

포타슘만을 이용한 간헐적 온혈액 심정지술의 임상적 고찰

송 현*·임 한 중*·제 형 곤*·유 양 기*·소 르 킨*·마 주 다*
주 석 중*·이 재 원*·송 명 근*

=Abstract=

The Clinical Analysis of the Intermittent Warm Blood Cardioplegia by Admixing Potassium Only

Hyun Song, M.D.*, Han jung Lim, M.D.*, Hung kon Je, M.D.*, Yang gi Yu, M.D.*,
Vitaliy Sorkine, M.D.*, Naruto Matsuda, M.D.*, Suk Jung Choo, M.D.*, Jae won Lee, M.D.*,
Myung gun Song, M.D.*

Background: Since the introduction of warm blood cardioplegic myocardial protection, the results of numerous clinical trials have been reported. However, the increased reliance on crystalloid cardioplegia with longer cross clamp time, the controversies surrounding the issue of right ventricular protection with retrograde cardioplegia, and problems of securing a good operative field of vision have all been pointed out as unresolved. To overcome these shortcomings, Antonio et al, in 1995 published the use of intermittent warm blood cardioplegia by admixing potassium only with good clinical results. The objectives of the current investigation were to assess the effects and applicability of warm blood cardioplegia with potassium only. **Material and method:** From May of 1998 to January of 1999, the results of coronary surgery or open heart surgery in 70 patients under intermittent warm blood potassium only cardioplegia were compared with the results of 70 case matched patients undergoing similar operations with intermittent cold blood cardioplegia. **Result:** The amount of cardioplegic solution required during cardiopulmonary bypass(1463 ± 68.0 min, 3584 ± 179 min, $p < 0.001$), the time to recovery of consciousness postoperatively(3.5 ± 0.4 min, 4.9 ± 0.8 min, $p = 0.044$), intubation duration(10.8 ± 0.8 hr, 13.2 ± 0.6 hr, $p = 0.017$), and the incidence of arrhythmia requiring the use of lidocaine(75.2 ± 6.8 mg, 114.5 ± 7.2 mg, $p = 0.006$), which were found to be less in the warm potassium only group were statistically significant. However, the differences in postoperative cardiac enzyme elevation and postoperative mortality and morbidity were statistically insignificant. **Conclusion:** The current study showed warm intermittent potassium only blood cardioplegia to be at least equally effective as cold intermittent blood cardioplegia in providing myocardial protection. Furthermore, the reduction

*서울중앙병원 흉부외과, 울산대학교

Department of Cardiovascular and Thoracic Surgery, Asan Medical Center, University of Ulsan

† 본 논문은 1999년도 추계학술대회에서 구연되었음

논문접수일 : 2000년 10월 31일 심사통과일 : 2000년 1월 19일

책임저자 : 송 현(138-736) 서울특별시 송파구 풍납동 388-1, 서울중앙병원 흉부외과. (Tel) 02-2224-3580, (Fax) 02-2224-6966

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

in cardiopulmonary bypass, mental recovery and intubation times strongly support the use of this method for intraoperative myocardial protection.

(Korean Thorac Cardiovasc Surg 2001;34:224-30)

Key words: 1. Cardioplegic solution
2. Myocardial protection
3. Potassium

서 론

저체온법을 이용한 심근보호술의 단점과 함께 정상 온도 하에서 심정지만으로 심근 산소 소모량이 박동하는 심근의 1/10임이 밝혀지면서¹⁾, 저체온법을 이용한 심근보호술의 필요성에 대한 의문이 제기 되어왔다. 이를 바탕으로 1987년부터 지속적 온혈 심정지액을 이용한 심근보호술의 임상적 사용이 시작되었고, 이를 토대로 많은 임상결과가 발표^{2~4)} 되고 있다. 그러나 수술시간이 길어질수록 수액(crystalloid) 사용량이 많아지고, 이에 따른 수액 평형(fluid balance)의 문제와 역행성 관류법에 따른 우심실 보호에 대한 문제^{5,6)}, 수술시야 확보 등에 문제가 새로운 문제점으로 대두 되었다.

