

開心術에 있어서 GIK의 심근보호효과에 대하여

이성행*·김규태*·이광숙*·채종욱*·이종태*·김춘동*

— Abstract —

Effect of GIK Solution for Myocardial Protection

Sung Haing Lee, M.D., ACCP., Kyu Tae Kim, M.D., Kwang Sook Lee, M.D.

Jong Wook Chae, M.D., Jong Tae Lee, M.D., Chun Dong Kim, M.D.

Department of Thoracic Surgery, College of Medicine, Kyungpook National University

Although anoxic cardiac arrest produces a dry, quiet field, the ability of the myocardium to withstand the anoxic insult is uncertain. The current growth of interest in the use of various cardioplegic solutions has resulted in the development of a number of different solutions.

In this study, 51 consecutive cases of elective open heart surgery with the aid of extracorporeal circulation were reviewed retrospectively to compare two methods of myocardial preservation.

All of these open heart operations had been performed, using hemodilution principle under the moderate hypothermia at the Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, College of Medicine, Kyungpook National University from December, 1975 to July, 1979.

In the 31 consecutive cases that form the anoxic arrest group, the operations were done with intermittent aortic cross-clamping and topical cardiac hypothermia. The heart was cooled topically by cold normal saline, which was converted to ice slush before application to the pericardial sac.

Twenty of 51 consecutive cases were assigned to the cold cardioplegic method (the cardioplegic group), in which two kinds of cold cardioplegic solutions (Young solution and GIK solution) were infused into the aortic root proximal to the aortic cross clamp for myocardial preservation.

Mean total aortic cross clamp times were 43 minutes in the anoxic arrest group and 67 minutes in the cardioplegic group.

In the post-operative period, spontaneous regular heart beatings were recovered in 80 percent of the cardioplegic group as apposed to 25.7 percent of the anoxic arrest group.

Ventricular fibrillation requiring DC shock were seen in 32.3 percent of the anoxic arrest group and 10 percent of the cardioplegic group.

In the cardioplegic group, mean CPK-MB was one positive value on the first post-operative day, and mean LDH 1 was elevated to 510 units/ml on the 2nd post-operative day.

These results indicate that protecting the myocardium with cold cardioplegia is superior to use of the anoxic cardiac arrest.

* 경북대학교 의과대학 흉부외과학교실

본 論文의 要旨는 1979년 10월 제11차 대한흉부외과학회석상에서 발표하였으며 연구비의 일부는 1979년도 문교부연구비로써 충당하였음.

서 론

개심수술시 심장의과외가 당면하는 여러가지 문제점들 중에서 가장 중요한 것 중의 하나는, 심장 수술 도중에 심근을 적절히 보호함으로써, 술후에 건강한 심 기능을 유지할 수 있도록 하는 것이다. 즉 심정지와 무혈 수술 야를 얻기 위해 대동맥 차단을 했을 때에 필연적으로 발생하는 심근손상을 감소시키기 위해 여러가지 방법들이 연구, 개발되어 왔다. 특히 심근의 산소 소모량을 줄이는 데 유효한 저온하 혈액회색 관류법의 도입으로, 중등도 저체온하에서 15분간 대동맥 차단을 시행한 후 3~5분간 재관류시키는 방법이 널리 사용되어 왔다^{1,2)}. 또한 시간적인 제약없이 대동맥차단을 시행할 수 있는 관동맥지속관류법도 많이 이용되었다^{3,4,5)}. 그러나 근래에는 cold cardioplegic solution과 심장의 국소냉각을 병용하여 심근을 보호하는 방법이 구미각국을 위시하여 우리나라에서도 가장 널리 보급, 이용되고 있다^{6~23)}. 저자들은 경북의대 흉부외과 교실에서 1978년 11월부터 지금까지 20예의 심장수술 환자에게 cardioplegic cardiac arrest와 국소냉각법을 병용사용하여 비교적 양호한 심근보호 효과를 얻었으므로 그 결과를 임상적으로 관찰하여 문헌고찰과 아울러 보고하는 바이다.

대상 및 방법

I. 대 상

경북대학교 의과대학 부속병원 흉부외과 교실에서 1975년 12월부터 1979년 7월까지 3년 8개월에 걸쳐 체외순환하 개심술을 시행하였던 환자 중 중등도 저체온하에 anoxic arrest로서 심정지를 유발시킨 31예와 cold cardioplegic solution을 사용하여 심정지를 일으킨 20예를 선택하여 양군에서의 심근보호 효과를 비교 관찰하였다. 총 51예인 전체환자의 남녀비는 남자가 35예, 여자가 16예였고, 연령분포는 최소 2세에서 최고 53세 까지이며 평균연령은 16세였다.

