으로 시작되는 재관류 손상을 감소시켜 조직의 미세구조를 유지하고,<sup>12)</sup> 보다 완벽한 전기적인 심정지를 유지하며<sup>20)</sup> 조직의 ATP를 유지할 수 있다고 하였다.<sup>5)</sup> 그러나 이러한 verapamil 심정지액의 임상적 효과에 대해서는 거의 보고된 바가 없다.

본 연구에서는 경식도심초음파와 폐동맥 카테테르를 이용하여 체외순환 전·후의 심실의 운동 상태와 혈역학적인 지수의 변화를 통해 verapamil의 심근 기능 보존 능력을 평가하고자 하였는데 체외순환 후의 좌심실박출분율이나 수축기말 좌심실 면적과 심박출지수 모두 두 군간에 차이가 없었던 것으로 미루어 verapamil 심정지액의 수축기능보호 효과는 거의 없었다고 사료된다. 이러한 결과의 가장 큰 원인으로 는 사용된 verapamil의 용량을 생각할 수 있다. 많은 동물실험에서 0.1-0.5 mg/kg의 verapamil을 심정지액에 혼합하였는데<sup>4,7,9)</sup> 아직 사람에서 효과적인 verapamil의 사용용량에 대해 보고된 바가 없다. 또한 동물실험의 경우 제작된 전량의 심정지액을 실험기간 동안에 주입하여 원하는 용량의 verapamil을 줄 수 있었으나 임상연구에서는 주입되는 심정지액의 양을 예측할 수가 없기 때문에 여기에 혼합되어 주입되는 verapamil의 용량을 정확히 예견할 수 없다는 문제가 있다. 연구자들은 이전의 약식 실험(preliminary study)을 통하여 앞서 언급된 방법으로 verapamil을 심정지액에 혼합할 경우 판막대치술을 시행 받는 환자에서 대략 20 µg/kg 내외의 verapamil이 주입되며 이 이상의 용량에서는 대동맥경자 제거 후 일도 심방실 차단(1st degree A-V block)이나 동성 정지(sinus arrest)가 가끔 일어남을 확인하였기에 이 용량을 선택하였다. 그 결과 verapamil 사용에 따른 부작용이라고 생각될 만한 결과는 발생하지 않았으며 체외순환 후 심박동기를 사용한 예는 대조군에서 1명, verapamil

군에서 2명 있었는데 모두 정상동율동의 서맥이었으며 전도 장애는 없었다. 그러나 본 연구에서 사용된 용량의 verapamil이 좌심실비대가 동반된 환자에서 체외순환시 심근보호 효과를 나타낼 수 있는 충분한 용량인가에 대해서는 의문의 여지가 있다고 생각된다.

본 연구에서는 또한 verapamil 심정지액이 심근부종의 정도를 감소시켜 심근의 유순도를 유지함으로써 심근의 이완기능을 보존할 수 있는가를 살펴보고자 하였는데 이완기말 전벽의 두께의 단순비교만을 통해 심근부종의 정도를 살펴본 것을 verapamil군에서는 좌심실 전벽 두께의 의미 있는 증가가 없었는데 반하여 대조군에서는 의미 있는 전벽 두께의 증가가 있었으며 두께의 증가 정도도 verapamil군에서 대조군보다 의미 있게 낮았다. 이는 verapamil 심정지액이 좌심실 심근 부종의 정도를 완화시키는 효과가 있다는 간접적 증거로 볼 수 있는데 경식도심초음파상의 좌심실의 지형과 실제로 적출하여 관찰한 심장의 지형이 거의 일치한다는 보고들을 볼 때<sup>21,22)</sup> 심초음파상의 전벽 두께의 증가는 체외순환에 따른 심근부종으로 인한 좌심실벽의 비대를 의미한다고 생각하기 때문이다. 그러나 동물실험의 경우 체외순환 전후로 동일한 폐모세혈관폐기압 하에서 심초음파상의 이완기말 좌심실 면적의 변화를 살펴봄으로써 심근의 유순도를 간접적으로 평가하였는데<sup>4)</sup> 본 실험에서는 체외순환 후 폐모세혈관폐기압이 두 군 모두에서 체외순환전 보다 크게 낮아져 이러한 비교를 할 수 없었으며 결국 전벽 두께 변화 정도의 감소가 실제 임상에서 긍정적 효과를 유발하는지는 증명할 수 없었다.

