

## 관상동맥 우회술 환자에서 심마비액 주입량을 결정하기 위한 심근온도 측정법의 유용성\*

서울대학교 의과대학 흉부외과학교실  
전태국 · 김기봉 · 채 현

= Abstract =

### A Value of Myocardial Temperature Monitoring for Determining the Amount of Cardioplegic Solution in CABG Patients

Tae Gook Jun, M.D., Ki Bong Kim, M.D., Hurn Chae, M.D.

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

This study was designed to determine if topical cardiac hypothermia is a necessary adjunct to intraoperative myocardial protection. In this study, 105 patients ranging in age from 22 to 74 years were included. Myocardial temperature was measured at the ventricular septum. All patients received cold blood cardioplegia without topical cooling. In most of the patients(90 %) the myocardial temperature was dropped to 10–15°C without topical cooling. In Group A, myocardial temperature was dropped rapidly to 10–15°C with, 1,000ml or less cardioplegic solution. In Group B, the amount of cardioplegic solution required for lowering myocardial temperature to 10–15°C was 1,000–2,000ml. In Group C, myocardial temperature was not dropped below 18°C or cardioplegic solution over 2,000ml was required for lowering myocardial temperature. Eight patients(8/61, 8%) in group A, 12 patients(12/35, 34%) in group B and 8 patients(8/9, 89%) in group C had complete obstructive lesions in at least one of major branches of coronary artery( $p=0.001$ ). Myocardial perfusion score was different among the groups( $8.27 \pm 2.27$  in group A,  $9.98 \pm 2.21$  in group B,  $10.30 \pm 2.49$  in group C,  $p<0.002$ ). These data suggest that routine topical hypothermia may be unnecessary if myocardial temperature of less than 15°C could be attained with cold blood cardioplegia, especially in case of myocardial perfusion score below 10.

**KEY WORDS :** Myocardial temperature · CABG.

## 서 론

심장 수술이 시작된 이래로 심근보호법에 대한

\*본 논문은 1993년도 서울대학교 지정진료비 일부 보조에 의함.

많은 연구가 계속되어왔다. 심장의 허혈 기간중 심근보호에 있어서 여러가지 방법이 있으나, 심근의 온도를 저온으로 유지하는 방법이 일반적으로 널리 사용되어왔다. 심근의 온도를 저온으로 유지하는 방법으로는 저체온법과 저온의 심정지액 관류법

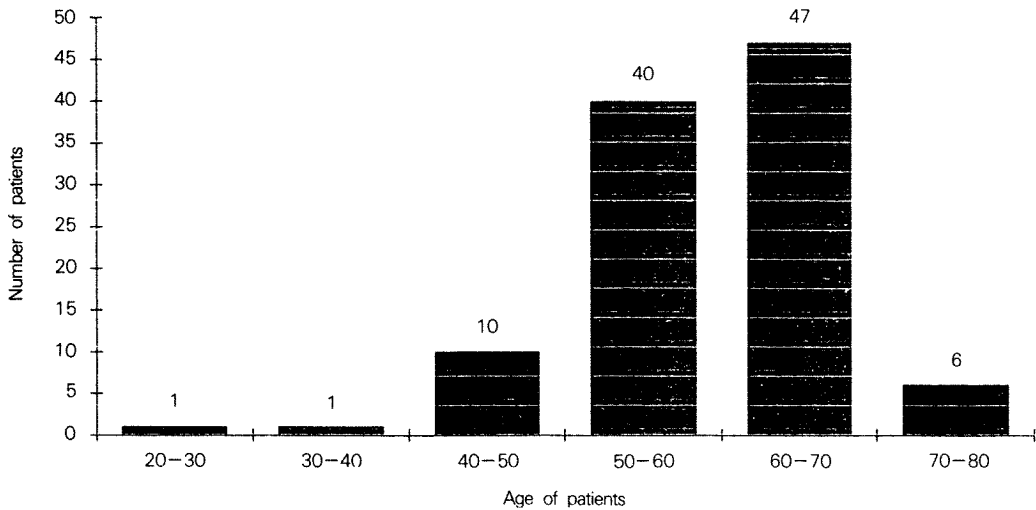


Fig. 1. The age distribution of the patients.

이 주로 사용되었으며, 이와 더불어 국소 저체온법(topical hypothermia)이 널리 사용되어왔다. 그러나, 국소 저체온법의 사용은 심외막 손상<sup>1)</sup>, 슬후 부정맥<sup>2)</sup>, 횡격신경 손상<sup>3-5)</sup> 등과 다른 여러가지 호흡기계 합병증<sup>6)</sup>등의 위험이 높다.