양군에서의 진단명에 따른 예수를 살펴보면 표 1에서와 같다. 그리고 심장의 국소냉각법은 양군에서 다같이 사용하였으므로 심근보호효과에 대한 이것의 영향을 따로 구분하여 기술하지 않았다.

수술 중 전신관류방법은 Hartman 용액, 5% 포도당 용액 및 15% mannitol액을 사용하여 25~30%의 혈액회색을 시켰고, 관류율은 2.0~2.4 L/M²/min로 유지하였으며, 기타 상세한 내용은 본 교실에서 이미 발표한 바 있다²²⁾. 인공심폐기는 Sarns Model 2000의 Ro-

Table 1. Clinical materials

	Non-cardioplegia No. of pts	Cardioplegia No. of pts
ASD	3	5
VSD	14	3
TOF	8	4
PS	1	0
Sinus of valsalva	2	1
MS	3	5
MI	0	2
Total	31	20

ller pump와 Bentley, Harvey 및 Polystom사제의 기포형 산화기를 편의에 따라 무작위로 선택하여 사용하였다.

II. 방 법

심정지를 유발시키는 방법을 기술하면, cardioplegia를 사용하지 않은 군에서는 체외순환을 개시한 후, 체온이 32°C가 되었을 때, 대동맥기시부를 차단하여 anoxic cardiac arrest를 일으켰으며, 15분 차단후 3~5분간 해제하여 관상동맥의 재관류를 허용하는 방법을 원칙으로 하여 필요에 따라 반복시행하였으며, 체외순환하의 환자의 체온은 core cooling에 의하여 28~30°C로 유지되도록 조절하였다.

Cardioplegic 사용군에 있어서는 cardioplegic 용액으로 Young액과 GIK (Glucose-Insulin-Potassium)액을 사용하였으며 이들의 구성성분은 표 2)에서 보는 바와 같다. 즉 Young 용액은 1000 ml의 생리식염수에 potassium citrate와 MgSO₄를 혼합하여 만들고 GIK 용액은 5% 포도당용액 500ml에 Insulin 10 units, potassium chloride 40mEq, Sodium bicarbonate 5ml를 혼합하여 만드는 데, osmolarity는 343mOsm이었고, pH는 7.8이었다.

Table 2. Cardioplegic composition(K.N.U.)

1. Young solution	
0.8% K-citrate	
2.46% MgSO ₄ ·7H ₂ O	
Normal saline solution	1000ml
2. GIK solution	
Glucose (5%)	500 ml
Insulin	10 units
Kcl (1 mol)	10 ml (40mEq/L)
NaHCO ₃ (7%)	5 ml
Osm	343mOsm
PH	7.8

cardioplegia 용액의 사용방법은, cardioplegia 非사용군에서와 마찬가지로 체외순환개시후 체온이 32°C가 되었을 때 대동맥기시부를 차단하며, 차단직후 먼저 Young 용액을 환자의 체중에 따라 50 ~ 100 cc를 대동맥근부내로 주사기를 사용하여 주입하고, 심정지가 일어난 후에는 다시 GIK 용액 500 ~ 1000 cc를 그림 1에서 보는 것과 같이 1.5m 높이에서 수압(Gravity)을 이용하여 주입하였다. 그후에는 매 20 분마다 300 ~ 500 ml의 GIK 용액을 재주입토록 하였다.

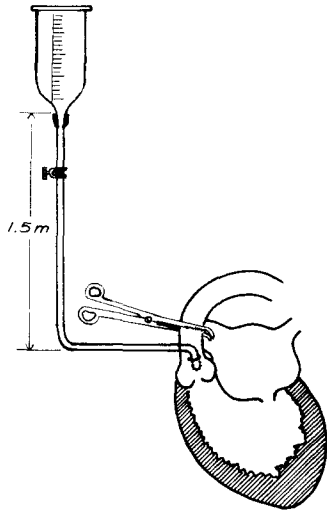


Fig. 1. Infusion method of cardioplegic solution.

- 1) Young solution. 50~100ml.
Initial infusion with syringe.
- 2) GIK solution
Initial; 500~1,000ml.
300~500ml/20 minutes.

