

## 개심술시 체외순환이 신장기능에 미치는 영향

이 재 원\* · 서 경 필\*

— Abstract —

### Effect of the Extracorporeal Circulation on Renal Function in Adult Open Heart Patients

Jae Won, Lee, M.D.\*, and Kyung Phill, Suh, M.D.\*

Renal dysfunction is a common complication of open-heart surgery: a form of controlled hemorrhagic shock, and successful perioperative management of renal dysfunction depends on recognition of the risk factors and optimal management of factors influencing renal function, including cardiopulmonary bypass, and early detection of renal failure.

Changes in renal functional parameters including Ccr, Cosm,  $\text{CH}_2\text{O}$ , FENa, and RFI were observed prospectively in forty five patients operated on at Dept. of Thoracic and Cardiovascular Surgery, S.N.U.H., from April to June, 1985.

They were 23 males and 22 females with 35 acquired and 10 congenital heart diseases and the mean age and body surface area of them were  $38.0 \pm 10.3$  years (22-63) and  $1.55 \pm 18 \text{ M}^2 (1.15 \pm 1.92)$  respectively. Followings are the conclusion.

1. The Ccr, representative of renal function, is significantly improved from  $90.2 \pm 31.3 \text{ ml/min/M}^2$  preoperatively to  $101.5 \pm 36.4 \text{ ml/min/M}^2$  postoperative on day ( $P < 0.05$ ), and all patients were classified as postoperative renal functional class I of Abel, which representing adequate renal protection during our cardiopulmonary bypass.
2. The Cosm is significantly elevated at immediate postperfusion time and remained high at postoperative one day representing osmotic diuresis at that time, but  $\text{CH}_2\text{O}$  shows no significant changes at immediate postperfusion period and is decreased significantly at postoperative one day, representing recovery of renal concentrating ability at that time with decreasing urine flow.
3. The absolute value and changing tendency in FENa and RFI during perioperative period shows no diagnostic reliability on these parameters, but those of  $\text{CH}_2\text{O}$  appear to reveal future renal function more accurately than Ccr.
4. The depth of hypothermia may be protective upon renal function against the ill effects of prolonged non-pulsatile cardiopulmonary bypass.
5. The depth of the hypothermia, pump time of more than 150 minutes, poor cardiac function, and intraoperative events such as embolism appear to be related with immediate postperfusion renal function.
6. Hemoglobinuria and hemolysis, poor preoperative renal function, history of cardiac surgery, and massive transfusion associated with bleeding appear not to be related with renal dysfunction.

\* 서울대학교병원 흉부외과학교실

\* Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Seoul National University Hospital

## 서 론

개심술후의 급성신부전은 체외순환중의 저관류<sup>10,23</sup>,  
<sup>36,38</sup>, 수술직후의 혈액학적 또는 독성손상<sup>23,24,26</sup>, 또  
 는 수술전후 및 수술중에 신장에 가해진 여러 손상이  
 수술후의 지속적인 심기능저하(저심박출증)로 인하여  
 회복되지 못하고 오히려 악화되어 급성세뇨관괴사로 발  
 전한 것으로<sup>3,17,23</sup> 조기진단과 적절한 치료에도 불구  
 하고 매우 높은 사망율을 보이며<sup>4,5</sup> 예방이 최선의 방  
 책이라 하겠다<sup>1,11</sup>.

현대 체외순환기법상의 혈액회석법과 고삼투충전액의  
 채용은 체외순환시의 신기능의 보호에 크게 기여하고 있  
 으나 아직도 신부전이 드물지 않게 발생하고 있어 이의  
 예방, 치료 및 위험인자의 예견을 위한 많은 연구가 진  
 행되고 있다<sup>12</sup>. 해외의 여러 보고자들은 슬후 최고치  
 의 BUN이나 Cr 치를 분류의 대상으로 하여 신장기능  
 의 변화를 관찰하고 수술전, 중 및 수술후의 있을 수 있  
 는 여러 위험인자와의 상관관계를 규명하므로써 개심술  
 후의 신장생리의 이해에 많은 기여를 하였으며<sup>1,2,17,28</sup>,  
 급성신부전의 발생에는 수술후 심기능의 지속적인 저하  
 가 가장 큰 기여를 한다는 사실을 규명하였다<sup>1,17,23,24</sup>.  
 그러나 수술후 최고치의 BUN이나 Cr 치에는 수술전  
 BUN이나 Cr 치 수술중에 신장에 가해진 손상 및 수  
 술후의 심기능의 영향에 의한 신장기능의 변화가 모두  
 반영되므로 이러한 접근방법으로는 체외순환자체와 신  
 장기능의 정확한 인과관계를 밝히지 못하고 있으며 특  
 히 체외순환시의 어떤 요인이 슬후 신부전으로의 이행

을 조장시키느냐는 문제에서는 많은 논란이 있다.

또한 개심술시의 산소화기내 충전액의 조성이나 개심  
 술중의 수분 및 전해질관리는 각 병원마다 차이가 있어  
 본 병원에서의 개심술직후의 신장기능지표의 정상치도  
 타보고자들의 자료와 비교검토해 보아야 할 것이다.

이에 본 연구에서는 수술후 심장기능의 신기능에 대한  
 영향을 배제하고자 체외순환전후의 일정한 시간에 신기  
 능지표를 산출하여 이 지표들이 체외순환자체에 의하여  
 어떤 영향을 받는지를 검토하고 신기능의 저하와 상관  
 관계가 있는 체외순환 및 개심술의 체요인을 분석함과  
 아울러 특별한 사고없이 수행된 개심술후의 신기능지표  
 의 정상범위 및 이의 임상적인 의의를 검토하였다.

### 관찰대상 및 방법

#### 1. 관찰대상(표 1, 2 도 1)

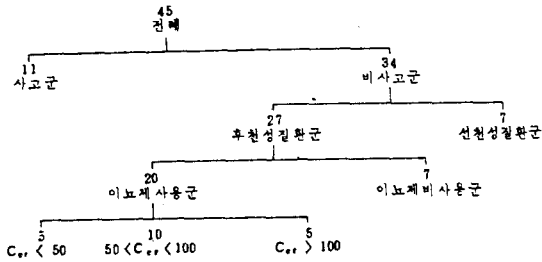
서울대학교병원 흉부외과에서 1985년 4월 1일부터  
 6월 28일까지의 3개월동안 체외순환장치를 사용하여  
 개심수술을 시행한 20세 이상의 환자 51례중 자료수  
 집이 불충분한 3례와 수술중 사망한 1례 및 수술전 일  
 상적인 뇨검사에서 신장기능이상 발견된 2례 등을 제  
 외한 45례를 관찰대상으로 하였다.

환자의 분포를 보면 남자 23명, 여자 22명으로 남  
 녀비는 1:1이었고 연령은  $38.1 \pm 10.3$ 세(범위 22 -  
 63)였으며 체표면적은  $1.55 \pm 0.18 m^2$ (범위 1.15-1.92)  
 였다.

45례의 환자군을 전례와 칭하고 이중 수술중 심폐정  
 지, 체외순환종료후 재관류, 출혈, 신경학적 합병증 등

표 1. 표본집단의 성별, 연령, 체표면적

전		레 사 고 군			비 사 고 군			선천성질환군		후천성질환군		
								이 뇨 계 비 사용군		이 뇨 계 사용군		
		Ccr<50		50<Ccr<100		Ccr>100						
N	45	11	34	7	7	5	10	5				
M:F	23:22	3:8	20:14	5:2	6:1	2:3	3:7	4:1				
Age (yr)	$38.1 \pm 10.3$ (22-63)	$39.0 \pm 13.0$ (25-63)	$37.8 \pm 9.2$ (22-54)	$31.0 \pm 4.7$	$39.9 \pm 7.2$	$45.6 \pm 7.1$	$36.2 \pm 10.9$	$39.6 \pm 6.3$				
BSA (m <sup>2</sup> )	$1.55 \pm 0.18$ (1.15-1.92)	$1.42 \pm 0.17$ (1.15-1.70)	$1.59 \pm 0.16$ (1.32-1.92)	$1.56 \pm 0.09$	$1.64 \pm 0.16$	$1.54 \pm 0.12$	$1.22 \pm 0.19$	$1.66 \pm 0.12$				



도 1. 환자분류도

이 발생하였던 11명을 사고군으로 분류하고 나머지를 비사고군으로 분류하였다(도 1). 비사고군은 후천성질환군과 선천성질환군으로, 후천성질환군은 수술전 이뇨제사용군과 이뇨제비사용군으로 분류하고 이뇨제사용군은 다시 수술전  $C_{cr}$ 을 기준으로 세군으로 분류하였으며 사고군과 비사고군에서의 질병양상과 수술명은 표 2에 정리하였다.