이에 1995년 Antonio 등⁷⁾은 포타슘만을 이용한 간헐적 온혈액 심정지술을 시도하고 만족할 만한 임상 결과를 보고 하였다. 본 교실에서는 1998년 5월부터 포타슘만을 이용한 간헐적 온혈액 심정지술을 이용한 개심술과 간헐적 냉혈액 심정지술을 이용한 경우와 비교, 분석하여 문헌 고찰과 함께 보고 하고자 한다.

대상 및 방법

1998년 5월부터 1999년 1월까지 흉부외과에 입원하여 관상동맥질환이나 판막질환으로 진단 받고 관상동맥 우회술 및 판막 수술을 시행 받은 환자중 포타슘만을 이용한 간헐적 온혈액 심정지술(intermittent antegrade warm blood cardioplegia-이하 II군이라 칭함)을 심근보호술로 사용하여 관상동맥 우회술(59례) 또는 판막치환술(19례)을 시행한 70례와 동일 기간 같은 술자에 의해 간헐적 냉혈액 심정지술(intermittent antegrade cold blood cardioplegia-이하 I군이라 칭함)을 심근 보호술로 사용하여 관상동맥우회술(44례) 또는 판막치환술(26례)을 시행한 70례의 입원기록의 확인을 통해 술전 평가 및 수술 성적을 분석하였다.

수술방법

심근 보호법은 II군에서는 37도의 온혈을 1/4 인치 튜브를

Table 1. Intermittent warm blood cardioplegia delivery protocol in CABG

Dose	Pump Flow	Continuous infusion		Duration	KCL amount
		(KCL Infusion Rate)			
1 st	300ml/min	Bolus	720 cc/hr	10sec	3cc(4meq)
	300ml/min		150 cc/hr	2min	5cc(10meq)
2 nd	200ml/min		120 cc/hr	2min	4cc(8meq)
3 rd	200ml/min		60 cc/hr	2min	2cc(4meq)
4 th	200ml/min		60 cc/hr	2min	2cc(4meq)

이용하여 산화기(oxygenator)로 부터 받아 대동맥 기시부 또는 관상동맥구를 통하여 주입하였고, 이와 동시에 1/4 인치 튜브의 측면에 Luer-Lock을 이용하여 2 mEq/ml의 원액 포타슘이 들어 있는 syringe pump와 연결(Fig 1)하여 table 1 에 따라 주입하였다. 심정지액의 주입은 관상동맥 우회술의 경우 심정지유도를 위해 포타슘을 720 cc/hr로 10초간 공급하고 이어 균등한 관류(uniform distribution)을 위해 150 cc/hr로 2분간 더 주입하였다. 관상동맥 우회술의 경우 원위부 문합이 끝나는 데로 이식된 정맥 이식편의 근위부에 다중 주입 키트(multiple delivery kit)를 연결하고 2차의 심정지액을 주입하였다. 이후의 심정지액의 공급은 Table 1 의 용량과 같이 주었다. 한편 심근비대가 있는 경우나 대동맥역류가 있는 경우 질환의 중증도에 따라 심정지액의 공급시간을 1.5배에서 2배로 늘려 사용하였다. 한편 판막 질환의 경우에 있어서는 승모판의 경우 관상동맥 우회술과 같은 방법으로 주입하였고, 대동맥 판막의 경우 관상동맥구를 통하여 직접 주입하는 방식으로 Table 2에 따라 주입하였다. II군의 경우는 수술중 환자의 온도 변화를 알아보기 위해 비인두(nasopharynx)에 온도 측정기를 유지하였고, 직장에는 온도측정기를 유지하지 않았다. 수술중 체온을 올리기 위한 가온(warming)은 필요에 따라서 하였는데, 환자의 비인두 온도가 35도에서 36도가 되게 하였다. I군의 경우 산화기와 정지심정지액을 4:1로 혼합하여