결 과

a) 심장정지 발생시간

대동맥 기시부의 차단후 심장의 electromechanical activity가 소실되는 심정지가 이루어질 때 까지의 시간을 보면 cardioplegia를 사용하지 않은 군에서는 60 ~ 300초로서 평균치는 90 초였고, cardioplegia 사용군에서는 5 ~ 30 초 사이로서 평균치는 9 초였다. 즉 cardioplegia 사용군에서 대동맥차단후 심정지의 발생 시간은 非사용군에 비하여 $\frac{1}{10}$ 밖에 소요되지 않음을 알 수 있다.

b) 대동맥 차단시간

대동맥기시부의 차단시간을 조사하였을 때는 표 3 과 같았다. 즉 cardioplegia 非사용군에서는 평균 43분이었고, cardioplegia 사용군에서는 67 분이 소요되었다.

Cardioplegia 사용군에서 대동맥 차단시간이 길어진 이유는 수술수기상의 난이도 차이에 기인하는 것으로 풀이되었다.

Table 3. Aortic cross clamping time.

	Non-cardioplegia (minute)	Cardioplegia (minute)
ASD	22.3	50.8
VSD	34.9	62.3
TOF	56.3	95.7
PS	32.0	—
Sinus of valsalva	35.0	51.0
MS	78.3	62.4
MI	—	81.0
Mean	43.1	67.2

c) 심근온도의 변화

승모판 협착증을 가진 환자에게 open mitral commissurotomy를 시행하였던 한 예에서 체외순환하에서의 체온과 심근온도의 변화를 그림 2에 표시하였다. 위에 점선으로 나타낸 체온의 변화를 보면, total bypass 시작후 10분경에 최저 28°C까지 하강한 뒤 체외순환기에서 weaning 할 때까지 점차적으로 상승함을 알 수 있고, 아래쪽에 실선으로 표시된 심근온도의 변화를 보면, 대동맥차단 직후 cardioplegic 용액을 주입함으로써 급격히 심근온도가 하강하여 약 3분뒤에는 27°C에서 14°C로 직선적으로 떨어지는 것을 볼 수 있다. 그리고 이때는 심장내의 수술조작이 모두 끝났으므로 곧 대동맥 차단을 해제하여 관상동맥의 재관류를 시행하였고, 심장은 자발적인 박동을 시작하고, 심근온도도 점차 정상적인 상태로 회복되었다.

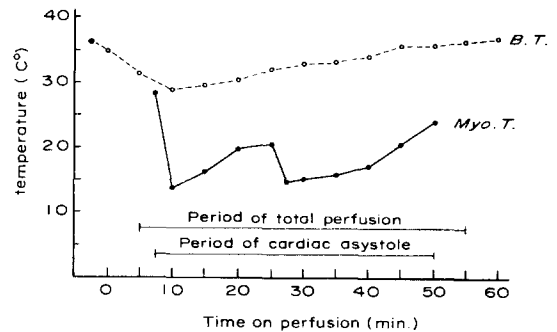


Fig. 2. Myocardial temperature during perfusion.

d) 심박동의 자연회복

개심수술후 대동맥차단을 해제하여 관상동맥의 재관류를 허용한 후 자발적 심박동을 회복하는 비율을 관찰해 보

면, cardioplegia 非사용군에서는 전체 31예중 8예에서 자발적인 심박동이 회복되어 25.7%를 나타냈고, cardioplegia 사용군에서는 20예중 16예에서 자발적 심박동이 회복되어 80%의 비율을 정하였다. 즉 cardioplegia 사용군에서 非사용군에 비하여 심박동이 자발적으로 회복되는율이 3배 이상이 됨을 알 수 있다.

e) DC shock의 빈도

대동맥차단의 해제후 심박동이 자발적으로 회복되지 못함으로 해서 제세동기를 이용한 DC shock을 적용한 예를 살펴보면, cardioplegia 非사용군에서는 31예중 10예로서 32.3%를 나타냈고, cardioplegia 사용군에서는 20예중 2예로서 10%를 나타냈다. 즉 cardioplegia 사용군에서 DC shock의 적용예수가 훨씬 감소하였음을 알 수 있다.

f) GIK 사용 제세동술의 시도

저자들의 경우, 대동맥차단의 해제후 관상동맥의 재관류가 시작될 때, 심실세동이 발생하여 3분이상 계속되는 경우에는, 곧 바로 제세동기를 이용한 D.C shock을 사용하지 않고, 우선 cardioplegic 용액을 재 주입하여 심정지를 유발시킨 다음, 다시 관상동맥재관류를 허용하는 방법을 시도하여 좋은 결과를 얻었다. 이를 chemical defibrillation이라고 표현하였고, cardioplegia 사용군 20예중 5예에서 시행하여 모두 정상적인 심박동을 회복하는 것을 볼수 있었다.