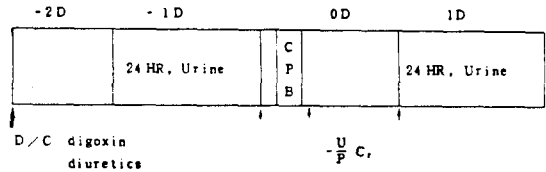
## 2. 관찰방법

- 1) 수술전 준비, 마취와 체외순환관리 및 자료수집(도 2)

표 2. 표본 집단의 수술명

수술명	비사고군	전례	사고군
MVR	8 (1)	10	2
MVR+TAP	3 (1)	5	2
MVR+AVP	1	1	
AVR	4	4	
AVR+MVR	6 (1)	8	2
AVR+MAP	1	1	
AVR+PDA ligation		1	1
CABG	2	2	
Intraluminal graft		1	1
Bentall op.	1	1	
LA myxoma	1 (1)	1	
ASD patch+MCR		2	2
Pulmonic valvotomy	3	3	
VSD patch	2	2	
ASD+MAP	1	1	
ASD+RVOT	1	1	
TAPVR		1	1
Total	34	45	11

( ) reoperation



\* 화살표:  $\frac{U}{P}Na$ ,  $\frac{U}{P}OSM$ ,  $\frac{U}{P}C_{cr}$ 의 측정시기

도 2. 실험요약

환자는 입원시부터 전례 저염식(염분 5gm 이하)을 먹었고 일반적인 수술전 검사인 뇨검사상 이상이 없는지를 확인한 후 우선 수술 2일전부터 디곡신과 이뇨제(주로 hydrochlorothiazide)를 끊고 수술 하루전 아침 6시부터 수술당일 6시까지의 24시간 뇨를 채취하여 양을 측정된 후 소변내 크레아티닌농도( $C_r$ )를 측정하였다. 24시간 뇨를 완료한 후 뇨관삽입하에서 시간당 뇨량을 재고 소변의 삼투질농도와  $Na^+$  농도를 측정하였으며 동시에 혈액표본을 채취하여  $BUN/C_r$ ,  $Na^+$ ,  $O_{sm}$ 을 측정하여  $U/P osm$ ,  $U/P Na^+$  및  $U/P C_r$ 비를 구하였으며 이들을 이용하여  $C_{cr}(ml/min)$ ,  $Cosm(ml/min)$ ,  $CH_2O(ml/min)$ ,  $FEN_a(\%)$  및 RFI을 다음식들을 이용하여 계산하였고 청소율은 체표면적  $1.73 m^2$  당으로 환산하여 표준화하였다.

$$C_{cr} = \frac{U}{P}C_r \times \text{urine volume}/\text{min} \quad (1)$$

$$Cosm = \frac{U}{P}osm \times \text{urine volume}/\text{min} \quad (2)$$

$$CH_2O = \text{urin volume}/\text{min} - Cosm \quad (3)$$

$$FEN_a = \frac{U}{P}Na \div \frac{U}{P}C_r \times 100 \quad (4)$$

$$RFI = UN_a \div \frac{U}{P}C_r \quad (5)$$

마취는 morphine sulfate(1-2 mg/kg), Pancuronium bromide(0.1-0.2mg/kg)와  $N_2O - O_2$ 를 사용하였으며 전례 정중홍골절개로 심장을 노출시킨후 비맥동성관류장치를 이용하였다. 인공심폐 장치는 American Optical의 5-headed roller pump와 Shiley S-100A 기포형 산화기를 사용하였으며 산화기에는 헤파린과 칼슘처리한 신선전혈 1병에 Hartmann 용액을 체중당 15 cc, 15% mannitol을 체중당 6cc, Dexamethasone을 체

중당 1mg씩 섞은 용액으로 충전시켰으며 수술전 K<sup>+</sup> 치에 따라 적당량의 2M KCl을 추가하였고 술중 적혈구용적은 25-30%로 유지하였다.

술중 심근보호는 선천성심장질환의 일부에서 상행대동맥을 차단하지 않고 전기적 심실세동을 유발하거나 우측심장수술일 경우 심실세동없이 심폐관류만으로 관상동맥혈류를 유지하면서 저체온법을 이용하는 방법(5례)과 상행대동맥을 차단하고 냉각된(4℃) 심마비액을 상행대동맥내에 주입하거나 대동맥절개후 관상동맥공에 주입하면서 저체온법을 병용하는 방법(40례)을 사용하였다.

체외순환시 평균동맥압과 직장온도는 매 5분마다 측정하여 기록하였으며 체외순환이 끝난 후 30분 뒤에 소변과 혈액을 채취하여 Na<sup>+</sup> 과 Osm을 측정하고 당시의 시간당 뇨량을 기록하여 술전과 같이 Cosm, CH<sub>2</sub>O를 계산하였다. 또한 수술 다음날 24시간 뇨를 채취하고 아침 6시 혈액표본에서 C<sub>cr</sub>, CH<sub>2</sub>O, Cosm, RFI, FEN<sub>a</sub> 등을 계산하였다. 술후 24시간 뇨의 채취가 끝날때까지는 이뇨제와 디곡신은 사용하지 않았으나 dopamine은 혈액학적으로 꼭 필요한 경우 사용하였으며 중심정맥압을 관찰하면서 Colloid와 Na<sup>+</sup> 이 섞이지 않은 Crystalloid(D<sub>5</sub>W + 2MKCl)로 수분조절을 하였다.

K<sup>+</sup> 치는 수술후 혈액학적으로 중요하며 수시로 보충해 주므로 FEK는 계산하지 않았다.

Na<sup>+</sup> 치는 1L flamephotometer<sup>®</sup>를 사용하여 측정하였고 삼투질농도는 Fiske OST<sup>™</sup> osmometer<sup>®</sup>를 이용하였고 BUN/C<sub>r</sub>은 SMA 21<sup>®</sup>을 사용하여 측정하였다. 심장기능은 수술전 심도자점사상의 심장지수와 수술전후의 심에코도상의 좌심실의 단축지수(S.F; Shortening fraction)로 측정하였다. 술후 단축지수는 평균 술후 1주일에 측정하였다.

$$S F = \frac{LVEDD - LVESD}{LVEDD} \times 100$$

LVEDD: 좌심실이완기말기직경

LVESD: 좌심실수축기말기직경

2) 자료분석

진술한 각 환자군별 체외순환자료를 정리하여(표 3) 각 환자군의 성격을 요약하고 각 군별로 신기능지표의 변화를 정리(표 4, 5)하여 변화양상을 관찰하였고 여기서 타군과 다르게 변화하는 군은 여러 요인을 분석하여 그 원인을 찾으려고 노력하였다.

표 3. 체외순환자료

	전 레 사 고 군 비사고군								
	선천성질환군					후천성질환군			
	이뇨제비사용군					이뇨제사용군			
						C <sub>cr</sub> <50	50<C <sub>cr</sub> <100	C <sub>cr</sub> >100	
MAP<50mmHg (min)	21.8±23.5 (0-120)	23.9±25.2	21.1±23.0	11.4±9.5	22.0±19.0	39.0±42.5	20.3±14.5	17.0±14.7	
Temp, Rectal (°c)	27.4±3.2 (24-36)	26.5±1.9	27.6±3.5	33.6±2.3	27.0±1.6	24.6±0.8	25.6±0.9	27.2±0.7	
Pump time (min)	106.4±54.9 (14-275)	128.0±59.7	99.4±51.3	38.0±12.0	100.9±33.1	131.0±20.7	111.6±35.7	134.2±66.7	
Aortic clamping* time (min)	79.5±32.1*	88.3±34.5*	76.6±30.6*	23.3±24*	65.0±16.0	92.0±29.9	89.0±29.7	84.4±10.8	
DC shock	1.29±1.39	1.18±1.40	1.32±1.39	0.43±0.49	1.83±1.73	1.60±1.40	1.80±1.20	0.6±1.2	
Hgburia	13/45	3/11	10/34	0/7	2/7	4/5	3/10	1/5	
CVP preop (cm H20)	10.6±4.7	11.1±3.9	10.5±5.0	9.3±2.8	8.6±3.4	14.2±7.7	10.3±4.7	11.8±6.2	
Postop	13.4±5.1	13.6±5.9	13.3±4.9	13.1±2.4	12.0±5.3	14.0±5.2	14.7±4.7	12.2±5.9	

\* in patient with aortic clamping (40 patients)

여러 보고자들의 연구결과에서 위험인자로 지목되는 요인들을 기준으로 환자들을 다시 분류하여 비교검증하므로써 위험인자들의 유의도를 확인하였다.