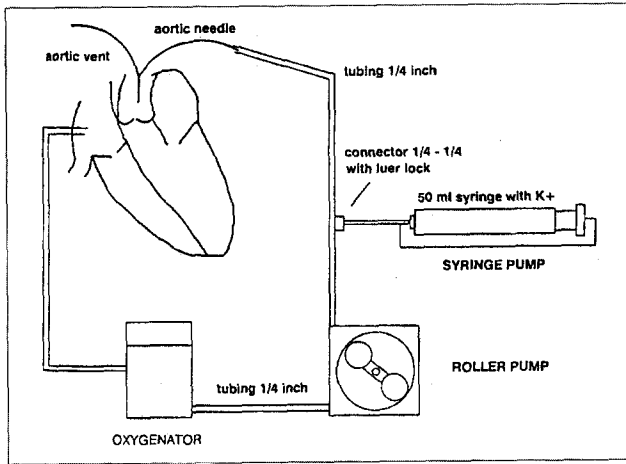


Fig. 1. Intermittent warm blood cardioplegia delivery diagram

Table 2. Intermittent warm blood cardioplegia delivery protocol in Aortic valve

Dose	Pump Flow	Continuous infusion (KCL infusion rate)	Duration	KCL amount
1 st	150ml/min	Left Bolus 720cc/hr	10sec	2cc(4meq)
		150cc/hr	2min	5cc(10meq)
	Right Bolus 720cc/hr	5sec	1cc(2meq)	
		150ml/min	150cc/hr	1min
2 nd	100ml/min	Left 120cc/hr	2min	4cc(8meq)
	100ml/min	Right 60cc/hr	1min	2cc(4meq)

주입할 수 있는 cardioplegic delivery system을 이용하였으며 이때 사용된 심정지액은 St.Thomas(I)용액에 KCL을 첨가하였다. 60 Kg의 환자의 경우 초기 심정지 유도를 위해 혈액과 고칼륨 용액(100 mEq/1L)을 4:1로 혼합하여 25 ml/kg양으로 주입하였고, 심정지 유지를 위해 저칼륨 용액(50 mEq/1L)으로 변경하여 12.5 ml/kg양 만큼 관상동맥 수술의 경우 원위부 문합이 끝나는 대로 또는 20분 간격으로 주입하였다. 따라서, 60 kg인 환자로 생각하면 포타슘의 양은 첫번째 심정지액에 30 mEq, 두번째 심정지액에 7.5 mEq가 되는 것이다 (Table 3). 심정지액의 온도는 8~10도로 유지하였고, 이때 직장온도는 32도를 유지하였다.

결과 분석

개심술에 있어서 포타슘만을 이용한 간헐적 온혈액 심정지술 이용한 심근보호법의 사용이 술중, 술후 사망률과 합병증 발생에 영향을 미치는지 알아보기 위해 술후 조기 사망률(술후 30일 이내), 술후 심근경색 발생률, 술후 심근효소의 상승, 술후 의식회복까지의 시간, 기관삽관의 발관시까지의 시간, 부정맥으로 lidocaine의 도움이 필요한 경우, 술전, 술후

Table 3. Cold blood cardioplegia delivery protocol

	1 st dose cardioplegia	2 nd dose cardioplegia
K+ -content	100mEq/1000ml	50mEq/1000ml
Pump flow	300ml/min	300ml/min
Example:60kg patient	60kg × 25=1500cc	1500/2=750cc
B1. cardioplegia 1:4	K+:30mEq	K+=7.5mEq

Table 4. patent profile and clinical result

		Group		Test	P-value
		warm (II군)	Cold (I군)		
Dx	Valve Ds	19	26	Chi-square	0.278
	Coronary	51	44		
Sex	M/F	46/24	35/35	Chi-square	0.087
Age(mean, SE)		58.7	58.9	T-test	0.891
		9.7	11.2		
Mortality		1	1	Fisher	>0.05
Complication	Storke	1	1	Fisher	>0.05
	Bleeding	2	1	Fisher	>0.05

심박출량의 변화 등을 분석하였다.

심근경색의 진단⁸⁾은 수술직후 새로 발생하여 0.04초 이상 지속되는 Q파의 출현 및 ST절, T파의 변화를 동반한 QS의 반향을 보이거나, 술후 1일째와 2일째 검사한 심근효소 결과 CK-MB가 100이상이거나 CK-MB분획이 전체의 8%이상인 경우로 하였다.