본 저자들은 관상동맥 우회술시 국소 저체온법을 사용하지 않고 저온혈액심정지액의 주입만으로도 충분히 심근의 온도를 낮게 유지할 수 있음을 가정하여, 심정지시 최초 심정지액의 용량과 심근의 온도를 측정함으로써 국소 저체온법 없이도 충분히 심근의 온도를 낮게 떨어뜨릴 수 있음을 확인하고, 적절한 심정지액 주입량을 추정하여 과다한 심정지액의 주입으로 인한 혈중 고칼륨, 과도한 혈액 희석, 슬후 부정맥 등의 합병증을 예방하고, 심정지액 관류 및 분포에 영향을 미치는 술전 요인들과의 관계를 분석함으로써 필요시 추가적인 심근 보호법 적용여부의 지표를 마련하고자 하였다.

## 연구 대상 및 방법

### 1. 대상 환자

1992년 4월부터 1993년 12월까지 서울대학교병원 흉부외과에서 협착성관상동맥 질환으로 관상동맥 우회술을 시행받은 105명의 환자를 대상으로 하였다. 환자의 성별은 남자가 65명, 여자가 40명이었고 평균 연령은  $57.8 \pm 8.7$ 세(범위 22~74세)이

었다. 환자의 연령별 분포는 Fig. 1과 같다.

환자의 수술전 상태를 임상경과별로 보면, 안정성 협심증이 24례(23%), 불안정성 협심증이 60례(57%), 심근 경색후 협심증이 21례(20%)이었다. 심근경색후 협심증은 안정성이 8례, 불안정성이 13례이었다. 급성 심근경색증등으로 응급수술을 시행한 경우는 대상에서 제외하였다. 환자의 병력상 최근까지 흡연 경력을 가지고 있는 경우가 24례(22.9%), 고혈압이 36례(34%) 있었고 당뇨병이 17례(16%)에서 확인되었다. 수술전 치료로서 대동맥내 풍선펌프를 시행한 환자는 4명(4%)이었다.

수술전 관상동맥 혈관조영상 7명(6%)의 환자에서 좌주간관상동맥 협착이 관찰되었다. 이중 1례는 2지장애가, 다른 1례는 1지장애가 동반되었다. 좌주간관상동맥 병변이 동반되지 않은 98례중, 3지장애가 63례(60%), 2지장애가 24례(23%), 1지장애가 11례(11%)이었다.

### 2. 연구 방법

모든 수술은 표준적인 체외순환법을 사용하였고 중정도의 저체온에서 대동맥을 차단하고 혈액심정지액을 주입하였다. 혈액심정지액은 본원에서 사용하고 있는 결정심정지액과 산화기 내의 혈액을 1:4의 비율로 섞어서 만들었다. 최초 혈액심정지액의 주입은 고칼륨용액(BCPS-I, 23.6mEq/L)을 사용하였으며, 그 양이 1,000ml 이상인 경우와 재

**Table 1.** Composition of the blood cardioplegic solution(mean± standard error)

Elements	BCPS-I	BCPS-II
Sodium(mEq/L)	114.9 ± 3.3	111.5 ± 4.6
Potassium(mEq/L)	23.6 ± 2.3	9.4 ± 1.4
Chloride(mEq/L)	100.8 ± 3.4	99.5 ± 5.6
Bicarbonate(mEq/L)	27.4 ± 3.5	24.2 ± 4.0
Calcium(mM/L)	0.18± 0.06	0.19± 0.06
Glucose(gm/L)	3.5 ↓	3.5 ↓
Hb(gm %)	1.6 ± 0.4	1.7 ± 0.4
Hct (%)	4.9 ± 1.2	5.0 ± 0.9
PO <sub>2</sub> (mmHg)	281 ± 90	276 ± 77
Osmolality(mOsm/kg)	332 ± 18	332 ± 21
pH(at 24°C)	7.68± 0.07	7.54± 0.15

주입이 필요한 경우는 저칼륨용액(BCPS-II, 9.4 mEq/L)을 사용하였다. 각각의 혈액심정지액의 조성은 Table 1과 같다. 혈액심정지액의 주입방법은 최초에는 모든 경우에 있어서 순행성 방법으로 주입하였으며 재주입시에는 순행성 방법을 사용하면서 원위부 문합이 완성될 때마다 대동맥뿌리부와 문합부위를 통하여 주입하였다. 국소 냉각법인 얼음 슬러지나 냉각 식염수 관류등의 추가적인 심근보호법은 사용하지 않았다.

