

## 개심술환자에서 체외순환후 혈중 및 요중 포타시움의 변화

주 홍 돈\* · 임 승 평\*

- Abstract -

### The Changes of Serum and Urine Potassium after Extracorporeal Circulation in Open Heart Surgery

Hong Don Ju, M.D.\* , Seung Pyung Lim, M.D.\*

The level of serum potassium concentration is very important aspect in postoperative cardiac patients. The postoperative cardiac arrhythmia and digitalis intoxication are known to be closely related with hypokalemia and also to cause the irreversible cardiac dysfunction.

In this study, the changes of the level in serum and urine concentrations during, after extracorporeal circulation(ECC), Prediet and Postdiet periods are analyzed and compared statistically with postoperative cardiac patients 46 persons according to divided 8 groups.

1. There was no difference significantly in concentrations of serum and urine potassium in each period according to age, sex and disease types.

2. There was no difference significantly in concentrations of serum and urine potassium in each period according to the use of normothermia and hypothermia.

3. There was no difference significantly in concentrations of serum and urine potassium in each period according to the length of extracorporeal circulation time and aortic cross clamping time.

4. There was no difference significantly in concentrations of serum and urine potassium in each period according to the amount of the infused cardioplegic solution and level of Hct.

## I. 서 론

개심술 환자에서 혈중 포타시움 수준은 다른 전해질에 비해 상당히 중요한 의미를 가지고 있음은 주지의 사실이다.

개심술 후의 심부정맥과 디기탈리스 중독이 혈중 포

타시움의 감소와 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있으며 불가변성의 심근기능이상을 초래할 수도 있다는 사실이 많은 학자들에 의해 연구 보고되고 있다<sup>1-5)</sup>.

따라서 심장질환 환자에서 개심술 전후의 적절한 혈중 포타시움 수준 유지가 개심술 후의 심기능 및 그 예후에 상당한 중요성을 가지므로 이의 변동추이를 관찰하여 적절히 대응함이 필요하다 하겠다<sup>2-5)</sup>.

본 연구에서는 개심술 환자의 체외순환 전후에 있어

\*충남대학교 흉부외과학교실

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

서 혈중 및 요중 포타시움 수준의 변동추이를 관찰함으로써 향후 발생 가능한 심기능 이상등의 문제점을 최소화하고 이의 예후에 향상을 기하는데 노력하고자 하였다.

## II. 대상과 방법

충남대학교 병원 흉부외과에서 1989년 9월부터 1990년 8월까지 1년간 체외순환에 의한 개심술을 시행한 환자 46명을 술전에 무작위 추출하여 본 연구의 관찰대상으로 하였다.

환자의 연령분포는 평균 31세였고(최고 55세, 최저 1세 Table 1), 성별분포는 남자 27명 여자 19명이었으며, 질환별로는 선천성 심질환 21명 후천성 심질환 25명이었다(Table 2).

본 연구에서의 분류기준은 연령별, 성별, 선천성 및 후천성 심질환별, 체외순환시간 혹은 대동맥차단시간 연장시 혈액손상 가능성 증가에 감안하여 본 연구에서의 평균 체외순환시간 82분 및 평균 대동맥차단시간 64분 미만, 이상 그룹별, 정상체온법 및 저체온법에 따른 비교, 평균 심정지액 관류량 497ml 미만 및 이상 그룹별 그리고 저체온법 사용 환자에서 혈류역학적으로 혈구치 25-30%가 미세혈류 순환상 적절하다는 근거하에 체외순환중 혈구치 30% 미만 및 이상 그룹간의 혈중 및 요중 포타시움치를 측정 비교분석 하였다.

모든 자료는 평균치±표준편차로 표시하였고 통계 처리는 각 그룹간, 각 시기별 포타시움치의 유의성 검사에는 student t-test로 검정하여 p값이 0.05이하일 때 통계적 유의성을 인정하였다.

체외순환은 Sarns 5000 roller pump 및 기포형 산화기를 사용 하였고 예상 수술시간에 따른 정상 체온법, 중등도 저체온법(30-32℃) 및 심도 저체온법(24-28℃)을 이용하였다.

충진액은 술전 환자의 신장, 체중, 체표면적, 혈중 포타시움치 및 혈구치에 따른 ACD 혈액, 하트만씨 용액, 5% 포도당 용액, 15% 마니톨(Mannitol) 용액 및 기타 전해질 용액(KCL, Cacl<sub>2</sub>, Sodium Bicarbonate) 과 적정량의 헤파린액으로 구성하였다.

심근 보호법으로는 냉각 심정지액 관류와 생리석 식염수에 의한 국소 냉각법을 이용하였다.

본 연구에서 대상 환자들의 관찰 항목에 대한 요약은 Table 3과 같다.