양군간의 유의성은 평균치의 분석은 t-test를 시행하였으며, 빈도의 분석은 Chi-square test 혹은 Fishers exact test를 이용하였고, 시간대별 효소의 변화는 repeated measure ANOVA를 시행하였다. p값이 0.05이하 일 때 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

결 과

환자의 남녀비, 평균 나이, 환자들의 질환에 따른 분류, 술전 구혈률 등은 두 군간의 통계적 유의성은 없었다(Table 4). 평균 체외순환 시간은 II군의 경우 98.7±6.0분, 대동맥 차단 시간은 61.3±3.0분 이었고, I군의 경우 각각 114.3±7.5분, 69.9±3.5분으로 II군에서 총 심폐기 가동 시간 면에서 짧았다(p=0.018). 수술중 필요한 심정지액의 사용량은 II군에서 1463±68.7 ml, I군에서 3584±179 ml로 II군에서 유의하게 적

Table 5. CPB in intermittent warm blood cardioplegia

	IAWBC		CBC		T-test
	Mean	SE	Mean	SE	P-value
CPB time(min)	98.7	6.0	114.3	7.5	0.018
ACC time(min)	61.3	3.0	69.9	3.	0.062
Mean BP(mmHg)	63	0.41	59.9	0.58	<0.001
Cardioplegic Vol.(cc)	1,463	68.7	3,584	179	<0.001

CPB, cardiopulmonary bypass; IAWBC, Intermittent antegrade warm blood cardioplegia; CBC, Cold blood cardioplegia; BP, Blood pressure

Table 6. Clinical results

	IAWBC		CBC		T-test
	Mean	SE	Mean	SE	P-value
Bleeding(cc/1st day)	286	23	318	24	0.26
Mental Recovery(hr)	3.5	0.4	4.9	0.8	0.044
Extubation(hr)	10.8	0.8	13.2	0.6	0.017
1st 1hr urine(cc)	307	21	381	30	0.045
Lidocaine(mg)	75.2	6.8	114.5	7.2	0.006

IAWBC, Intermittent antegrade warm blood cardioplegia; CBC, Cold blood cardioplegia

었다(p<0.001, Table 5). 술후 환자의 의식회복은 II군에서 3.5 ± 0.4시간, I군에서 4.9 ± 0.8시간으로 II군에서 의식 회복이 빨랐고(p=0.044), 기관 삽관 제거도 II군에서 10.8 ± 0.8시간, I군에서 13.2 ± 0.6시간으로 통계적으로 유의하게 빨랐다(p=0.017). 술중 및 술후 부정맥으로 Lidocaine 사용은 II군에서 75.2 ± 6.8 mg, I군에서 114.5 ± 7.2 mg로 II군에서 유의하게 적었다(p=0.006). 한편 술후 1시간 동안의 소변량은 II군에서 시간당 307 ± 21 cc, I군에서 381 ± 30 cc로 I군에서 다소 많았다(p=0.045). 술후 24시간동안의 출혈량에 있어서는 II군에서 286 ± 23 cc, I군에서 318 ± 24 cc 로 두 군간에 통계적으로 유의하지 않았다(p=0.26, Table 6). 심근 효소치에 있어서는 CK, CK-MB, LDH 모두 II군에서 다소 낮지만 통계적 유의성은 없었다(Fig 2,3,4).

술후 사망은 각군에서 1명씩 발생하였다. II군에서는 관상동맥 우회술과 대동맥치환술을 동시에 시행한 환자로 술후 별다른 문제없이 병동에 전동된 후 술후 13일째 갑작스런 부정맥으로 사망하였고, I군에서는 술후 생긴 뇌색전증에 의한 뇌부종으로 술후 13일째 사망하였다. 술중 및 술후 발생한 뇌색전증은 II군과 I군 각각 1명씩 발생하였다. 술전 및 술후 심박출량의 변화 또한 II군에서 53.5 ± 1.6에서 53 ± 1.7%로 I

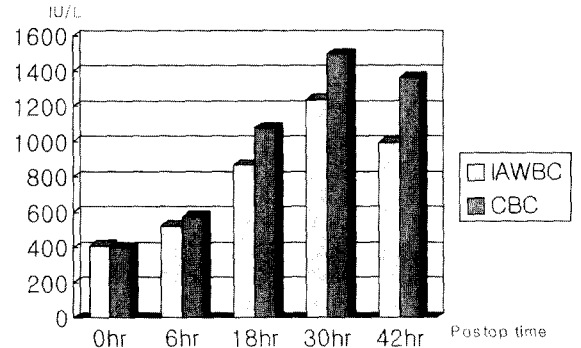


Fig. 2. Cardiac enzyme survey(CK)