관찰치의 통계적 유의도는 동일군에서의 수술전후 비교에는 Student의 paired t-test, 서로 다른 군의 비교에는 unpaired t-test를 시행하였으며 P<0.05를 유의성의 한계로 하였다. 또한 수술전후의 신기능의 상관관계, 나이, 체외순환시간, 저온요법의 심도, 저혈압 시간 등과 신기능의 변화율과의 상관관계는 우선 산포도(scatter diagram)를 그려서 상관관계가 없어 보이면 상관관계가 없다고 언급하였으며 상관관계가 있어 보이는 저온요법의 심도와 C<sub>cr</sub>의 변화율간의 관계는 회기 분석을 시도하였다.

모든 통계치수는 평균±표준편차로 표시하였다.

## 결 과

### 1. 체외순환(표 3)

체외순환중의 평균관류량은  $2.23 \pm 0.21 \text{ l/min/m}^2$  이었으며 체외순환시간은  $106.4 \pm 54.9$ 분으로 폐동맥관교련부절개술의 14분에서 총폐정맥관류이상환자에서의 인공심폐기하에서 폐정맥과 좌심방문합부에서의 출혈로 인한 지혈을 장시간 시행한 275분까지의 범위에 있었고 대동맥 차단시간은 차단을 시행한 환자에서  $79.5 \pm 32.1$ 분이었다. 최저직장온도는  $27.4 \pm 3.2$  °C로 24 °C에서 36 °C까지 분포되어 있었으며 후천성질환군은 24°C에서 29 °C까지 분포되어 있었다.

수술중 평균동맥압이 50mmHg 이하였던 시간은  $21.8 \pm 23.5$ 분이었으며 0 - 120분의 넓은 분포를 하고 있었다. 인공심폐장치의 제거중 심장박동의 회복을 위하여 평균  $1.29 \pm 1.39$ 회의 D/C shock을 시행하였으며 수술종료후 육안으로 식별가능한 해모글로빈뇨를 보인 환자는 13례(29%)였으며 중심정맥압은 인공심폐장치를 가동한 직전과 직후가 각각  $10.6 \pm 4.7$  및  $13.5 \pm 5.1 \text{ cmH}_2\text{O}$  였다.

표 4. 신장기능의 변화

	전	례 사 고 군 비사고군			선천성질환군						후천성질환군		
		n=45	11	34	이뇨제비사용군			이뇨제사용군					
					C <sub>cr</sub> <50	50<C <sub>cr</sub> <100	C <sub>cr</sub> >100						
C <sub>cr</sub> *	Preop	90.2±31.3**	92.3±36.3	89.5±29.5**	105.7±24.4	104.3±11.9	40.8±7.1**	76.4±13.0**	121.0±10.4				
	Postop	101.5±36.4	71.1±22.6	111.3±34.6	108.1±54.2	118.9±26.1	95.6±42.3	111.7±17.0	120.2±17.1				
Cosm*	Preop	2.73±1.34	2.67±1.20	2.75±1.38	2.55±0.82	2.95±1.18	1.58±0.72	2.79±1.39	3.84±1.71				
	Intraop	4.30±1.10**	4.01±1.10**	4.39±1.10**	3.94±1.36**	5.43±0.72**	4.65±0.87**	3.94±0.85**	4.21±0.64				
CH20*	Preop	-1.43±1.03	-1.20±1.10	-1.51±0.99	-1.47±0.45	-1.77±0.89	-0.75±0.47	-1.49±1.11	-1.98±1.32				
	Intraop	-1.48±0.94	-1.20±0.89	-1.56±0.95	-1.62±0.69	-2.44±1.20	-1.18±0.65	-1.14±0.80	-1.97±1.29				
FENa*	Preop	0.74±0.64**	0.72±0.59**	0.74±0.66**	0.99±0.52	0.52±0.24**	0.70±0.83	0.92±0.75	0.28±0.30				
	Postop	1.33±1.36	1.60±0.98	1.24±1.48	0.82±0.83	1.93±1.79	1.64±2.27	0.88±0.88	1.16±1.67				
RFI	Preop	1.01±0.79**	0.99±0.81**	1.01±0.79**	1.35±0.68	0.71±0.34**	0.96±1.17	1.20±1.10	0.61±0.60				
	Postop	1.77±1.63	2.09±1.31	1.66±1.73	1.09±1.09	2.50±2.31	2.18±3.00	1.27±1.26	1.51±1.47				
SF*	Preop	26.9±6.8	26.9±4.1	26.3±4.9	35.6±12.4	30.8±4.95	23.8±11.1	25.5±5.3	27.7±5.9				
	Postop	25.2±9.2(31)	22.7±9.3(7)	25.9±9.2(24)		25.1±9.88	23.8±9.3	28.4±8.9	23.5±7.4				

( ) : number of cases studied

SF : LV shortening fraction on echocardiogram

\* : standardized with 1.73m<sup>2</sup> of BSA: ml/min/1.73m<sup>2</sup>

\*\* : statistically significant P<0.05

\*\*\* : statistically significant P<0.05

+ : percent

사고군과 비사고군에서의 상가지표의 통계학적 차이는 발견할 수 없었다.

## 2. 신장기능지표의 변화(표 4, 5)

### 1) BUN 및 $C_r$ 치

45명의 환자에서 BUN 및  $C_r$  치는 수술전의 19.5 ± 10.1과 1.1 ± 0.3mg%에서 수술후 1일에는 18.1 ± 7.0과 1.0 ± 0.3mg%으로 유의한 변화를 보이지 않았으며 사고군과 비사고군 각각에서도 유의한 차를 발견할 수 없었으며 슬후 3일 및 7일에 측정된 BUN 및  $C_r$  치도 BUN < 50,  $C_r$  < 1.5의 범위를 벗어난 예는 없었다.

### 2) 크레아티닌 청소율( $C_{cr}$ )

전체 45례에서  $C_{cr}$  은 수술전 90.2 ± 31.3ml/min/1.73m<sup>2</sup> 이었고 수술후 1일에는 101.5 ± 36.4로 유의한 증가를 보였다(t=1.99, p<0.05). 사고군 11례에서는 92.3 ± 36.3에서 71.1 ± 22.6으로 통계적인 의의없이 감소하였으나 비사고군 34례에서는 89.5 ± 29.5에서 111.3 ± 36.4로 유의한 증가를 보였다(p<0.005).

선천성질환군은 유의한 변화가 없었고 후천성질환군(표 5)에서는 이뇨제사용군이 증가를 보였고(p<0.0025) 이뇨제비사용군에서는 변화가 없었으며 수술전  $C_{cr}$  이

각각 50 및 100 이하인 군에서는 유의한 증가를 보였으나  $C_{cr}$  이 100 이상이었던 군에서는 유의한 변화가 관찰되지 않았다.

### 3) 삼투질청소율(Cosm, osmolar clearance)

전체군에서 수술전 2.73 ± 1.34ml/min/1.73m<sup>2</sup>에서 체외순환직후 4.30 ± 1.10으로 유의하게 증가하였으며(p<0.00001), 수술후 1일에는 4.00 ± 2.15로 계속 높은 수준을 유지하였다(p<0.001).

사고군에서는 술전 2.67 ± 1.20에서 체외순환직후 4.01 ± 1.10으로 증가(p<0.01)하였으나 슬후 1일에는 3.52 ± 1.77로 수술전과 통계적 차이를 나타내지 못한 반면, 비사고군에서는 전체군과 동일한 양상을 보였다(p<0.00001, 0.0025) 선천성질환군과 이뇨제비사용군에서도 계속 유의한 증가를 보였으나(p<0.025, 0.025 및 p<0.0005, 0.00025) 이뇨제사용군에서는 2.75 ± 1.57에서 4.19 ± 0.86을 거쳐(p<0.01), 슬후 1일에는 다시 감소하기 시작하여 3.54 ± 2.26으로 되었다(표 5).