최초 혈액심정지액의 주입시 주입압력은 150~200mmHg의 압력으로 지속적으로 주입하였으며, 주입량은 심침부온도를 측정하여 결정하였다. 심침부의 온도를 측정하기 위하여 온도소식자의 삽입은 좌심실 침부에서 심실중격과 우심실 침부가 포함되도록 삽입하여 전체적인 심근온도가 반영되도록 하였다. 최초 혈액심정지액 주입시 심근온도와 주입된 혈액심정지액의 용량에 따라서 다음과 같은 3군으로 분류하였다.

A군: 최초 혈액심정지액 주입시 1,000ml 이하의 용량으로 1분 이내에 심근온도가 10도~15도로 떨어지는 경우 A군으로 분류하였다.

B군: 최초 혈액심정지액 주입시 심근의 온도가 서서히 떨어지지만 3분 이내에 심근 온도가 10도~15도로 떨어지며, 혈액심정지액이 1,000~2,000ml의 용량이 필요한 경우 B군으로 분류하였다.

C군: 최초 혈액심정지액 주입시 심근온도가 18도 이하로는 잘 떨어지지 않거나, 2,000ml 이상의 용량이 필요한 경우 C군으로 분류하였다.

상기한 기준으로 환자를 3군으로 나누어 측정되었던 술전 요인들을 비교 분석하였다. 술전 요인들로서 환자의 나이, 성별, 증상(협심증의 종류), CCS(Canadian Cardiovascular Society)기준에 의한 기능적 분류, 좌심실 수축기용적, 좌심실 이완기용적, 관상동맥의 협착 정도와 협착 부위, 심근관류점수(myocardial perfusion score)<sup>7)</sup>등을 비교 분석하였다. 관상동맥의 협착 정도는 관상동맥 혈관조영상에서 혈관의 협착 정도가 단면상(직경 측정시) 100%(100%)인 경우에는 정도 5+, 90(67%)~100%(100%)인 경우 정도 4+, 75(50%)~90%(67%)인 경우 정도 3+, 50(33%)~75%(50%)인 경우 정도 2+, 50%(33%) 이하인 경우 정도 1+로 판별하여 이중 가장 심한 병변을 기준으로 하여 협착의 심한 정도를 판별하였다. 심근관류점수는 Green Lane 병원(GLH)에서 시행하고 있는 방법을 사용하였다<sup>7)</sup>.

각각의 자료처리는 SAS 6.04 프로그램을 이용하여 시행하였다. 연속변수의 평균치는 평균±표준편차로 표시하였으며, 비연속변수는 비율로 표시하였다. 연속변수의 통계분석은 모수적 통계방법으로서 일반선형모델(General Linear Model, GLM)을 사용한 ANOVA를 시행하였다. 비모수적 통계 방법으로는 Kruskal-Wallis법을 사용하였으며, Spearman 상관계수 측정으로 상관관계를 밝혔으며, 단변수 회기분석을 실시하였다. 비연속변수의 통계분석은 Fisher의 직접 확률법을 사용하였으며, 독립성 검증은 Mantel-Haenszel Chi-square 분석법을 시행하였다. 각각의 유의수준은 p 값을 0.05로 기준하였다.

## 결 과

### 1. 관상동맥의 협착정도

각군의 협착 정도의 분포는 Fig. 2와 같다. 그중 심정지액의 분포에 특히 영향을 미칠 것으로 사료되는 완전협착(정도 5+)인 경우는 A군인 경우 8.2%(8/61), B군은 34.3%(12/35), C군인 경우에는 88.9%(8/9)의 분포를 보였다. 세 집단간 시행한 협착정도 분포에 대하여 독립성 검증은 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Mantel-Haenszel Chi-square, Redit score 25.552, p=0.001).