본 연구에서 좌심실 기능을 평가하기 위해 이용된 경식도심초음파와 관련하여 Lieberman 등은<sup>22)</sup> 경식도심초음파상에서 측정된 심실의 기능과 지형은 혈관조영술에서 관찰되는 심실의 기능이나 병리학적으로 견과 매우 유사하다고 하였으며 유은숙 등은<sup>23)</sup> 심초음파상의 좌심실확장기말 영역과 일회 심박출량은 밀접한 상관관계가 있다고 하였다. 또한 체외순환 직후 수술실에서 경식도심초음파를 이용하여 측정된 좌심실박출분율이 퇴원 후에 혈관조영술이나 경색심초음파를 이용하여 측정된 좌심실박출분율과 일차적인 상관관계를 갖고 있다고 Topol 등도<sup>21)</sup> 보고한 바 있어 체외순환 후 수술실에서 경식도심초음파를 사용하여 측정된 좌심실박출분율은 좌심실 기능을 평

가하는데 좋은 지표가 된다고 생각된다. 일반적으로 좌심실비대증을 동물 실험의 경우 체중에 대한 좌심실의 무게를 측정하며,<sup>4)</sup> 임상에서는 경폐심초음파를 이용하여 좌심실 용적(LV mass)을 계산하거나 좌심실 후벽 및 중격의 두께를 측정하여 구한 평균값을 가지고 진단하나 본 연구에서는 좌심실 전벽의 두께를 기준으로 했다. 이는 수술 중 지속적인 심근의 운동 상태를 감시하기 위하여 거치한 경식도심초음파의 경우 좌심실 전벽이 이면 초음파 beam에 대해 수직을 이루기 때문에 초음파 영상이 선명하여 정확한 심근의 수축 상태를 감시할 수 있기 때문이다.<sup>21)</sup>

본 연구에서는 체외순환 후의 심근수축력이 과소 평가되었을 가능성이 있는데 이는 체외순환 후 두 군 모두에서 폐모세혈관쇄기압과 이완기말 좌심실면적적 체외순환 전보다 유의하게 감소된 상태 즉 순환혈액량감소 상태(hypovolemic status)에서 변수측정이 이루어졌기 때문이다. 좌심실비대증이 있는 환자에서 좌심실의 수축력과 박출량을 유지하기 위해서는 전부하가 충분하여야 하는데 변수의 측정 시기가 프로타민의 점적주입이 끝난 직후였기 때문에 순환혈액량감소 상태가 심했던 것으로 생각된다. 그러나 두 군간의 전부하 정도(폐모세혈관쇄기압, 이완기말 좌심실면적)는 차이가 없었으므로 verapamil 심정지액의 효과를 대조군과 비교하는데는 영향을 미치지 않았다고 본다. 체외순환 후 심근수축보조제의 사용은 대조군에서 2명, verapamil군에서 3명이 있었으며 두 군간의 발생빈도의 차이가 없었던 것으로 보아 군간의 비교에 영향을 미치지 않는다고 사료된다.

결론적으로 저용량(20  $\mu$ g/kg)의 verapamil 심정지액은 좌심실비대증이 있는 환자에서 체외순환 후의 좌심실의 수축기능은 향상시키지 못하나 좌심실 전벽의 두께의 증가정도를 의미 있게 감소시킨 것으로 미루어 체외순환에 따른 좌심실부종을 완화시키는 효과가 있는 것으로 사료된다. 그러나 사용 용량에 대해서는 연구가 더 이루어져야 한다고 생각한다.