Repeated measure ANOVA : Between IAWBC & CBC - No significant

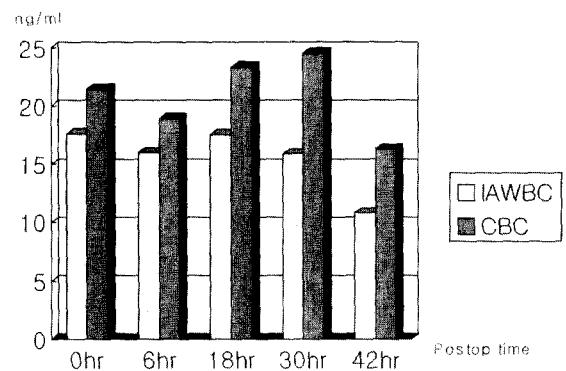


Fig. 3. Cardiac enzyme survey(CK-MB)

Repeated measure ANOVA : Between IAWBC & CBC - No significant

군에서 술전 58.7 ± 1.5에서 57.3 ± 1.0%로 통계적 유의성은 확인하지 못하였다.

고찰

술중 심근손상은 심근의 산소 공급 및 수효의 불균형에서 초래되는 것으로 이러한 심근손상을 최소화하기 위해 현재까지 많은 심근보호법들이 보고되었다. 이 가운데 Bigelow등⁹⁾에 의해 제시된 저온 요법은 심근의 산소 수요(demand)를 최소화하는 방법으로, 심근 보호의 가장 중요한 요소로 인식되어 왔다. 그러나, 저온요법은 술중 세포대사를 유지할 수 없고, 술후 재관류로 인한 심근손상등의 문제점이 대두되었다. 이와 함께 정상 체온하에서 심정지만으로도 심근 산소 소모량이 박동하는 심근의 1/10로 감소함¹⁾이 알려지면서 저체온을 이용한 심근보호술의 필요성에 대한 의문이 제기되어 왔다. 이를 배경으로 온혈 심정지액을 이용한 심근 보호법이 Lichtenstein등에 의해 보고³⁾되었다. 이는 정상 체온하

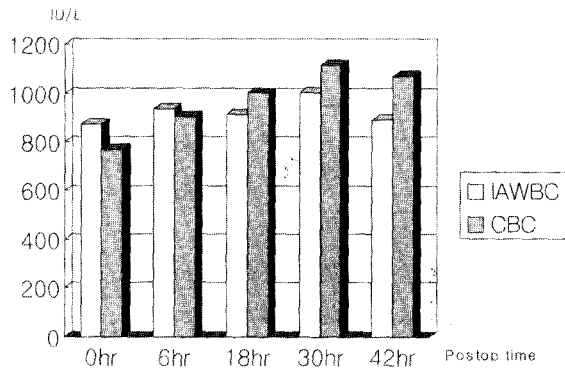


Fig. 4. Cardiac enzyme survey(LDH)
Repeated measure ANOVA : Between IAWBC & CBC - No significant

에서 연속 혈액 심정지액으로 호기적(aerobic)인 심정지를 유도하여, 허혈의 기간을 없애고 손상된 세포를 재건하며 재관류 손상을 줄이는 방법이다. 이러한 심근보호법은 이미 1956년 blanco등에 의해 제기 되었던 방법으로 저체온법에 가려 주목받지 못하다가 1983년 Rosenkranz¹⁰⁾의 warm induction과 1985년 Teoh¹¹⁾의 terminal hot shot의 임상결과가 발표되면서 다시 관심의 대상이 되었다.

Lichtenstein등³⁾은 이 보고에서 온혈 심정지액의 사용은 술 후 심근경색 발생률과 저심박출증을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 정상 리듬으로의 자연 전환이 높다고 하였다. 그러나 순행성 연속 온혈 심정지액을 이용한 심근 보호술은 수술시야 확보를 위해 때때로 온혈 심정지액의 중지가 필요하고, 관상동맥 질환이 심한 경우 심정지액의 불균등한 관류(inhomogenous distribution)가 발생할 수 있다고 지적되었다¹²⁾.