g) 혈압상승제의 사용

심장수술후 체외순환기로부터 weaning 시킬 때에 심근기능이 불량하여 vasopressor 약제(예, Isuprel, & Dopamine)를 사용했던 경우를 보면, cardioplegia 非사용군에서는 전체 31예중 22.6%인 7예에서 사용하였으나, cardioplegia 사용군에서는 단 1예에서만 사용하여 5%의 vasopressor 약제 사용율을 보임으로서 현저한 감소를 나타냈다.

h) 酵素의 변동

Cardioplegia 사용군중의 6예에서는 심장수술 전후의, 심장손상정도를 반영하는, 효소치의 변화를 관찰하였는데 표 4와 같은 결과를 나타냈다. 즉 CPK-MB는 술

전에 (-)치를 정하던 것이, 술후 제 1일에 (+)치를 보였다가, 제 2일부터 다시 (-)치로 환원되었고, LDH₁ isoenzyme 은 술전치 95.4 unit에서, 술후 제 2일에 최고치인 510 unit를 정하고 그후 점차 감소함을 알 수 있다. 또 SGOT의 경우는 술전 27.6 unit에서, 술후 제 1일에 149.2 unit로서 최고치를 나타냈다가 점차 감소함을 볼 수 있었다.

고 찰

개심수술시 대동맥기시부 차단에 의해 필연적으로 발생하게 되는 심근손상을 감소시키기 위해 취해지는 심근보호의 방법을 분류하면 관상동맥의 관류를 지속시키는 방법과 차단하는 방법으로 크게 대별할 수 있다²⁾. 이중 관상동맥개구부를 통해 직접삼관하여 선택적으로 지속 관류시키는 전자의 방법은, 보다 생리적이고, 지속적으로 장시간 동안 대동맥 기시부 차단을 가할 수 있는 이점이 있는 반면에, 관류가 지속되므로 수술시야가 좋지 못하고, 심근이 완전히 이완되지 않으므로 수술조작이 불편하며, 관상동맥의 삼관에 따르는 기계적인 손상과 관류량의 부적합에 기인하는 합병증등이 발생할 수 있는 단점을 가지고 있다³⁾. 또한 결과적인 심근보호효과도 cold cardioplegia를 사용한 경우보다 나쁘기 때문에 최근에는 별로 사용되지 않고 있다^{3,4,5)}.

관상동맥의 관류를 차단하는 경우는 anoxic arrest법과 cardioplegia에 의한 심정지유발 방법으로 나눌 수 있다²⁾. 즉 심장이 정지되면 심박동의 electromechanical work을 수행하는데 필요한 energy가 절약되므로, 심박동이 있거나 심실세동이 있는 경우에 비하여 energy소모를 약 1/8로 줄일 수 있으며, 또한 체외순환기를 이용한 core cooling과 심장의 국소냉각법을 사용하여 심근온도를 하강시켜 신진대사율을 떨어뜨린 경우에는 더욱 현저하게 심근의 energy 소모를 줄일 수 있다⁶⁾. 그러므로 심근온도를 15°C로 떨어뜨려 anoxic arrest를 일으킨 경우에는 1시간 동안의 관동맥혈류 차단을 견딜 수 있게 되는 것이다²⁾. 즉 Buckberg⁸⁾에 의하면 심정지상태에서는 심근온도 37°C에서 심근 100gm의 분당 산소소모량은 1cc 이고, 22°C에서는 0.3 cc 라고 하였

Table 4. Changes of enzymes in cardioplegic group.

	Pre-op		Post-op			
		2 hrs	# 1	# 2	# 3	# 7
CPK-MB	-	-	+	-	-	-
LDH ₁ (unit/ml)	95.4	347.5	326.9	510.0	406.6	207.5
SGOT (unit)	27.6	34.0	149.2	146.0	112.0	50.2

(6 cases)

다. 그러나 심박동과 심실세동이 있을 경우에는 22°C에서도 2.0 cc로 산소소모량이 현저하게 증가된다고 하였다. 그렇지만 이러한 방법에 의한 심근보호효과에는 한계가 있어서 심근온도 15°C에서는 1시간, 30°C에서는 20~30분밖에 관동맥 차단을 견디지 못한다고 한다²⁾. 따라서 저자들의 경우에도, 중증도 저체온하 anoxic arrest법에 의한 개심술을 시행할 때는 15분간의 대동맥기시부 차단 후, 3~5분간 관동맥 재관류를 시키는 방법을 사용하였으며, 수술시간이 길어질 때는 위의 방법을 반복시행토록 하였다.