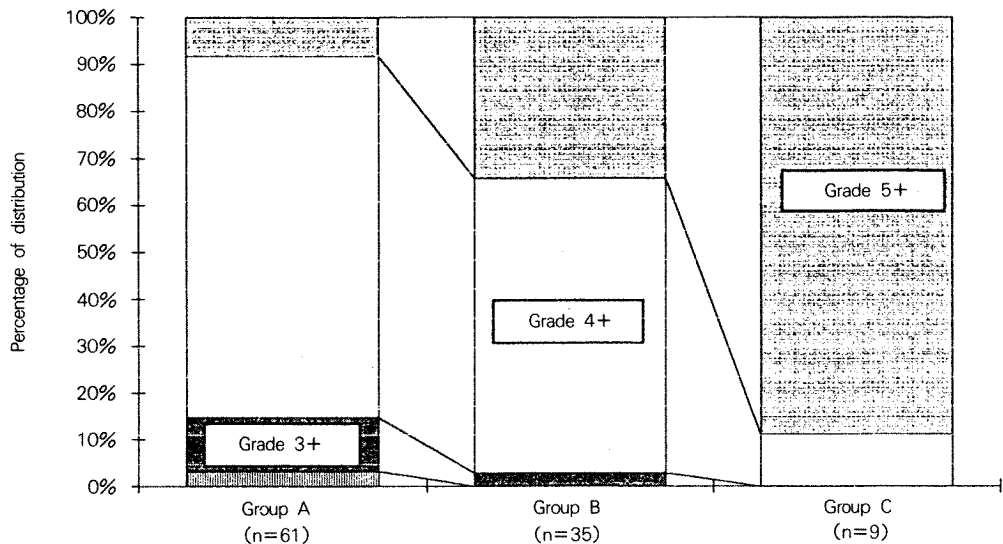


Fig. 2. The distribution of the stenosis grade.

## 2. 심근관류점수

각군의 심근관류점수는 A군은  $8.27 \pm 2.27$ , B군은  $9.98 \pm 2.21$ , C군은  $10.30 \pm 2.49$ 의 값을 보였다. 세 집단의 심근관류점수는 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Kruskal-Wallis,  $p=0.0019$ ). 그중 A군과 B군 사이에는 통계적으로 유의한 차이를 보였으나(Kruskal-Wallis,  $p=0.0008$ ; Bonferroni교정 유의수준 0.015), B군과 C군 사이에는 유의한 차이를 보이지 않았다(Kruskal-Wallis,  $p=0.58$ ).

## 3. 심근관류점수와 심정지액과의 관계

심근관류점수와 최초 사용된 심정지액 용량과의 사이에는 상관관계가 있었다(Spearman 상관계수 0.3257,  $p=0.007$ ; Kendall Tau b 상관계수 0.2372,  $p=0.0008$ ; Hoeffding Dependence계수 0.0262,  $p=0.0018$ ). 즉 두 변수 사이에는 어느정도 직선적 관계가 있었으며, 단변수 회기분석을 이용한 회기 직선식은

심정지액 용량 =  $632 + 69.8(\text{심근관류점수})$ 으로 추정되었다. 이 경우  $p \text{ value} = 0.0032$ 로서 통계적으로 유의성이 인정되었다.

## 4. 기타 술전 요인들의 비교

기타 술전 요인들로서 환자의 나이, 성별, 증상(협심증의 종류), CCS(Canadian Cardiovascular Society)기준에 의한 기능적 분류, 좌심실 수축기용적,

Table 2. The results of statistical analysis of preoperative variables

Variables	Method of Analysis	p value
Age	ANOVA(GLM)	0.412
Sex	Fisher's exact test	0.293
Diagnosis(Angina class)	Fisher's exact test	0.163
Functional class(CCS)	MH Chi-Square	0.975
LVESV	ANOVA(GLM)	0.117
LVEDV	ANOVA(GLM)	0.275
EF	ANOVA(GLM)	0.059

좌심실 이완기용적, 박출 계수 등은 각집단간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 2).

## 고 찰

심장 수술시 대동맥 차단으로 인한 심근 허혈 기간중 심근 보호에 있어서 중요한 요소들로서 적절한 심실의 허탈, 빠른 전기기계적 심정지의 유도, 심근 저체온의 유도 및 유지 등을 들 수 있다. 심근 저체온의 목적은 심근의 에너지 요구량을 감소시킴으로써 허혈기간중 심근 손상의 위험을 줄이는데 있다. 심정지액 주입에 의한 심정지시 심근의 최적 온도는 일반적으로 섭씨 10~20도로 알려져 있으며<sup>8,9)</sup>, 안전한 허혈 기간은 30분 정도로서 저온심정지액의 간헐적 주입으로 계속 유지할

수 있다. 저온의 심정지액 주입은 심근의 대사 요구량을 감소시키며, 안전한 심허혈기간을 증가시키고, 관상혈류의 분포 이상을 초래하는 심근세동을 방지할 수 있으며, 수술 시야를 좋게 유지할 수 있다<sup>10)</sup>.