이로 인해 술중 허혈성 심근 손상의 가능성이 제기 되면서 점차적으로 역행성 주입법으로 바뀌었다. 그러나 이 방법 역시 역행성 관류법에 따른 부적절한 우심실 보호와 관상동맥동의 손상 등의 문제가 제기 되었다^{5,6)}. 1995년 Antonio 등은 포타슘만을 사용한 간헐적 온혈액 심정지술을 사용하여 만족할 만한 임상 결과를 보고⁷⁾ 하였다. 이 방법은 Menasche'등의 mini-cardioplegia 개념을 도입한 것으로 이는 온혈과 포타슘을 분리하여 공급함으로써 포타슘조절이 용이하고, 기존의 온혈과 심정지액을 4:1로 혼합하는 방법에 비해 용적 과부하(volume overloading)를 줄일 수 있다고 보고¹⁴⁾하였다. 본원의 결과도 술중 필요한 volume의 사용량이 II군에서 1463 ml, I군에서 3584 ml로 II군에서 유의하게 적게 관찰되었고, 술 후 첫 한시간 동안의 소변량도 II군에서 적어서 용적 과부하(volume overloading)가 적은 것으로 나타났다. 또한 포타슘만을 사용한 간헐적 온혈액 심정지술은 간단하고 기존의 심근 보호술과 크게 다르지 않아 시행이 용이할 뿐만

아니라 온혈액 심정지술의 호기적인 심정지(aerobic arrest)를 유도하여 심장의 세포 대사를 유지할 수 있다.

따라서 포타슘만을 사용한 간헐적 온혈액 심정지술은 기존의 warm heart surgery가 가지는 심근보호 효과와 함께 총 심폐기 시간의 단축, 조기기관 삽관 제거 등의 잇점을 살리면서 심정지액을 간헐적으로 줌으로 적절한 수술 시야를 확보할 수 있는 장점이 있다. 따라서 포타슘만을 사용한 간헐적 온혈액 심정지술이 심근 보호 효과만 기존의 심정지액 사용과 대등하다면 사용의 간편성과 전술한 여러 장점들 때문에 좋은 방법이라 사료 될 수 있다. 본원의 결과에 의하면 심근 효소의 측면에서 두 군간에 통계적 유의성을 보이지 않아 대등한 심근보호가 이루어 졌다고 할 수 있다. 그 외에 총 심폐기 가동 시간, 수술중 심정지를 위해 필요한 심정지액의 양, 의식이 회복될 때까지의 시간, 기관 삽관의 제거까지의 시간, 부정맥으로 리도케인의 도움이 필요한 경우 등에 있어서는 포타슘만을 이용한 간헐적 온혈액 심정지술이 효과적이어서 유용한 심근 보호술이라 생각된다.

그러나 포타슘만을 사용한 간헐적 온혈액 심정지술 역시 기존의 warm heart surgery와 같이 고혈당, 고관류(high flow), 전신 체혈관저항(systemic venous resistance)감소에 따른 저관류등이 뇌색전을 증가 시킬 수 있는 가능성이 있다고 지적되고 있다. Martin 등은 뇌색전이 증가한다고 보고¹⁵⁾하였고, Mills, McLean^{16,17)}등은 유의한 상관성이 없었다고 보고하여 아직 논란의 여지가 있기는 하나 Mills등은 Martin의 이러한 결과가 고혈당과 다단계 대동맥 결찰술(multiple aorta cross clamp) 때문이라 설명하였다. 저자들의 경우도 특별한 상관관계가 없는 것으로 나타났고 발생할 수 있는 신경학적 증상(neurologic event)을 줄이기 위해 술중 혈압을 60~70 mmHg로 유지하고 경혈관에 병변이 있는 경우 혈압을 75 mmHg이상을 유지하고자 하였다. 그러나 간헐적 심정지술에 있어 안전한 심정지액 중단 시간에 대해 아직까지 많은 논란이 있다. 초기 Antonio등은 문합이 어려운 원위부 문합을 고려하여 15분 간격으로 심정지액을 주입하였으나 이는 과학적인 논리를 배경으로 하고 있지 않다. 실험적으로는 Tian 등의 동물 실험결과가 있기는 하나 아직 심정지액 중단 시간(interruption time)에 대해 충분한 연구가 없어 향후 이에 대한 연구가 필요하리라 생각된다. 또한 심한 관상동맥 질환이 있는 환자의 경우 심정지액 주입시 관상동맥 질환에 의해 심정지액 주입관(cardioplegia delivery line)에 저항(resistance)이 발생하고 이에 따라 온혈이 충분히 공급 되지 못하고 warm ischemia가 생길 수 있다. 이를 방지하기 위해 심한 관상동맥 질환이 있는 환자의 경우 역행성 관류법의 혼합 사용 및 미온 혈액 심정지술로의 변환등을 염두해 두어야 할 것으로 사료된다. 이상을 살펴 볼 때 포타슘만을 사용한