그러나 구래에 와서, 개심수술시 심근보호를 위해 가장 보편적으로 사용하고 있는 방법은 cold cardioplegic 용액과 심장의 국소냉각법을 병용하여 심정지를 일으키는 것이다^{6~23)}. Cardioplegia의 임상이용은 1955년 Melrose²⁴⁾ 등에 의해 처음 시도되었는데 그 당시 사용한 Melrose 용액은 cold, hypertonic PH 7.8의 potassium citrate blood cardioplegia로써 potassium의 농도는 245 mEq/L였고 Osmolarity는 448 mOsm이었다. 그러나 결과가 불량하여 그 후 약 20년간 폐기되었다가 유럽에서는 1967년에 Bretschneider²⁵⁾, 1972년에 Kirsh¹⁶⁾ 등에 의하여, 그리고 미국에서는 1973년 Gay와 Eber²⁷⁾ 등에 의해 다시 연구 개발되어 임상에 활용하게 되었다. Melrose액이 심근조직의 손상을 일으킨 원인은 hypertonicity와 高 potassium 농도에 기인하는 것으로 풀이된다¹⁵⁾.

Hyperkalemic 용액이 cardioplegia를 유발하는 기전은 이 용액을 관상동맥내로 주입하였을 때 발생하는 extracellular hyperkalemia가 심근의 세포막을 depolarization 시킴으로서 지속적인 이완상태를 만들기 때문이다⁸⁾. 그러나 K⁺ 농도가 40mEq/L를 초과하면 세포막의 변성을 초래하여 excellular calcium이 세포내로 이입되어 energy 소모를 증가시키게 되므로 불리하며⁸⁾, 만약 100~200mEq/L 정도가 되면 비가역적인 심근의 조직손상을 일으킨다고 한다¹¹⁾. Gharegozloo¹¹⁾ 등에 의하면 쥐를 이용한 동물실험을 기초로 하여, 인체에 사용하는 cardioplegic 용액의 이상적인 K⁺ 농도로서 25~34 mEq/L를 제시하였다. 저자들의 경우에 사용하였던 GIK액의 K⁺ 농도는 40mEq/L였으며, Young액은 0.8% potassium citrate의 농도로서 상당히 높은 K⁺치를 포함하였다. cold cardioplegic 용액에 의한 심정지로서 심근보호효과를 가져올 수 있는 원리로서는 첫째, 즉각적인 심정지를 일으키므로써 Anoxic cardiac arrest 때에 볼 수 있는 심실세동, 즉 electromechanical work에 의한 심근의 energy 낭비를 줄이는 것, 둘째로, cold cardioplegic 용액의 관동맥 관류에 의하여 신속하고도 효율적으로 심근을 냉각시키므로써 심근의 신진대

사 저하와 산소소모량의 감소를 가져올 수 있다. 즉 심낭내에 Ice slush를 사용하는 단순한 심장표면 냉각법에 비하여 훨씬 신속하고 균등하게 그리고 효율적으로 심근온도를 하강시킬 수가 있다. 셋째, cardioplegic 용액으로 심근세포혈관을 washout시켜 혈액세포성분의 잔류가 없으므로 혈소판 응집과 정체에 따른 미세순환장애를 제거할 수 있다. 넷째, 관상혈류차단에 따른 좋지 못한 영향들을 상쇄하기 위한 용액성분의 적절한 배합등을 열거할 수가 있다^{2,8,19)}.

심장이 정지된 상태에서도, 심근의 기초적인 신진대사와 세포의 membrane gradient를 건전하게 유지하기 위해서는 극히 소량이지만 계속적인 energy의 공급이 필요하므로 glucose와 같은 substrate를 cardioplegic 용액에 포함시키는 것은 유효하다. 특히 insulin을 첨가하면 glucose의 활용을 증가시키는데 도움이 된다⁸⁾. 또 cardioplegic 용액에 tromethamine (THAM), sodium bicarbonate 등의 buffer를 첨가해서 용액의 PH를 증가시키므로써, anaerobic glycolyn's에 의해 초래되는 대사성산증을 중화하는 것도 중요하다^{8,19)}. 저자들이 사용하였던 GIK액은 glucose와 insulin을 함유하고 있으며 아울러 buffer로서는 7% NaHCO₃를 첨가하였는데 이 용액의 PH는 7.8이었다.