본 연구에서는 저온혈액심정지액을 사용하였는데, 저온혈액심정지액은 저온에서 적혈구의 슬러지 현상을 일으킬 수 있다. Sakai등은 혈액심정지액을 사용할 경우 섭씨 20도 이상에서 주입할 것을 제안한 바 있다<sup>11)</sup>. 그러나, 저온에서의 적혈구 슬러지 문제는 심정지액의 적혈구 농도를 희석시킴으로써 해결할 수 있다. 적혈구의 용적량이 0.10 이하인 경우에는 섭씨 10도에서도 적혈구의 슬러지 현상이 잘 생기지 않으며, 관상동맥의 혈류량 및 속도에 아무런 영향을 끼치지 않는다<sup>12)</sup>. 본 연구에서 사용한 저온혈액심정지액은 적혈구 용적량이 10% 이하로서(Table 1 참조) 적혈구 슬러지 현상을 배제할 수 있었다.

저온의 심정지액의 주입과 더불어 국소저체온법에 의한 심근 보호법은 오래전부터 널리 사용되어 왔다<sup>13)</sup>. 심정지액주입으로 심근의 온도가 저온으로 떨어진 후 시간이 경과함에 따라서 점차적으로 심근의 복온이 형성되며, 심한 관상동맥 질환이 있는 경우에는 저온심정지액의 분포가 일정하지 않아 심정지액 주입만으로는 냉각이 효과적으로 되지 못하여 심근보호가 완전하게 이루어지지 않을 수 있다<sup>14,15)</sup>. 심근의 복온은 내적요인과 외적요인으로부터 영향을 받는다. 내적요인은 체순환 정맥혈류 및 폐순환 정맥혈류 등이며, 외적요인으로는 수술등 및 주위 공기에 의한 방사열과 심장뒤쪽의 대동맥, 심장외측의 폐, 배쪽의 간 등의 주위 조직으로부터의 전도열 등을 들 수가 있다<sup>16)</sup>. 우심실의 복온은 주로 주위로부터의 방사열과 체순환 정맥류에 의하여 이루어지며, 좌심실인 경우에는 주로 폐순환 정맥류와 주위 조직으로부터의 전도열에 의하여 이루어진다. 이러한 심근의 복온을 방지하기 위하여 국소 저체온법을 사용할 수 있다<sup>17)</sup>. 심근보호법이 제대로 발달되지 않았을 때에는 국소저체온법의 사용으로 얻을 수 있는 이점들은 이에 의한 합병증보다 더 과대 평가되어 왔다. 그러나, 최근 여러가지 심근보호법이 고안되면서 이에 대한 평가가 다시 검토되고 있다.

Speicher등<sup>18)</sup>은 사람과 개의 심장이 식염수 슬러시(saline slush)에 1시간 이상 노출되면 상당한 심근손상을 받는다고 기술하였다. 심근에 대한 직접적인 저온에 의한 손상은 세포 표면의 원형질 구조의 해체를 초래하며, 이는 원형질을 둘러 싸고 있는 체액층의 탈수에 의한 것이다. 따라서 국소적인 냉각요법을 사용할 경우에 반드시 이로 인한 심장외막의 저온-삼투성 손상을 염두에 두어야 한다<sup>1)</sup>. 1963년 Scannell등이 처음으로 국소적 심근저체온법으로 인하여 횡격막신경에 손상이 생김을 동상에 의한 손상으로 기술한 이래로 많은 이들이 횡격막신경 손상을 보고하고 있다<sup>3,6)</sup>. 횡격막신경 손상이 생기는 이유는 저온에 의한 손상과 더불어 횡격막신경이 심낭표면 가까이에 있기 때문이다<sup>3)</sup>. Macro(1977)등<sup>4)</sup>은 개를 실험동물로 하여 심낭내에 식염수 슬러시를 사용하여 횡격막신경손상 정도를 관찰한 바, 신경손상정도가 수초 탈락만 있는 약한 정도에서부터 축삭 변성이 생기는 심한 정도까지 다양하게 볼 수 있다고 하였다. 횡격막신경의 수초탈락이 회복되는 데는 약 60일 정도가 걸리며, 축삭 변성이 회복되는 데는 약 9내지 12개월이 걸린다. 이러한 횡격막신경손상에 의하여 횡격막의 마비가 생길 수 있으며, 횡격막의 마비는 1~18개월 동안 서서히 회복되었다<sup>5)</sup>. 횡격막신경손상에 의한 횡격막의 마비는 폐하엽의 무기폐 혹은 침윤등의 원인이 되며, 기좌호흡, 야간 호흡곤란, 불안, 배근육의 역행성 운동 등의 술후 호흡장해를 일으킬 수 있다<sup>3,6)</sup>. 이러한 합병증을 줄이기 위하여 심낭보호대<sup>3)</sup>, 식염수 관류<sup>19)</sup>, 냉각대<sup>16)</sup> 등 여러가지 방법들이 고안되었으나, 국소 저체온법에 의한 합병증들을 줄일 수는 있어도 완전히 배제할 수는 없으며, 오히려 수술시 성가신 과정과 시간, 부가적인 비용 등을 요한다. 더욱이 국소 저체온법은 실제적으로 효과적이지 못할 수 있다. 특히 관상동맥 수술에서는 좌전하행지동맥 혹은 우측관상동맥의 근위부에 연결할 때를 제외하고는 대부분이 심장을 들어올린 상태에서 수술이 진행되기 때문에 국소 저체온법이 효과적이지 못하다. 또, 좌심실은 대동맥과 직접적인 접촉을 유지하고 있어 전도에 의하여 계속 복온되기 때문에 국소 저체온법이 크게 도움을 주지 못한다. 또한, 국소 저체온법은 심근허혈기간중 가장 손상받기 쉬운 심내막 보호에는