간헐적 온혈액 심정지술은 간단하고 기존의 심근 보호술과 크게 다르지 않아 시행이 쉬울 뿐만 아니라 기존의 warm heart surgery가 가지는 심근 보호의 잇점을 살리면서 용적 과부하(volume overloading)를 줄이고 적절한 수술 시야를 확보할 수 있는 장점이 있어 효과적인 심근보호술이라 사료된다.

결 론

심근 효소로 비교해 본 심근보호에 있어서 간헐적 온혈액 심정지술의 사용은 간헐적 냉혈액 심정지술과 최소한 동일한 정도의 심근보호효과가 있다.

또한 심근보호액(cardioplegia)과 온혈(warm blood)을 분리(dissociation)시킴으로 용적 과부하(volume overloading)를 최소화 할 수 있다. 이 방법은 심폐기 가동시간을 감소 시킬 수 있고, 의식회복이 빠르고 조기에 기관삽관의 발관을 시행할 수 있으며, Blood cardioplegic delivery kit를 사용하지 않음으로 비용감소의 효과가 있다.

이상의 결과를 토대로 볼 때 간헐적 온혈액 심정지술은 비교적 안전하고 간편한 심근보호술의 하나로 사료된다. 그러나 심근보호액의 중단(interruption)에 있어 안전시간에 대한 재고 및 연구가 필요하리라 생각된다.

참 고 문 헌

1. Leaf A. *Cell swelling, a factor in ischemic tissue injury.* Circulation 1973;48:455-8.
2. Salemo TA, Houck JP, Barrozo CA, et al. *Retrograde continuous warm blood cardioplegia. a new concept in myocardial protection.* Ann Thorac Surg 1991;51:245-74.
3. Lichtenstein SV, Ashe KA, El Dalati H, Cusimano RJ, Panos A, Slutsky AS. *Warm heart surgery.* J Thorac Cardiovasc Surg 1991;101:269-74.
4. 백완기, 김혁, 이원용 등. 냉혈 및 온혈 심정지액의 연속관류시 심근대사에 대한 임상연구. 대흉외지 1994;27:427-34.
5. Partington MT, Acar C, Buckberg GD, et al. *Studies of retrograde cardioplegia. I. Capillary blood flow distribution to myocardium supplied by open and occluded*