이뇨제사용군중  $C_{cr}$  이 100 이하인 환자군은 체외순환직후 각각 유의한 증가를 보였으나  $C_{cr}$  이 100 이상인 군에서는 계속 변화가 없었다.

### 4) 자유수분청소율( $CH_2O$ , free water clearance)

$CH_2O$ 는 전체군에서 -1.43 ± 1.03ml/min/1.73m<sup>2</sup>에

표 5. 이뇨제사용군과 비사용군의 비교

		Diuretic group (20)		nondiuretic group (7)
Temp, Rectal (°c)		25.8 ± 1.26	NS	27.0 ± 1.6
PT		123.6 ± 45.0	NS	100.9 ± 33.1
ACT		89.6 ± 26.5	NS	65.0 ± 16.0
$C_{cr}$	Preop	78.7 ± 30.6		104.3 ± 11.9
	Postop	109.8 ± 27.3**		118.9 ± 26.1
Cosm	Preop	2.75 ± 1.57		2.95 ± 1.18
	Intraop	4.19 ± 0.86**		5.43 ± 0.72**
	Postop	3.54 ± 2.26		6.08 ± 1.88***
$CH_2O$	Preop	-1.43 ± 1.14		-1.77 ± 0.89
	Intraop	-1.24 ± 0.69		-2.44 ± 1.20
	Postop	-2.02 ± 1.73		-3.60 ± 1.33***
FENa	Preop	0.73 ± 0.76**		0.52 ± 0.24**
	Postop	1.41 ± 1.45		1.93 ± 1.79
RFI	Preop	0.99 ± 1.05		0.71 ± 0.34**
	Postop	1.56 ± 1.93		2.50 ± 2.31
SF	Preop	25.6 ± 7.5		30.8 ± 5.0
	Postop	26.2 ± 9.1		25.1 ± 9.9

서 관류직후  $-1.48 \pm 0.94$  로 ( $p>0.05$ ) 유지되다가 술 후 1일에는  $-2.33 \pm 1.56$  으로 감소하였다 ( $p<0.001$ ).

사고군에서는 계속 유의한 변화가 없었으며 비사고군에서는 전체군과 같은 양상을 보였다 ( $p<0.05$ ) 비사고군의 환자중 선천성질환군과 이뇨제비사용군은 전체군과 동일한 양상의 변화를 보였으나 이뇨제사용군에서는 유의한 변화가 관찰되지 않았다.

#### 5) $FEN_a$ (fractional excretion of $N_a$ )

전체 45례에서  $0.74 \pm 0.64\%$ 에서  $1.33 \pm 1.36\%$ 로 유의한 증가 ( $p<0.01$ )를 보였으며 비사고군과 사고군에서 각각 유의한 ( $p<0.05, 0.0025$ ) 증가를 보였다. 선천성질환군에서는 수술전후에 1%이하에 머물러 있었으며 후천성질환군에서는 술전 이뇨제사용여부에 관계없이 유의한 증가를 보여 수술후에는 평균 1% 이상이 었다.

#### 6) RFI (신부전지수, renal failure index)

신부전지수는  $FEN_a$  보다 약간 높게 나오는 경향이 있었으며 전체군에서 술전  $1.01 \pm 0.79$ 에서 술후  $1.77 \pm 1.63$  으로 유의한 증가 ( $p<0.005$ )를 보였으며 비사고군과 사고군에서도 각각 유의한 증가를 보였다 ( $p<0.05$ ).

이뇨제비사용군에서는 유의한 ( $p<0.05$ ) 증가를 보였으나 이뇨제사용군과 선천성질환군에서는 유의한 변화가 없었다.

### 3. 위험인자분석

#### 1) 심폐관류시간 (표 6)

심폐관류시간과  $C_{cr}$ 의 변화율은 산포도상에서 상관관계가 없어보였으나 전체 45례중 전술한 신기능검사의 변화양상이 다른 선천성질환군과, 사고군중  $C_{cr}$ 의 감소가 큰 5례등 12례를 제외한 33례의 환자에서 심폐관류시간이 90분이하 (8례), 150분이하 (18례) 및 150분이상 (7례)으로 분류하여 비교한 결과 90분 및 150분이하인 환자군에서는  $C_{cr}$ 의 유의한 증가가 관찰되었으나 150분이상의 환자군에서는 유의한 증가가 관찰되지 않았다.

#### 2) 최저직장온도 (도 3, 4)

선천성질환군과 사고군을 제외한 27례의 환자에서 단순회기분석을 시행하였다. 이 환자들에서 최저직장온도는  $24^\circ\text{C}$ 에서  $29^\circ\text{C}$ 까지 분포해 있었으며  $C_{cr}$ 의 변화율 ( $\frac{\Delta C_{cr}}{\text{preop } C_{cr}} \times 100$ )은 -47에서 254까지 분포되어 있었다. 산포도상 반비례곡선이 나타나 변화율에 50을 더하여 모두 양수로 변환한 후 평방근을 구하고 (Y) 직장온도를 X로 하여  $Y = 44.7 - 1.35 X$  ( $r = -0.79, p < 0.00001$ )의 단순회기식을 얻었다 (도 3). 이 그래프에서  $C_{cr}$ 이 감소한  $Y(Y < 7.1)$ 는  $27^\circ\text{C}$ 에서  $29^\circ\text{C}$  사이에 분포되어 있었으며 회기식이  $Y = 7.1$ 을 지나는 최저직장온도는  $27.9^\circ\text{C}$ 이다.

표 6. 심폐관류 시간과  $C_{cr}$ 의 변화

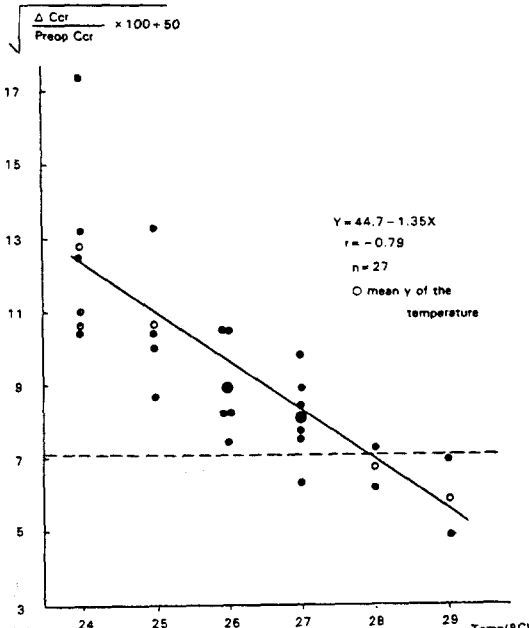
		PT<90	90<PT<150	PT>150 min.		
$C_{cr}$	N	8	18	7		
	Preop	$87.5 \pm 21.4$	$80.6 \pm 33.1$	$93.7 \pm 31.0$		
	Postop	$105.3 \pm 16.6$	$107.2 \pm 36.0$	$93.6 \pm 28.4$		
T	Value	2.63	2.24	NS*		
P	Value	<0.01	<0.025			
Temp, Rectal ( $^\circ\text{C}$ )		$26.6 \pm 1.6$	NS*	$25.8 \pm 1.3$	NS*	$26.7 \pm 1.7$
S.F.	Preop	$26.9 \pm 5.4$ (7)	$26.5 \pm 7.5$ (17)	$29.4 \pm 8.9$ (7)		
	Postop	$21.8 \pm 8.3$	$27.2 \pm 8.4$	$22.0 \pm 10.7$		
P	Value	NS*	NS*	NS*		
C.I. (l/min/m <sup>2</sup> )		$3.76 \pm 1.09$			P = NS*	$3.03 \pm 0.56$
			$2.40 \pm 0.74$		P = NS*	

+ Not significant:  $P>0.05$

PT: Pump time

이 식에서 심폐관류시간이 150 분 이상인 환자는 심폐관류시간에 의한  $C_{cr}$ 의 변화가 같이 반영되어 있으므로 이 환자들은 최저직장온도에 1을 더하고 모든 환

자에서 24를 뺀 수치를 X로 하여 “위험점수” (risk score)라 칭하고 위험점수와 Y간의 회귀식을 구하면  $Y = 12.5 - 1.38 X$  ( $r = -0.83$ ,  $p < 0.00001$ )의 식을 구할 수 있었다(도 4). 이 그래프에 의하면  $C_{cr}$ 이 감소하게 되는 위험점수는 3.9 이상이었다.