Cardioplegic 용액의 osmolarity를 증가시키면 관동맥 차단에 의한 ischemic 손상의 결과로서 발생하는 심근부종을 감소시킬 수 있다. 그러나 Buckberg⁸⁾에 의하면 cardioplegic osmolarity가 400mOsm을 초과하면 오히려 심근손상을 초래할 수가 있으므로 유의하여야 한다고 하였다. 저자들이 사용한 GIK액의 osmolarity는 343mOsm이었다. 관혈류 차단시에 손상받기 쉬운 심근세포의 세포막을 안정시키기 위해 cardioplegic 용액내에 procaine이나 steroid제재를 첨가하는 경우도 있는데 이들의 작용기전은 확실하게 밝혀져 있지는 않다^{28, 29)}. 그러나 Engelman 등에 의하면, 2시간 동안 대동맥기시부를 차단시키는 동물실험에서 procaine 등에 의한 membrane stabilization 없이 multidose cardioplegia만 으로서 심근보호효과를 완전히 발휘할 수 있다고 하였다³⁰⁾. 이때 multidose cardioplegic 용액의 재주입을 위한 이상적인 시간간격은 경우에 따라 일정치는 않지만 심근비후가 있는 경우에는 20분 간격이 좋다고 한다⁸⁾. 저자들의 경우에도 cardioplegic 용액에 세포막 안정을 위한 약제를 포함시키지 않았고, 20분 간격으로 cardioplegic 용액을 재주입하는 multidose cardioplegia법을 사용하였다.

개심술후 심근보호효과를 평가하는 방법으로는 술후 회복과정의 임상적 관찰, 심근기능의 측정, Enzyme치변화의 측정, Electrocardiogram의 관찰, 심근세포 미세구

근의 변화 관찰, 심근의 ATP 및 수분 함유량의 측정 등 여러가지 방법들이 있다^{5,19,20,21}. 심근손상의 정도를 정확히 반영하는 점에 있어서는 이들 여러 검사법들 간의 차이는 별로 없다고 한다²¹. 그러나 이들 중에서도 가장 초기에 심근손상을 반영하는 검사법으로는, 술후 회복 정도에 대한 임상적 관찰로서 평가할 수 있는 심근기능의 측정과 대사성 변화의 측정을 들 수 있으며, 그 다음으로는 세포괴사에 따른 세포성분의 유출을 반영하는 Enzyme 치변화의 측정과 전자현미경적 관찰로서 가능한 심근세포미세구조의 변화를 검사하는 법 등이 있다²¹. Enzyme 치변화의 검사법 중에서는 CPK의 MB isoenzyme 치 상승을 측정하는 것이 심근손상을 선택적이고도 민감하게 가장 일찍 반영시켜주는 검사법으로 평가되고 있으며³¹) 그외에 LDH, SGOT치의 변화를 측정하는 것도 많이 이용되고 있다. 특히 LDH₁ isoenzyme 치의 변화는 심근손상의 정도를 선택적으로 반영한다고 한다³¹). 저자들의 경우에 있어서는, 개심술후 심근기능 회복 정도를 임상적으로 평가하기 위해 대동맥 차단시간, DC shock의 사용여부 및 pump weaning시 vasopressor drug의 사용빈도를 관찰하였고, 또 심근손상 정도를 측정하기 위한 Enzyme 치의 측정, 즉 CPK-MB isoenzyme, LDH₁ isoenzyme 및 SGOT의 변동을 관찰하였다. 그러나 Enzyme 치의 측정은 cardioplegia 사용군에서만 시행하였기 때문에 양군간의 비교관찰은 할 수 없었다. 대동맥 차단시간은 cardioplegia 사용군에서 평균 67.2분(최고 142분)으로 비사용군의 43.1분(최고 121분)보다 장시간이었는데도 대동맥기시부 차단의 해제후, DC shock의 사용없이, 자동적으로 sinus rhythm을 회복한 예가 80%나 되었는데 이는 비사용군의 25.7%에 비하여 현저한 증가이다. 또 pump weaning시의 pressor drug의 사용에도 cardioplegia 사용군에서는 5%, 비사용군에서는 22.6%로서 cold cardioplegic 용액의 사용으로 심근기능의 뚜렷한 호전이 이루어졌음을 알 수 있었다. Buckburg⁸⁾에 의하면 심장내의 수술조작이 끝나고 대동맥기시부 차단을 해제하여 관동맥의 재관류를 시킬 때에 발생할 수 있는 post-ischemic reperfusion damage를 막기 위해서는 oxygenated cardioplegic 용액을 재주입하여 잠간동안 심정지를 다시 유발시키는 것이 좋다고 하였다. 그리고 이러한 secondary cardioplegia는 관동맥관류가 재개될 때에 얻어지는 소량의 산소를 electromechanical work을 수행하는데 낭비시키지 않고, 손상된 심근을 복구개선하는 데에 활용될 수 있도록 한다고 설명하였다⁸⁾. 저자들의 경우에 있어서는 대동맥 차단 해제후 관동맥관류가 재개될 때에 심실세동이 발생하여 3분이상 지속하였던 5예에서 secondary cardioplegia를 시행하여 모두 정상적인 심박동을 회복하는 좋은

결과를 얻었다. 그러나 이에 대한 양부를 판단하기 위해서는 보다 많은 임상예의 경험이 필요한 것으로 판단된다.