제한점이 있으며, 특히 비후된 심근을 갖고 있는 경우에는 심내막의 보호가 잘 되지 않는다<sup>20)</sup>.

본 연구에서 보듯이 국소 저체온법을 사용하지 않고도 저온 혈액심정지액의 주입만으로도 90% 이상의 환자(A군, B군)에서 심근의 온도를 충분히 낮게 떨어뜨릴 수 있었다. 심근의 온도를 10도 이하로 떨어뜨리는 것은 오히려 심장의 에너지 소모를 더욱 가속화 시키며, 대사 능력 및 기능적 회복을 늦추고, 부정맥의 발생을 증가시키며, 심외막 손상을 가져올 수 있기 때문에 심근의 온도가 섭씨 10도가 되면 심정지액주입을 중단하였다. 이때 필요한 심정지액의 용량도 A군에서는 평균 890ml로서, 소량의 심정지액을 주입함으로써 과다한 심정지액주입에 의한 합병증의 위험성을 배제할 수 있었다. B군과 C군에서는 주입된 심정지액 평균 용량은 각각 1,530ml, 2,730ml로서 비교적 많은 양의 심정지액이 필요하였다. 이러한 경우에는 폐동맥 카테터를 이용하여 심정지액을 제거하였다. 폐동맥 카테터를 이용하여 심정지액을 제거하는 것은 심마비액이 심폐기로 유입되는 것을 막을 수 있으며, 저온의 심정지액이 관상동맥에서 나와 우심실을 거쳐 폐동맥으로 오는 도중에 우심실과 심실중격을 냉각시키도록 할 수 있다<sup>16)</sup>.

주입된 심정지액의 용량이 많이 필요했던 B군과 C군에서는 A군에 비해 술전 관상동맥 조영상에서 완전협착의 구성이 점차 증가하는 것을 알 수 있었다. 이는 관상동맥에 중정도 이상의 병변이 있는 경우에는 심마비액이 일정하게 분포되지 않음을 반영한다. 이러한 경우에 심정지액이 충분히 주입되지 않으면 병변이 있는 동맥 이하의 심근은 잘 냉각되지 않아 수술시 손상을 받기 쉽다. 가장 위험한 상황은 관상동맥이 완전히 막혔을 때이다. 이러한 경우에 심마비액의 주입 및 분포는 부행 혈관에 의하여 결정되는데, 급성 심근 경색증과 같이 이러한 부행동맥이 잘 발달되지 않은 경우에는 심각한 심근손상을 초래할 수 있다<sup>14)</sup>. 따라서, 관상동맥의 병변이 완전협착을 보이는 경우에는 심정지액주입과 더불어 추가적인 심근보호법을 적용하는 것이 보다 안전할 것이라 사려된다. Rousou 등<sup>23)</sup>은 우관상동맥이 완전히 막혔고, 막힌 부분 이후의 동맥에 관상동맥 우회술을 할 수 없는 경우, 손상받지 않은 심근 부분이 이식수술에 적합하지

않은 관상동맥의 지배를 받을 때, 심내막 및 심내막하층이 직접적으로 냉각식염수에 담겨질 수 있도록 심장을 여는 판막수술등을 같이 동반할 경우 등에는 식염수관류등에 의한 국소적 저체온법을 추가하거나, 역행성 심정지액 주입법 등을 사용할 것을 고려해야 한다고 하였다.