도 3. 최저직장온도와  $C_{cr}$ 의 변화율과의 상관관계

### 3) 연령, 관류량, 저혈압시간

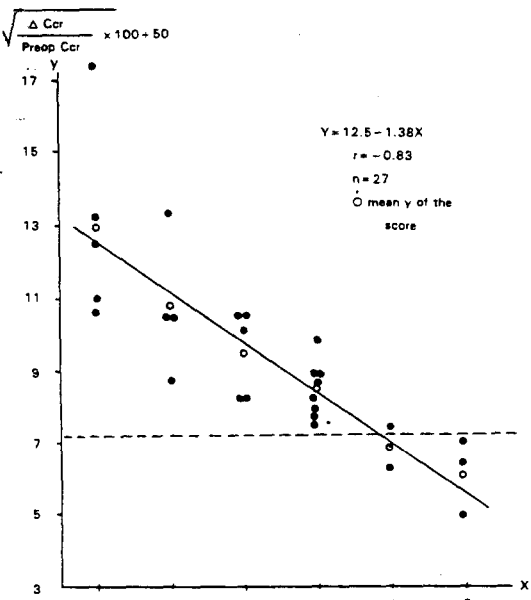
이들과  $C_{cr}$ 의 변화와는 산포도상 상관관계가 없었다.

### 4) 수술중이나 후에 생긴 사고와의 관계(표 7)

사고군 11례를 분석해보면  $C_{cr}$ 이 감소한 환자와 증가 또는 변화없는 환자로 나눌 수 있는데  $C_{cr}$ 이 감소한 환자들은 수술중, 후의 부작용으로 신경학적 합병증(4례), 심폐정지(1례), 수술수기상의 문제와 출혈에 의한 재심폐관류 각 1례등이었고 출혈로 재수술한 3례와 지혈을 위한 재심폐관류 1례에서는  $C_{cr}$ 이 유지내지 증가하였다.

### 5) 심장기능과의 관계(표 8, 9)

술전 심도자검사상의 심장지수(C.I) 및 심에코상의 S.F. 과 신기능의 변화는 산포도상 상관관계가 희박하였으나 사고군에서  $C_{cr}$ 가 증가내지 유지된 4례를 제외한 41례에서  $C_{cr}$ 이 감소한 14례와 증가한 27례를 비교한 결과  $C_{cr}$ 이 증가한 군은 술전 심장지수가  $3.2 \pm 1.1 l/min/m^2$  이었으나 감소한 군에서는  $2.4 \pm 0.7$ 로 유의한 ( $p < 0.025$ ) 차를 나타내었다. 또한 수술전후



도 4. 최저직장온도 및 심폐관류시간의  $C_{cr}$ 의 변화율과의 상관관계

표 7. 사고군에서의  $C_{cr}$ 의 유의한 감소가 있던 군과 나머지군의 비교

Complication	$C_{cr}$		$\Delta C_{cr}$ preop postop preop Ccr
	preop	postop	
$C_{cr} \downarrow$ Reperfusion after MVR for valve revision	143	98	-31
Reperfusion after AVR for bleeding control	114	65	-43
Seizure and postop bleeding-Reopen	94	27	-71
Seizure	110	93	-15
Seizure	119	75	-37
Seizure	145	84	-42
Postpump arrest	85	61	-28
$C_{cr} =$ Postop bleeding-Reopen	41	43	5
or $\uparrow$ Postop bleeding-Reopen	43	55	28
Postop bleeding-Reopen	77	77	0
Reperfusion for bleeding control	44	104	136



표 8. 수술전후에  $C_{cr}$ 이 증가한군과 감소한군의 비교

		Decreasing $C_{cr}$		Increasing $C_{cr}$ , Uneventful
N		14		27
Temp, Rectal (°C)		29.1±3.2	NS*	26.8±3.0
PT		95.6±65.0	NS*	103.0±39.5
$C_{cr}$	Preop	113.3±20.1		84.0±3.0
	Postop	78.2±22.7		118.3±34.0
	T	-4.17		3.90
	P	<0.00025		<0.00025
SF (%)	Preop	28.1±4.3 (10)		28.1±10.4 (21)
	Postop	22.1±8.9 (10)		27.0± 9.0 (21)
	P	<0.05		NS*
C.I. (1/min/M <sup>2</sup> )	Preop	2.4±0.7	P<0.025	3.2±1.1

C.I. Cardiac index on preop cathetization data.

\*NS Not significant

표 9. SF 이 감소한군과 증가한군의 비교

		SF ↓	SF = or ↑
N		12	19
$C_{cr}$	Preop	74.6±26.4	78.5±31.4
	Postop	95.8±25.4	100 ±27.1
	P	NS*	<0.05
	SF	Preop	29.0±5.8
	Postop	18.2±6.1	29.5±8.4
		P<0.005	NS*

\* Not significant

표 10. 혈색소뇨증

	Preop $C_{cr}$	Postop $C_{cr}$	P-value
Hgburia (-) (N=17)	95.1±25.0	115.6±22.7	<0.025
Hgburia (+) (N=13)	68.7±28.5	106.3±32.8	<0.005

의 심에코도상의 단축지수(S.F.)도  $C_{cr}$ 이 증가한 군에서는 수술전후에 유의한 차가 없었으나  $C_{cr}$ 이 감소한 군에서는 유의한 ( $p<0.05$ ) 감소를 보였다(표 8).

또한 수술전후에 심에코를 시행한 환자에서 수술전에 비하여 술후 S.F.이 10% 이상 감소한 12례와 그렇지 않은 19례에서의  $C_{cr}$ 의 변화를 관찰한 결과(표 9) S.F.이 감소한 군에서는  $C_{cr}$ 이 통계적인 유의도가 없는 변화를 보였으나 S.F.이 감소하지 않은 군에서는 유

의한 ( $p<0.05$ ) 증가를 보였다.

6) 육안적 혈색소뇨증과의 관계(표 10)

후천성질환군중 육안으로 식별가능한 혈색소뇨증을 회복실에서 관찰할 수 있었던 13례와 그렇지 않았던 17례를 비교한 결과 두 군에서 모두 유의한  $C_{cr}$ 의 증가를 보였다.

7) 수술전 이뇨제사용여부(표 5)

후천성질환군중 이뇨제사용군에서는 술전에 비하여 술후  $C_{cr}$ 이 유의한 증가( $p<0.0025$ )를 보였으나 이뇨제 비사용군에서는 유의한 변화가 관찰되지 않았다.

8) 술전 신기능과의 관계(표 4)

후천성질환군중 이뇨제사용군을 수술전  $C_{cr}$ 에 따라 세군으로 나누어 비교해보면 수술전  $C_{cr}$ 의 저하가 반드시 술후 신기능의 저하를 유도하지는 않음을 알 수 있다.

9) 재수술과의 관계

45례중 과거 개심술을 받은 4례에 대한 재수술후  $C_{cr}$ 이 30에서 62로, 57에서 92로, 62에서 100으로, 101에서 121로 각각 호전되었다.