요 약

경복의대 흉부외과학교실에서 1975년 12월부터 1979년 7월까지 체외순환하 개심술을 시행하였던 환자중 중등도 저체온하에서 anoxic cardiac arrest를 유발시킨 31예와 cold cardioplegic solution을 사용하여 심정지를 일으킨 20예를 선택하여 양군에서의 심근보호효과를 비교, 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 대동맥기시부 차단후 심장의 electromechanical activity가 소실되는 심정지가 될때까지의 시간은 cardioplegia 非사용군에서는 60~300 초로서 평균치는 90 초였고, cardioplegia 사용군에서는 5~30 초 사이로서 평균치는 9 초였다.

2. 대동맥기시부 차단시간은 cardioplegia 非사용군에서 평균 43분이었고, cardioplegia 사용군에서는 67분이었다.

3. 심장내 수술조작이 끝난후, 대동맥기시부 차단을 해제하였을 때 자발적 심박동을 회복하는 비율은 cardioplegia 非사용군에서 25.7%, 사용군에서 80%를 보임하여 cardioplegia 사용군에서 비사용군에 비하여 3배 이상 될 것을 알 수 있다.

4. 대동맥기시부 차단을 해제했을 때 심실세동이 발생하여 DC shock을 시행한 경우는, cardioplegia 非사용군에서는 31예중 10예로서 32.3%를 나타냈고, cardioplegia 사용군에서는 20예중 2예로서 10%를 보하였다.

5. 술후 체외순환기로부터 weaning할 때에 심근기능이 불량하여 vasopressor drugs를 사용했던 경우는, cardioplegia 非사용군에서는 22.6%, 사용군에서 5%에 시한 사용하여, 사용군에서 현저한 감소를 나타냈다.

6. Cardioplegia 사용군에서만 검사하였던 Enzyme 치의 변화를 살펴보면, CPK-MB는 술후 제 1일에서만 (+)를 보하였고, LDH₁은 술후 제 2일에 510 unit/ml로서 최고치를 나타냈으며, SGOT는 술후 제 1일에 최고치인 149.2 unit를 보하였다.