## 참 고 문 헌

1. Smucker ML, Tedesco CL, Manning SB, Owen RM, Feldman MD: Demonstration of an imbalance between coronary perfusion and excessive load as a mechanism of ischemia during stress in patients with aortic stenosis. *Circulation* 1988; 78: 573-82.
2. Neill WA, Fluri-Lundeen JH: Myocardial oxygen supply in left ventricular hypertrophy and coronary heart disease. *Am J Cardiol* 1979; 44: 746-53.
3. Naeye RL, Liedtke AJ: Consequences of intramyocardial arterial lesions in aortic valvular stenosis. *Am J Pathol* 1976; 85: 569-80.
4. Huddleston CB, Wareing TH, Boucek RJ, Hammon JW Jr: Response of the hypertrophied left ventricle to global ischemia. Comparison of hyperkalemic cardioplegic solution with and without verapamil. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; 103: 919-26.
5. Balderman SC, Chan AK, Gage AA: Verapamil cardioplegia: Improved myocardial preservation during global ischemia. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1984; 88: 57-66.
6. Jones DR, Abbott AE Jr., Hill RC, Beamer KC, Gustafson RA, Murray GF: Preservation of adenosine 5'-triphosphate and mitochondrial function during hypercalcemic reperfusion using verapamil cardioplegia. *Chest* 1995; 107: 307-10.
7. Balderman SC, Schwartz K, Aldrich J, Chan AK: Cardioplegic arrest of the myocardium with calcium blocking agents. *J Cardiovasc Pharmacol* 1992; 19: 1-9.
8. Guffin AV, Kates RA, Holbrook GW, Jones EL, Kaplan JA: Verapamil and myocardial preservation in patients undergoing coronary artery bypass surgery. *Ann Thorac Surg* 1986; 41: 587-91.
9. Weinstein GS, Rao PS, Tyras DH: Reduction of myocardial injury with verapamil before aortic cross-clamping. *Ann Thorac Surg* 1990; 49: 419-23.
10. Frishman WH, Skolnick AE, Strom JA: Effects of calcium entry blockade on hypertension-induced left ventricular hypertrophy. *Circulation* 1989; 80: IV151-61.
11. Frishman WH, Charlap S: Calcium-channel blockers for combined systemic hypertension and myocardial ischemia. *Circulation* 1987; 75: V154-162.
12. Yoon SB, McMillin-Wood JB, Michael LH, Lewis RM, Entman ML: Protection of canine cardiac mitochondrial function by verapamil-cardioplegia during ischemic arrest. *Circ Res* 1985; 56: 704-8.
13. Mehlhorn U, Davis KL, Burke EJ, Adams D, Laine GA, Allen SJ: Impact of cardiopulmonary bypass and cardioplegic arrest on myocardial lymphatic function. *Am J Physiol* 1995; 268: H178-83.
14. Mehlhorn U, Allen SJ, Adams DL, Davis KL, Gogola

- GR, de Vivie ER, et al: Normothermic continuous antegrade blood cardioplegia does not prevent myocardial edema and cardiac dysfunction. *Circulation* 1995; 92: 1940-6.
15. Detwiler PW, Nicolosi AC, Weng ZC, Spotnitz HM: Effects of perfusion-induced edema on diastolic stress-strain relations in intact swine papillary muscle. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994; 108: 467-76.
16. Hosenpud JD, Norman DJ, Cobanoglu MA, Floten HS, Conner RM, Starr A: Serial echocardiographic findings early after heart transplantation: evidence for reversible right ventricular dysfunction and myocardial edema. *J Heart Transpl* 1987; 6: 343-7.
17. Hillis LD, Braunwald E: Myocardial ischemia. *N Engl J Med* 1977; 296: 1034-41.
18. Sink JD, Pellom GL, Currie WD, Hill RC, Olsen CO, Jones RN, et al: Response of hypertrophied myocardium to ischemia: correlation with biochemical and physiological parameters. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1981; 81: 865-72.
19. Shen AC, Jennings RB: Kinetics of calcium accumulation and acute myocardial ischemic injury. *Am J Pathol* 1972; 67: 441-52.
20. Landymore RW, Marble AE, Trillo A, Faulkner G, MacAulay MA, Cameron C: Prevention of myocardial electrical activity during ischemic arrest with verapamil cardioplegia. *Ann Thorac Surg* 1987; 43: 534-8.
21. Topol EJ, Weiss JL, Guzman PA, Dorsey-Lima S, Blanck TJJ, Humphrey LS, et al: Immediate improvement of dysfunctional myocardial segments after coronary revascularization: detection by intraoperative transesophageal echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1984; 4: 1123-34.
22. Lieberman AN, Weiss JL, Jugdutt BI, Becker LC, Bulkley BH, Garrison JG, et al: Two-dimensional echocardiography and infarct size: relationship of regional wall motion and thickening to the extent of myocardial infarction in the dog. *Circulation* 1981; 63: 739-46.
23. 유은숙, 박영란, 남상범, 이춘수, 한동우, 한상진 등: 대동맥판막협착 환자에서 경식도 심초음파와 관혈적 감시에 의해 얻어진 혈역학 지수의 비교. *대한마취과학회지* 1998; 63: 739-46.