## 고 찰

Abel, Krian 등의 보고에 의하면 개심술후의 신장기능 이상은 그 진단기준에 따라 환자의 44%에 까지 발생한다고 한다<sup>1,26)</sup>. 발생빈도는 수술전 신기능이상, 수술후 심기능저하 및 심폐관류시간의 연장가능성이 높은 청색성심장질환과 다관막 치환환자에서 특히 높고<sup>9,21,26)</sup> 31

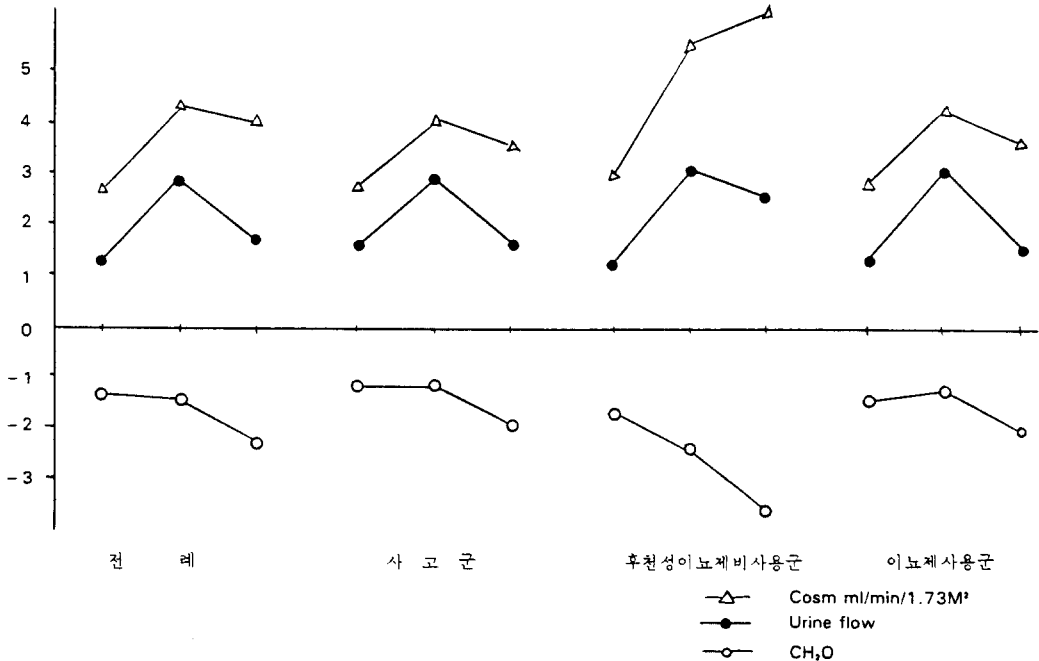
-100%의 높은 사망율을 보이는 심한 신부전은 2.4 - 7.1%에서 발생한다고 알려져 있다<sup>1,2,24)</sup>.

최근까지의 개심술후의 신기능연구결과를 종합해보면 술후 심장기능저하가 신기능이상의 가장 중요한 요인으로 되어있으며<sup>17,25)</sup> 아울러 체외순환중의 어떤 요인이 신기능이상을 초래할 수 있는지는 점은 주요쟁점의 하나이다<sup>1)</sup>. 현대 체외순환기법은 혈액회석, 저체온법 및 인공심폐장치의 세요소로 구성되어 있으며 각각의 독특한 생리학적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다<sup>36)</sup>. 인공심폐장치는 신장의피질과 뇌피질로의 혈류를 감소시키고<sup>10,35,36)</sup> 혈액응고인자 및 기타 혈청단백의 변성 및 용혈을 일으킨다. 특히 신외피질로 주로 흘러간다고 알려진 미소색전자(microemboli)는 신기능저하의 중요한 인자로 알려져 있으며<sup>2,12,25,35,36)</sup> 이는 본 연구에서도 췌장성 경련발작을 보인 환자에서 보여준 유의한  $C_{cr}$ 의 감소로써 증명되었다. 더구나 비맥동성관류는 신장내의 혈류의 분포를 변화시키고 혈관저항을 증가시켜 소변량을 감소시키고 GFR( $C_{cr}$ ),  $C_{H_2O}$ ,  $C_{osm}$ 을 감소시키며 여과분율(Filtration Fraction)을 증가시킨다<sup>20,26,30,32)</sup>. 저체온법은 혈장누출에 의한 혈액농축으로 점도를 증가시키며 산화헤모글로빈의 해리곡선을 좌로 편위시키는 동시에 뇌와 신피질로의 혈류를 감소시켜 GFR

( $C_{cr}$ ),  $C_{H_2O}$ ,  $C_{osm}$ 을 감소시키는데 이러한 저체온법의 악영향은 체온의 상승과 함께 완전히 가역적으로 회복된다고 하며 산소요구량의 감소로 열기상태에서의 세포손상을 극소화시켜주며 또한 세포손상을 예방하고 혈청내로의 독성물질의 유리를 막아주는 잇점도 있다고 한다<sup>36)</sup>. 혈액회석은 혈액의 점도를 낮추고 신혈관저항을 감소시켜 신혈류량, 사구체여과도, 소변량,  $C_{H_2O}$  및  $C_{osm}$ 치를 증가시켜주는 등의 신장에 대한 잇점외에 용혈정도 및 수혈량도 감소시킬 수 있으며 인공심폐기와 저체온법에 의해 야기된 신혈류의 감소와 혈류분포이상도 고정해준다고 한다<sup>36)</sup>.

혈액회석체외순환직후의 사구체여과도를 측정한 Das<sup>19)</sup> 등에 따르면 술후 1일째의 GFR은 본 연구에서와 같이 수술전보다 증가해 있었으며 Mielke<sup>28)</sup> 등은 첫 여섯시간 동안은 수술전 수준을 유지하다가 술후 1일에는 수술전보다 낮은 값을 보인다고 하였으며 고삼투충전액을 사용한 경우 첫 여섯시간 동안은 삼투질이뇨작용으로 소변량이 매우 많아지는데 이런 기전이 신세뇨관을 보호한다고 하였다.

본 연구에서는 45명 전례에서  $C_{cr}$ 의 유의한 증가를 보여 현재의 심폐관류기술이 만족할 만한 신장기능보전을 이루고 있음을 알 수 있었다. 각 세분군에서도 사고



도 5. Cosm, CH<sub>2</sub>O, U/O의 변화추이

군을 제외한 모든 군에서 유지내지 증가를 보였으며 수술전 심장기능에 큰 문제가 없는 선천성질환군과 이노제비사용군 및 이노제사용군중  $C_{cr}$ 이 100 이상인 군보다는 수술전  $C_{cr}$ 이 비교적 낮은 군에서  $C_{cr}$ 의 증가가 현저한 점은 이 연구에서 보여준  $C_{cr}$ 의 증가는 주로 심장의 해부학적 교정 및 이에 따른 혈액학의 개선에 의한 전신적 요인 (prerenal factor)의 호전에 기인하였음을 시사한다.

급성신부전의 발생시 먼저 신수질의 삼투질경사의 와해로 기능적인 농축능의 저하가 생기고  $Na^+$ 의 재흡수능은 어느 정도 유지되다가 세뇨관이 피사되면서 재흡수도 감소하게 되어, 농축능의 저하가 최초의 기능적 변화이며 임상적으로 급성신부전이 의심되는 시기보다 1-3일 먼저 나타난다<sup>6,22)</sup>. 일단 세뇨관의 기능이 저하되면 renin-angiotensin계에 의하여 혈관수축 및 GFR의 저하가 동반되며<sup>26)</sup> 도파민등의 혈관확장제의 효과의 일부는 이 기전의 차단에 의한 것이다.

신장의 농축능력의 지표인  $U/P_{osm}$  비는 핏뇨 (oliguria) 시 결과판정이 곤란한 경우가 많아서 혈장에서의 용질의 제거속도인 삼투질청소율 ( $C_{osm}$ : 단위시간당 소변량 × 소변 - 혈장삼투질농도비)이 더 많이 이용된다<sup>6)</sup>. 또한 단위시간당 소변량에서 이 삼투질청소율을 뺀 수치가 자유수분청소율로 마찬가지로 농축능을 대표하며 소변량의 변화를 더 정확하게 나타내어 주는 지표이며 정상범위는 -25 ~ -100ml/hr 로 알려져 있다<sup>6,20)</sup>. 이  $C_{H_2O}$ 가 0에 가까워지는 것은 농축능의 저하를 의미하며 다시 음의 값으로 커지는 것은 세뇨관세포의 기능이 회복되고 있음을 의미한다<sup>6)</sup>.