7. Cardioplegia 사용군 20예중 5예에서는 secondary cardioplegia를 시행하여 모두 정상적인 심박동을 회복하는 좋은 성적을 얻었다.

REFERENCES

1. Sabiston, D.C. and Spencer, F.C. : *Gibbon's surgery*

- of the chest, 3rd edition, W.B. Saunders company, p. 854, 1976.
2. Ionescu, M.I., and Wooler G.H. : *Current techniques in extracorporeal circulation*. Butterwoths. p. 321, 1976.
 3. CanKovic-Darracott, S., Braimbridge, M.V., Williams, B.T. and Chayen, J. : *Myocardial preservation during aortic valve surgery*. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 73: 699, 1977.
 4. Braimbridge, M.V., Chayen, J., Bitensky, L. and Cankovic-Darracott, S. : *Cold cardioplegia or continuous coronary perfusion. Report on preliminary clinical experience as assessed cytochemically*. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 74: 900, 1977.
 5. Follette D., Fey, K., Mulder, D. and Buckberg, G.D. : *Prolonged safe aortic clamping by combining membrane stabilization, multidose cardioplegia, and appropriate pH reperfusion*. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 74: 682, 1977.
 6. Roe, B.B., Hutchinson, J.C., Fishman, N.H. and Smith, D.L. : *Myocardial protection with cold, ischemic, potassium-induced cardioplegia*. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 73: 366, 1977.
 7. Hearse, D.J., Stewart D.A. and Braimbridge, M.V. : *Myocardial protection during ischemic cardiac arrest*. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 75: 877, 1978.
 8. Buckberg, G.D. : *A proposed "solution" to the cardioplegic controversy*. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 77: 803, 1979.
 9. Gynge, P., Hearse, D.J. and Braimbridge, M.V. : *Myocardial protection during ischemic cardiac arrest*. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 73: 848, 1977.
 10. Laks, H., Barner, H.B., Standeven, J.W., Hahn, J.W. and Menz, L.J. : *Myocardial protection by intermittent perfusion with cardioplegic solution versus intermittent coronary perfusion with cold blood*. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 76: 158, 1978.
 11. Gharagozloo, F., Bulkley, B.H., Hutchnis, G.M. and Gardner, T.J. : *Potassium-induced cardioplegia during normothermic cardiac arrest*. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 77: 602, 1979.
 12. Tucker, W.Y., Ellis, R.J. and Ebert, P.A. : *Questionable importance of high potassium concentration in cardioplegic solutions*. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 77: 183, 1979.
 13. Tyers, G.F. and Manley, N.J. : *Preliminary clinical experience with isotonic hypothermic potassium-induced arrest*. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 74: 674, 1977.
 14. Follette, D.M. Muloler, D.G., Maloney, J.V. and Brckberg, G.D. : *Advantages of blood cardioplegia over continuous coronary perfusion or intermittent ischemia; Experimental and clinical study*. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 76: 604, 1978.
 15. Bixler, T.J. Gardner, T.J., Flaherty, J.T. and Gott, V.L. : *Effects of procaine-induced cardioplegia on myocardial ischemia, myocardial edema, and post-arrest ventricular function*. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 75: 886, 1978.
 16. Kirsh, U., Rodewald, G. and Kalmar, P. : *Induced ischemic arrest. Clinical experience with cardioplegia in open-heart surgery*. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 63: 121, 1972.
 17. Conti, V.R., Bertranou, E.G., Blackstone, E.H. and Digerness, S.B. : *Cold cardioplegia versus hypothermia for myocardial protection; Randomized clinical study*. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 76: 577, 1978.
 18. Kay, H.R., Levine, F.H., Fallon, J.T. and Buckley, M.J. : *Effect of cross-clamp time, temperature, and cardioplegic agents on myocardial function after induced arrest*. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 76: 590, 1978.
 19. Adappa, M.G., Jacobson, L.B., Hetzer, R. and Kerth, W.J. : *Cold hyperkalemic cardiac arrest versus intermittent aortic cross-clamping and topical hypothermia for coronary bypass surgery*. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 75: 171, 1978.
 20. Hearse, D.J., Stewart, D.A. and Braimbridge, M.V. : *Myocardial protection during ischemic cardiac arrest*. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 76: 16, 1978.
 21. Jynge, P., Norway, T., Hearse, D.J., J. de Loris, Feuvray, D. and Braimbridge, M.V. : *Protection of the ischemic myocardium; Ultrastructural, enzymatic, and functional assessment of the efficacy of various cardioplegic infusates*. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 76: 2, 1978.
 22. Craver, J.M., Sams, A.B. and Hatcher, C.R. : *Potassium-induced cardioplegia; Additive protection against ischemic myocardial injury during coronary revascularization*. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 76: 24, 1978.
 23. Adams, P.X., Cunningham, J.N., Trehan, N.K. and

- Spencer, F.C. : *Clinical experience using potassium-induced cardioplegia with hypothermia in aortic valve replacement*, *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 75: 564, 1978.
24. Melrose, D.G., Dryer, B. and Bental, J. : *Elective cardiac arrest. Preliminary communications Lancet*, 2: 21, 1955.
25. Bretschneider, J., Hubner, G., Knoll, D., Lohr, B. and Spiekerman, P.G. : *Myocardial resistance and tolerance to ischemia. Physiological and biochemical basis. J. Cardiovasc. Surg.*, 16: 241, 1975.
26. Gay, W.A. and Ebert, P.A. : *Functional metabolic, and morphologic effects of potassium-induced cardioplegia. Surgery*, 74: 284, 1973.
27. Toledo-Pereyra, L.H. and Jara, F.M. : *Myocardial protection with methylprednisolone. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 77: 619, 1979.
28. Codd, J.E., Wiens, R.D., Barner, H.B. and Willman, V. L. : *Steroids and myocardial preservation. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 74: 418, 1977.
29. Engelman, R.M., Avvil, J. and Levitsky, S. : *Significance of multidose cardioplegia and hypothermia in myocardial preservation during ischemic arrest. J. Thoracic. Cardiovasc. Surg.*, 75: 555, 1978.
30. Wallach, J. : *Interpretation of diagnostic tests. third edition, Little, Brown and Company, p. 57-61, 1978.*
31. 李聖行, 李成久, 韓承世, 李吉魯, 金松明, 李光淑, 李鍾國; 先天性心臟病의開心術 5例手術經驗, 大韓胸部外科學會誌, 9 : 220, 1976.