- arteries.* J Thorac Cardiovasc Surg 1989;97:605-12.
6. Menasche P, Subayi IB, Veyssie L, et al. *Efficacy of coronary sinus cardioplegia in patients with complete coronary artery occlusions.* Ann Thorac Surg 1991;51:418-23.
7. Calafiore AM, Teodori G, Mezzetti A, et al. *Intermittent antegrade warm blood cardioplegia.* Ann Thorac Surg 1995;59:398-402.
8. Hultgren HN, Shettigar UR, Pfeiter JF. *Acute myocardial infarction and ischemic injury during surgery for coronary artery disease.* Am Heart J 1997;94:146-55.
9. Bigelow WG, Lindsay WK, Greenwood WF. *Hypothermia. its possible role in cardiac surgery.* Ann Surg 1950;132:849-66.
10. Rosenkranz ER, Vinten-Johansen J, Buckberg GD, Okamoto F, Edwards H, Bugyi H. *Benefits of normothermic induction of blood cardioplegia in energy-depleted hearts, with maintenance of arrest by multidose cold blood cardioplegic infusions.* J Thorac Cardiovasc Surg 1982;84:667-77.
11. Teoh KH, Christakis GT, Weisel RD, et al. *Accelerated myocardial metabolic recovery with terminal warm blood cardioplegia(hot shot).* J Thorac Cardiovasc Surg 1986;91:888-95.
12. Buckberg GD, Brazier JR, Welson RL, et al. *Studies of the effects of hypothermia on regional myocardial blood flow and metabolism during cardiopulmonary bypass.* J Thorac Cardiovasc Surg 1977;73:87-94.
13. Becker H, Vinten-Johansen J, Buckberg GD, Follette DM, Robertson JM. *Critical importance of ensuring cardioplegic delivery with coronary artery stenosis.* J Thorac Cardiovasc Surg 1981;82:507-15.
14. Menasche P, Touchot B, Pradier F, Bloch G, Piwnica A. *Simplified method for delivering normothermic blood cardioplegia.* Ann Thorac Surg 1993;55:177-8.
15. Martin TD, Craver JM, Gott JP, et al. *Prospective, randomized trial of retrograde warm blood cardioplegia. Myocardial benefit and neurologic threat.* Ann Thorac Surg 1994;57:298-304.
16. McLean RF, Wong BI, Nayior CD, et al. *Cardiopulmonary bypass, temperature, and central nervous system dysfunction.* Circulation 1994;90:II250-5.
17. Mills SA. *Warm retrograde blood cardioplegia. A prospective trial.* Ann Thorac Surg 1994;57:281-2.

=국문초록=

배경: 지속적 온혈 심정지액을 이용한 심근 보호술이 소개된 이후, 이를 토대로 많은 임상결과가 발표되고 있다. 그러나 지속적 심정지액 주입에 따른 적절한 수술시야 확보와 역행성 관류법에 따른 우심실 보호에 대한 문제등이 제기 되고 있다. 이에 Antonio 등은 포타슘만을 이용한 간헐적 온혈액 심정지술을 이용하여 만족할 만한 임상 결과를 보고 하였다. 본 임상연구는 포타슘만을 이용한 간헐적 온혈액 심정지술을 이용하여, 개심술을 시행 받은 70례의 환자의 임상결과를 분석하여 그 유용성을 알아보고자 하였다. **대상 및 방법:** 1998년 5월부터 1999년 1월까지 포타슘만을 이용한 간헐적 온혈액 심정지술을 이용하여 관상동맥 우회술 및 판막수술을 시행한 70명의 환자와, 같은 기간 간헐적 냉혈액 심정지술을 이용하여 동일 술자에 의해 수술을 시행한 70명의 임상결과를 비교 분석하였다. **결과:** 총 심폐기 가동 시간(98.7 ± 6.0 분, 114.3 ± 7.5 분, $p=0.018$), 수술중 심정지를 위해 필요한 심정지액의 양(1463.0 ± 68.0 cc, 3584.0 ± 179.0 cc, $p < 0.001$), 의식이 회복될 때 까지의 시간(3.5 ± 0.4 시간, 4.9 ± 0.8 시간, $p=0.044$), 기관 삽관의 제거까지의 시간(10.8 ± 0.8 시간, 13.2 ± 0.6 시간, $p=0.017$), 부정맥으로 리도케인(Lidocaine)의 도움이 필요한 경우(75.2 ± 6.8 mg, 114.5 ± 7.2 mg, $p=0.006$)등에 있어서는 포타슘만을 이용한 간헐적 온혈액 심정지술이 유의성이 있었고, 술후 심근효소의 상승, 사망률과 이 환율에 있어서는 두군간의 유의성은 없었다. **결론:** 관상동맥 우회술 및 판막 수술에 있어 포타슘만을 이용한 간헐적 온혈액 심정지술은 적어도 간헐적 냉혈액 심정지술과 같은 정도의 심근 보호를 할 수 있으며, 기존의 warm heart surgery의 장점인 심폐기 가동시간이 짧고, 의식회복이 빠른 점과 함께 용적과부하(volume loading)를 줄일 수 있는 장점이 있어 유용한 심근 보호술의 하나로 사료된다.

중심 단어: 1. 포타슘만을 이용한 간헐적 온혈액 심정지술
2. 심근보호