Back 등은 급성신부전의 발생을 예견하기 위해서는 소변량이나 소변의 비중은 의미가 없고 BUN 및  $C_r$ 의 변화는 신기능의 70% 이상이 소실되어야 나타나므로 너무 늦고, 소변내  $Na^+$  농도는 섭취량, 세뇨관기능, 소변량, 신수질혈류량 및 내분비계의 영향으로 변화할 수 있어 어떤 규칙성을 발견할 수 없으며 소변의 농축능을 나타내는 지표중 특히  $C_{H_2O}$ 는 급성신부전이 발생하기 수일전에 양의 수치로 되었다가 1-3일전에는 0에 가까워지며 ( $\pm 15ml/hr$ ) 또한 이때 Furosemide에 반응이 없으면 급성신부전이라고 단정할 수 있다고 하였고<sup>6,7,20)</sup> Landes<sup>20)</sup> 등은 체외순환직후  $C_{H_2O}$ 를 측정하여 -20 cc/hr 이하 (-0.33 cc/min) 시는 전혀 심장장애가 없고 -8 cc/hr 이상 (-0.13 cc/min) 시는 항상 심장기능의 이상을 보였다고 하여 이 수치를 판정기준으로 제

시하였으며 이 수치가 음의 값으로 커지면 신기능의 회복을 의미한다고 하였다. 본 연구에서  $C_{osm}$ 은 체외순환직후에 통계적으로 유의한 상승을 보였으며 제 1일에는 상승한 상태로 머물고 있었고,  $C_{H_2O}$ 는 체외순환직후에는 유의한 변화가 없다가 슬후 제 1일에는 수술전치에 비하여 유의한 감소를 보였는데 (표 4, 도 5) 이는 수술직후에는 삼투적이노작용에 의하여 소변량이 증가하였다가 제 1일에는 세뇨관기능의 회복과 함께 농축능이 회복되면서 소변량은 줄고있는 것을 나타내어 여러 보고와 부합된다<sup>22,20,20)</sup>. 각군별 경향을 보면  $C_{cr}$ 의 변화가 없었던 선천성질환군과 이노제비사용군에서는  $C_{osm}$ 과  $C_{H_2O}$ 의 변화경향이 전례 및 비사고군과 일치하였으나 사고군에서는 그 변화경향이 후천성질환군중 이노제사용군 (표 5)에서의  $C_{osm}$ ,  $C_{H_2O}$ 의 변화경향과 동일하였다. 사고군에서의  $C_{osm}$ ,  $C_{H_2O}$ 의 변화경향은 체외순환시의 신장에 가해진 손상에 의한 기능적인 농축능의 감소를 의미하고 이노제사용군에서 보인  $C_{osm}$ ,  $C_{H_2O}$ 의 경향은 만성적인 이노제투여로 인한 상대적인 탈수상태에서의 슬후 소변량의 조기감소를 의미한다. 이 두군에서 보여준  $C_{H_2O}$ 의 변화는 Back, Landes 등이 주장한 -20 cc/hr 에 크게 밀도는 값으로써 제 1일의  $C_{cr}$ 의 감소에도 불구하고 신기능이 회복될 것으로 추정되며 실제로 제 7일의 BUN 및  $C_r$ 치를 보더라도 전원 Abel의 분류상 제 1군에속하였다<sup>1)</sup>

RFI나  $FEN_{24}$ 는 전례에서 평균 0.74 및 1.01에서 슬후 제 1일에는 1.33 및 1.77로 증가하였으며 이는 mannitol의 natriuretic effect<sup>19)</sup> 및 혈액학의 개선에 의한 세포외액의 동원에 의한 이노작용으로 생각되며 이들 지표는 수술직후의 급성신부전의 예견에 도움을 줄 수 있다 하더라도 절대적인 지표가 될 수는 없으며<sup>23)</sup> Oken<sup>21)</sup> 등은 핏뇨를 동반한 경우  $FEN_{24}$ 가 6% 이상시에는 급성신부전이 많으나 1-3%의 값을 나타낼 경우 기능성 신기능저하가 많아 진단에 신중을 기해야 한다고 하였는데 본 연구에서 보여준 REI와  $FEN_{24}$ 의 증가도 이러한 기능성 변화에 기인한 것으로 보이며 따라서 REI나  $FEN_{24}$ 는 적어도 슬후 1일까지의 체외순환직후에는 신부전을 예견하는 지표로서는 적당치 않음을 알 수 있다.

수술중이나 수술전의 여러 자료상에서 신부전의 위험 인자를 찾아내려는 시도가 많이 진행되어 왔으나 아직 논란이 많으며 수술전후의 심장기능, 심폐관류시간, 수술중 생길 수 있는 색전등의 예기치 않았던 사고 등은

상관관계가 있는 것으로 알려져 있고, 저체온법의 심도, 연령, 이노제사용여부는 논란이 많으며 용혈여부는 소변량이 유지되는 한 큰 의미가 없는 것으로 생각되고 있다<sup>10)</sup>. 또한 심폐관류중의 산혈증이 신혈관의 수축을 조장하여 신부전을 유발한다는 주장도 있으나 산혈증이 저관류의 결과이므로 산혈증자체가 신부전과 직접적인 관계가 있는지는 분명치 않다<sup>11)</sup>.

본 연구에서는 심폐관류시간은 비맥동성관류시 150분을 경계로 심장기능과 무관하게 신기능에 영향을 주는 것으로 보이며(표 6) 이는 타보고와 부합된다<sup>1,10,20,30)</sup>. 비맥동성 관류장치가 맥동성의 그것보다 비생리적이고 관류량도 떨어지는 것으로 알려져 있으나<sup>20,26,30,31)</sup> 현재의 비맥동성 관류로도 좋은 성적을 내고 있고 맥동성관류시 생길 수 있는 관류관의 파열이나 뇌동맥파열, 죽상경화물의 유리 및 색전증의 유발등의 또 다른 부작용의 가능성도 있으므로 이의 채용에는 신중을 기하여야 하며<sup>30)</sup> 수술전 이미 급성신부전이 발생한 환자에서는 저용량의 도파민과 이 맥동성 관류장치를 병용하면 좋은 결과를 얻을 수 있다고 하였다<sup>20,30,32)</sup> 최저직장온도를 기준으로 본 저체온법의 심도는 단순회기분석결과 신기능을 대표하는  $C_{cr}$ 의 변화율과 반비례관계에 있었다. 이 식에 의하면 최저직장온도를 27.9°C이하로 떨어뜨리면 술후 제 1일의  $C_{cr}$ 의 감소를 막을 수 있을 것으로 기대된다. 이 그래프의 X축에 체외순환시간을 같이 고려하여 '위험점수'를 구하여 변환시켜서 상관계수가 더 커진회기식을 구할 수 있었는데 이 식에서는 위험점수가 3.9이하, 즉 심폐관류시간이 150분이하인 환자에서는 최저직장온도가 27.9°C이하인 경우와 심폐관류시간이 150분이상인 환자에서의 최저직장온도 26.9°C이하일 경우  $C_{cr}$ 의 저하를 막을 수 있을 것으로 생각되며 이는 곧 저체온법의 심도를 적절히 조절하므로써 장시간의 심폐관류로 인한 신기능의 저하를 둔화내지는 예방할 수 있음을 뜻한다.

사고군으로 분류된 11례의 분석에서 유의한 신기능의 저하를 보인 췌장성경련은 타 보고자들의 의견과 같이 혈류내에 유리된 미소색전자들이 신장의 외피질의 모세혈관에 색전현상을 일으킨 것으로 생각된다. 심폐정지나 일부의 재심폐관류는 당시의 심장상태 및 신손상에 의한 신기능의 감소일 것으로 보이며 술후 출혈로 대량수혈 및 재수술을 시행한 환자에서의 신기능의 보전은 현재의 임상에서의 대량수혈은 신손상과는 큰 관계가 없음을 시사한다.

수술전후의 심장기능은 최종적인 신기능에 결정적인 영향을 미칠 뿐 아니라 심폐관류후 제 1일의 신기능에도 영향을 주는 것으로 나타났으나 전통적으로 심각하게 받아들여지던 육안적혈색소뇨증은 신기능의 변화와 전혀 무관한 것으로 생각된다. 급성신부전의 중요한 미세현미경소견인 세뇨관내 Cast는 세뇨관내의 유량의 감소에 의한 이차적인 폐쇄로 받아들여지고 있으며 세뇨관의 폐쇄가 신부전의 일차적인 현상은 아니다. 수술전 이노제사용여부에 따른 유의한 차(표 5)는 이노제사용군에서는 비사용군과는 달리 수술로 교정될 수 있는 전신적요인(prerenal factor)이 크기 때문으로 보이며 이노제의 사용이 신기능에 도움을 준다고 결론지을 수는 없다. 또한 본 연구에서 술전 신기능은 술후 신기능과 무관한데 이는 본 연구에서는 기질적신장애를 동반한 환자를 포함시키지 않았기 때문에 기질적 신기능 저하가 있는 환자에서 술후 신기능이 어떠한 변화를 보일지는 알 수 없었다. 또한 과거 심장수술여부는 신기능에 아무런 영향도 미치지 않음을 알 수 있었다.