술전 관상동맥조영상에서 측정된 심근관류점수는 B군과 C군 사이에서는 차이가 없었으나( $p=0.58$ ) A군과 B군, A군과 C군 사이에는 유의한 차이가 있었다( $p=0.0008, 0.0001$ ; Bonferroni 교정 유의수준 0.015). 즉, 심근관류점수가 약 10점 이상(B군 평균:  $9.98 \pm 2.21$ )인 경우에는 보다 많은 심정지액이 필요했음을 알 수 있었다. 또, 심근관류점수와 심정지액용량과의 상관관계가 통계적으로 유의한 직선 관계가 성립된다( $p=0.0018$ )는 점은, 술전에 심근 보호에 필요한 심정지액 용량을 추정하여 불필요한 추가적인 심근보호법을 배제하고, 필요시 추가적인 심근보호법 적용여부를 결정하는데 있어서 심근관류점수를 이용할 수 있을 것이라는 데에 의의가 높다고 할 수 있다. 즉, 술전 심근관류점수가 10점 이하인 경우에는 다른 추가적인 심근보호법 없이 저온혈액심정지액의 주입만으로 충분한 심근보호를 할 수 있으며, 심근관류점수가 10점 이상인 경우에는 많은 양의 심정지액의 주입으로 인한 합병증 방지 및 심정지액의 불완전한 분포로 인한 심근손상 등을 방지하기 위하여 다른 심근보호법을 고려하는 것이 바람직할 것이다.

본 연구에서의 심정지액 용량을 기준으로하고 수술 전에 측정된 심근관류점수를 변수로 하여 추정한 단변수 회귀식은 심근관류점수가 증가함에 따라서 예상되는 심정지액의 양이 증가하는 직선식으로 추정이 되었다. 추정한 계수는 t값이 각각 2.935, 3.023으로 의미가 있는 것으로 나타났다( $p=0.0041, 0.0032$ ). 그리고 모형의 적합도를 나타내는 F값 또한 9.138이며 그 확률은 0.0032로서 통상적인 유의수준 0.05 보다도 훨씬 작아서 모형이 상당히 의미있는 것으로 나타났다. 그러나, 회기방정식이 설명하는 정도( $R^2$ )가 8%로서 매우 낮아 실제 임상적으로 이용하기에는 무리가 있다. 더욱이 회기 분석을 적용하기 위하여 심근관류점수를 연속변수로서 가정한 것은 통계적 가치를 떨어뜨린다. 그렇지만, 비록 임상적으로 회기직선식을 이용할 수는

없어도, 심근관류점수와 심정지액용량 사이에 매우 밀접한 관계가 있다는 점을 직접적으로 수량화 할 수 있었음에 그 의의가 높다고 하겠다.

## 결 론

심장 질환에 대한 치료로서 개심술이 정착된 이래로 허혈성 심정지로 인한 심근의 불가역적 변화의 발생을 최소화하고 심기능의 보존을 위한 방법이 계속 연구되어 왔다. 심근보호법이 제대로 발달되지 않았을 때에는 국소 저체온법이 합병증 발생에도 불구하고 널리 사용되어 왔으나, 이에 대한 재평가가 다시 검토되어야 한다.

본 연구를 통하여, 저자들은 관상동맥 우회술시 국소 저체온법을 사용하지 않고 순행성 저온혈액 심정지액의 주입만으로도 충분히 심근의 온도를 낮게 유지할 수 있음을 확인할 수 있었으며, 술전 여러 요소들중 관상동맥 혈관조영상 동맥의 협착 정도와 심근관류점수의 평가 등이 수술중 심정지시 추가적인 심근보호법 적용 여부의 지표가 될 수 있음을 알 수 있었다. 즉, 협착정도의 분포가 완전협착(100%)의 구성이 많거나, 심근관류점수가 10점 이상인 경우는 순행성 심정지액주입외에 다른 추가적인 심근 보호법의 적용을 고려해야 한다. 하지만, 협착정도가 심하지 않고 심근관류점수가 10점 이하인 경우는, 국소 저체온법의 사용없이 1,000ml 이하의 적은 용량의 저온혈액심정지액의 순행성주입만으로도 심근보호가 충분하다고 할 수 있겠다.

추가적인 심근보호법으로서 가능하면 국소 저체온법의 사용은 하지 않는 것이 바람직하며, 지속적인 정상온도(normothermia) 혈액심정지액, 역행성 주입방법, 간헐적 대동맥차단, 계속적인 관동맥 관류법 등등 다른 여러가지 심근보호법의 적용을 고려해야 하며, 최근에는 중간온도(30도)의 미온(tepid)심정지액에 대한 연구<sup>21)</sup>도 진행되고 있다. 향후 이들 방법의 장단점 및 효과 등에 대한 연구가 계속되어야 하겠다.

## References

1) Corno A, Zoia E, Santoro F, Camesasca C, Biagioli

B, Grossi A : *Epicardial damage induced by topical cooling during pediatric cardiac surgery*. *Br Heart J* 67 : 174-6, 1992

2) Weisel RD : *Postoperative conduction disturbances : A comparison of blood and crystalloid cardioplegia*. *Ann Thorac Surg* 47 : 384-90, 1989

3) Esposito RA, Spencer FC : *The effect of pericardial insulation on hypothermic phrenic nerve injury during open-heart surgery*. *Ann Thorac Surg* 43 : 303-8, 1987

4) Macro JD, Hahn JW, Barner HB : *Topical cardiac hypothermia and phrenic nerve injury*. *Ann Thorac Surg* 23 : 235-7, 1977

5) Efthimiou J, Butler J, Woodham C, Benson MK, Westaby S : *Diaphragm paralysis following cardiac surgery : Role of phrenic nerve cold injury*. *Ann Thorac Surg* 52 : 1005-8, 1991

6) Benjamin JJ, Cascade PN, Rubenfire M, Wajszczuk W, Kerin NZ : *Left lower lobe atelectasis and consolidation following cardiac surgery : The effect of topical cooling on the phrenic nerve*. *Radiology* 142 : 11-4, 1982

7) Kirklin JW, Barratt-Boys BG : *Cardiac surgery*. 2nd ed. New York : Churchill Livingstone Inc 342-3, 1993

8) Shragge BW, Digerness SB, Blackstone EH : *Complete recovery of the heart following exposure to profound hypothermia*. *J Thorac Cardiovasc Surg* 81 : 455-8, 1981

9) Tyers GFO, Williams EH, Hughes HC, Todd GJ : *Effect of perfusate temperature on myocardial protection from ischemia*. *J Thorac Cardiovasc Surg* 73 : 766-71, 1977

10) Chiu RCJ, Blundell PE, Scott HJ, Cain S : *The importance of monitoring intramyocardial temperature during hypothermic myocardial protection*. *Ann Thorac Surg* 28 : 317-22, 1979

11) Lazar HT, Rivers S : *Importance of topical hypothermia during heterogeneous distribution of cardioplegia*. *J Am Coll Cardiol* 11(suppl A) : 172A, 1988

12) Planz EJ Jr, Blackstone EH, Kouchoukos NT : *Myocardial temperature gradients with cold cardioplegia during coronary artery surgery*. *Circulation* 62(Pt 2) : III 323, 1980

13) Shumway NE, Lower RR, Stofer RC : *Selective hypothermia of the heart in cardiac arrest*. *Surg Gyne-*

col Obstet 109 : 750-4, 1959

- 14) Landymore RW, Tice D, Trehan N, Spencer F : *Importance of topical hypothermia to ensure uniform myocardial cooling during coronary artery bypass.* J Thorac Cardiovasc Surg 82 : 832-6, 1981
- 15) Grondin CM, Hélias J, Vouhé PR, Robert P : *Influence of a critical coronary artery stenosis on myocardial protection through cold potassium cardioplegia.* J Thorac Cardiovasc Surg 82 : 608-15, 1981
- 16) Daily PO, Jones B, Folkerth TL, Dembitsky WP, Moores WY, Reichman RT : *Comparison of myocardial temperatures with multidose cardioplegia versus single-dose cardioplegia and myocardial surface cooling during coronary artery bypass grafting.* J Thorac Cardiovasc Surg 97 : 715-24, 1989
- 17) Kinney TB, Daily PO, Pfeffer TA : *Optimizing myocardial hypothermia : I. Temperature probe design and clinical inferences.* Ann Thorac Surg 51 : 278-83, 1991
- 18) Speicher CE, Ferrigan L, Wolfson SK Jr, Yalav EH, Rawson AJ : *Cold injury of myocardium and pericardium in cardiac hypothermia.* Surg Gynecol Obstet 114 : 659-65, 1962
- 19) Griep RB, Stinson EB, Shumway NE : *Profound local hypothermia for myocardial protection during open-heart surgery.* J Thorac Cardiovasc Surg 66 : 731-41, 1973
- 20) Allen BS, Buckberg GD, Rosenkranz ER, et al : *Topical cardiac hypothermia in patients with coronary disease.* J Thorac Cardiovasc Surg 104 : 626-31, 1992
- 21) Yau TM, Weisel RD : *Current techniques of myocardial protection for coronary artery bypass surgery.* In : Myers WO. Cardiac Surgery : CABG Update : Part 1. 1st ed. Philadelphia : Hanley & Belfus Inc 6 : 301-313, 1992