본 연구에서는 술후 신부전을 보인 환자가 없어 신부전을 보이는 환자에서의 상가지표의 검토는 하지 못하였으며 이는 보다 많은 환자를 대상으로한 연구가 이루어져야 가능하리라 본다.

## 결 론

1985년 4월부터 6월말까지 서울대학교병원 흉부의 과에서 개심술을 시행한 환자중 45례를 대상으로한 전향적 연구로 체외순환전후의 신기능을 검토하였다.

1. 환자분포는 남자 23인, 여자 22인이었고 연령은  $38.1 \pm 10.3$ 세(21-63)였으며 체표면적은  $1.55 \pm 0.18$  m<sup>2</sup>(1.15 - 1.95)였다. 질환별로는 후천성질환이 35명, 선천성질환이 10명이었고 전례 술후 신기능이 Abel 분류상 제 1군에 속하였다.

2. 현재 본원에서 시행중인 체외순환기법은 만족스러운 신기능의 보전을 이루고 있었다.

3. 체외순환후 삼투적이노작용으로 소변량이 급격히 증가하였으며 신세뇨관기능이 회복되면서 농축능이 증가하고 소변량이 감소하였다.

4.  $C_{cr}$  보다는  $C_{H_2O}$ 가 술후 신기능의 회복의 향방을 정확하게 제시하였으며  $FEN_2$ 와 RFI는 체외순환후의 급성신부전의 예전을 위한 지표로 사용할 경우 주의가 필요하다.

5. 체외순환시의 저체온의 심도를 조절하므로써 체외순환의 신장에 대한 악영향을 둔화시킬 수 있다.

6. 저체온의 심도, 150 분 이상의 관류시간, 수술전후의 심장기능, 수술중 색전등의 사고는 신기능과 상관관계가 있었다.

7. 용혈여부, 수술전신기능, 심장수술의 병력, 대량수혈여부는 신기능과 무관하였다.

## REFERENCES

1. Abel RM, et al: *Etiology, incidence, and prognosis of renal failure following cardiac operations.* J Thorac Cardiovasc Surg 71:323, 1976.
2. Abel RM, et al: *Renal dysfunction following open heart operations.* Arch Surg 108:175, 1974.
3. Abel RM, Buckley MJ, Austen WC, et al: *Acute post-operative renal failure in cardiac surgical patients.* J Surg Res 20:341, 1976.
4. Abel RM, Abbott WM, et al: *Essential L-aminoacids for hyperalimentation in patients with disordered nitrogen metabolism.* Am J Surg 128:317, 1974.
5. Abel RM, Beck CH Jr, et al: *Improved survival from acute renal failure after treatment with intravenous essential L-aminoacids and glucose: Results of a prospective, double blind study.* N Eng J Med 288:695, 1973.
6. Baek SM, Brown RS, Shoemaker WC: *Early prediction of acute renal failure and recovery: I. sequential measurement of free water clearance.* Ann Surg 177:253, 1973.
7. Baek SM, Brown RS, Shoemaker WC: *Early prediction of acute renal failure and recovery: II. renal functional response to furosemide.* Ann Surg 178:605, 1973.
8. Baek SM, Malcabali GC, Shoemaker WC: *Clinical determinants of survival from postoperative renal failure.* Surg Gynecol Obstet 140:685, 1975.
9. Barcenas CG, et al: *Cardiogenic acute renal failure following open heart surgery.* Cardiovasc Dis 6:298, 1979.
10. Bhat JC, et al: *Renal failure after open heart surgery.* Ann Intern Med 84:677, 1976.
11. Casali R, Simmons RL, et al: *Acute renal insufficiency complicating major cardiovascular surgery.* Ann Surg 181:370, 1974.
12. Clark RE, Dietz DR, Miller JG: *Continuous detection of microemboli during cardiopulmonary bypass in animal and man.* Cardiovasc Surg 54:74, 1976.
13. Connolly JE, Kountz SL, Guernsey JM, et al: *Acidosis as a cause of renal shut-down.* J Thorac Cardiovasc Surg 46:680, 1963.
14. Cronin RE, Erickson AM, et al: *Norepinephrine-induced acute renal failure: A reversible ischemic model of acute renal failure.* Kidney Int 14:187, 1978.
15. Das JB, Eraklis AJ, et al: *Water and solut excretion following cardiopulmonary bypass with hemodilution: The effects of the osmolarity of the perfusion prime.* J Thorac Cardiovasc Surg 58:789, 1969.
16. Davis RF, Lappas DC, et al: *Acute oliguria after cardiopulmonary bypass: Renal functional improvement with low dose dopamine infusion.* Crit Care Med 10:852, 1982.
17. Endoh Y: *Acute renal failure following open heart surgery.* Jap J Thorac Cardiovasc Surg 33:809, 1985.
18. Flores J, DiBona DR, Beclz CH, et al: *The role of cell swelling in ischemic renal damage and the protective effect of hypertonic solute.* J Clin Invest 51:118, 1972.
19. Gennari FJ, Kassirer JP: *Osmotic diuresis.* N Eng J Med 291:714, 1974.
20. German JC, Chalmers GS, Hirai J, et al: *Comparison of nonpulsatile and pulsatile extracorporeal circulation on renal tissue perfusion.* Chest 61:65, 1972.
21. Gruskin AB: *The kidney in congenital heart disease-an overview.* Adv Pediatr 24:133, 1977.
22. Heimann T, Brau S, et al: *Urinary osmolal changes in renal dysfunction following open heart operations.* Ann Thorac Surg 22:44, 1976.
23. Hilberman M, Derby GC, et al: *Sequential pathophysiological changes characterizing the progression from renal dysfunction to acute renal failure following cardiovascular operation.* J Thorac Cardiovasc Surg 79:838, 1980.
24. Hilberman M, Meyers BD, et al: *Acute renal failure following cardiovascular surgery.* J Thorac Cardiovasc Surg 77:880, 1979.
25. Holcroft JW, Thomas An, Fuchs R: *Renal air embolism, an unrecognized cause of organ failure.* Surg Forum 27:586, 1976.
26. Krian A: *Incidence, Prognosis, and treatment of acute renal failure following cardiopulmonary bypass.* Int Anesthesiol Clin 14:87, 1976.
27. Kron IL, Joob AW, Van Meter C: *Acute renal failure in the cardiovascular surgical patient.* Ann Thorac Surg 39:590, 1985.
28. Landes RC, Lillehei RC, et al: *Free water clearance and the early recognition of acute renal insufficiency after cardiopulmonary bypass.* Ann Thorac Surg 22:41, 1976.

29. Mielke JE, Hunt JC, et al: *Renal performance during clinical cardiopulmonary bypass with and without hemodilution. J Thorac Cardiovasc Surg 51:229, 1966.*
30. Olinger GN, Hutchinson LD, Bonchek LI: *Pulsatile cardiopulmonary bypass for patients with renal insufficiency. Thorax 38:543, 1983.*
31. Oken DE: *On the differential diagnosis of acute renal failure. Am J Med 71:916, 1981.*
32. Patek RV, Lifschitz MD, Stein JH: *Acute renal failure: Clinical aspects and pathophysiology. Cardiovasc Med 4:19, 1979.*
33. Porter GA, Kloster FE, et al: *Relationship between alterations in renal hemodynamics during cardiopulmonary bypass and postoperative renal function. Circulation 39:1005, 1966.*
34. Porter GA, Kloster FE, et al: *Renal complications associated with valve replacement surgery. J Thorac Cardiovasc Surg 53:145, 1967.*
35. Rudy LW, Heymann MA, Edmunds LH Jr: *Distribution of systemic blood flow during cardiopulmonary bypass. J Appl Physiol 35:194, 1973.*
36. Utley JR, Wachtel C, et al: *Effects of hypothermia, hemodilution, and pump oxygenation on organ water content, blood flow, and oxygen delivery, and renal function. Ann Thorac Surg 31:121, 1981.*
37. Wilder RJ, Rush BF, Ravitch MM: *Protective effect of hypothermia on canine whole blood during extracorporeal circulation. Ann Surg 160:1057, 1964.*
38. Yebvah ED, Petrie A, Peard JL: *Acute renal failure and open heart surgery. Brit Med J 12:415, 1972.*