**Table 1.** Age distribution

Age	Patient number
0 - 9	7
10 - 19	6
20 - 29	7
30 - 39	9
40 - 49	12
50 - 55	5
Total	46

**Table 2.** Distribution of the type of heart disease and operation name

Disease(patient number)	Operation name(patient number)
congenital	
heart disease (21)	
-----	
ASD* (10)	Patch closure (9) Simple closure (1)
VSD* (7)	Patch closure (6) Simple closure (1)
TOF* (3)	Total correction (3)
VSD+ASD+PDA* (1)	Patch closure and ligation (1)
acquired	
heart disease (25)	
-----	
Mitral VHD* (10)	MVR* (10)
Aortic VHD (4)	AVR* (4)
Mitral and Aortic VHD (8)	DVR*(8)
Mitral and Tricuspid VHD (2)	MVR and De Vega procedure OMC* and De Vega procedure (1)
LA Myxoma (1)	Excision (1)

\*ASD : Atrial septal defect

\*VSD : Ventricular septal defect

\*TOF : Tetralogy of Fallot

\*PDA : Patent ductus arteriosus

\*VHD : Valvular heart disease

\*MVR : Mitral valve replacement

\*AVR : Aortic valve replacement

\*OMC : Open mitral commissurotomy.

\*DVR : Double valve replacement

진 환자에서 혈중 및 요중 포타시움의 측정시 혈중 sodium, 칼슘치 및 혈당치 값을 동시에 측정하였고, 이의 관찰 항목에 대한 값은 개심술 전, 중 및 후의 기록을 이용하였다.

**Table 3.** The summary of observation data

Observation	data(unit)	Mean(below /above)*6	Maximum	Minimum
BSA*1	(M <sup>2</sup> )	1.43 (14 /32)	1.85	0.45
ECC*2 time	(minute)	82 (24 /22)	160	20
ACC*3 time	(minute)	64 (23 /23)	137	14
Rewarming time	(minute)	35 (20 /18)	89	16
Hypothermia*4	(°C)	27.7	33	21
Flow rate*5	(liter /M <sup>2</sup> /min)	2.21 (28 /18)	2.5	2.0
Hematocrit	(%)	27.25 (23 /23)	36	21
Cardioplegic Solution	(ml)	497 (26 /20)	822	242

\*1 : Body surface area

\*2 : Extracorporeal circulation

\*3 : Aortic cross clamping

\*4 : Normothermic case (8)

\*5 : Flow rate during extracorporeal circulation by Sarns 5000 roler pump.

\*6 : (Number of patients having below mean value /number of patients having above mean value)

혈중, 요중 포타시움 측정시기와 값에 따른 기준은 다음과 같다.

체외순환 전(Prepump) : 체외순환 2시간, 1시간, 30분전 값의 평균.

체외순환 중(During pump) : 체외순환 개시후 매 15분마다 측정된 값의 평균

체외순환 후(Postpump) : 체외순환 종료후 중환자실 인공호흡기개시까지 매 15마다 측정된 값의 평균

식전(Pre-diet) : 중환자실 인공호흡기 개시부터 유동식 개시전까지 매 3시간마다 측정된 값의 평균

식후(Post-diet) : 유동식 개시후 24시간까지 매 3시간마다 측정된 값의 평균

또한 전 환자에서 혈액채취 검사 결과에 따른 포타시움치의 부족량을 보충하였고 각 시기별로 채취된 혈액과 요는 즉시 측정검사를 시행하였으며 각각의 측정법은 혈중 포타시움, Sodium 및 요중 포타시움은 Flame photometry법, 혈중 칼슘은 OCPC법, 그리고 혈구치는 Coulter counter S STKR 법을 사용하였다.

### III. 결 과

1. 대상 전례에서의 시기에 따른 혈중 포타시움의 변화 : 체외순환전  $4.3 \pm 1.10 \text{mEq/L}$ , 체외순환중  $4.69 \pm 1.04 \text{mEq/L}$ , 체외순환후  $4.38 \pm 0.98 \text{mEq/L}$ , 식전  $4.31 \pm 0.44 \text{mEq/L}$  그리고 식후에는  $4.43 \pm 0.41 \text{mEq/L}$ 이었다. 체외순환전과 비교하여 식전시기까지 차

이를 보이지 않았으나 식후시기에는 유의한 증가를 보였다( $p < 0.05$ ) (Table 4).

2. 대상 전례에서의 시기에 따른 뇨중 포타시움의 변화 : 체외순환전  $41.38 \pm 27.80 \text{mmol/L}$ , 체외순환중  $23.05 \pm 11.14 \text{mmol/L}$ , 체외순환 후  $23.74 \pm 25.20 \text{mmol/L}$ , 식전  $71.16 \pm 31.29 \text{mmol/L}$  그리고 식후시기에  $48.22 \pm 23.56 \text{mEq/L}$ 이었다. 체외순환전과 비교하여 식전시기까지 유의한 감소 혹은 증가의 변화를 보였는데 ( $p < 0.05$ ) 식후시기에는 변화를 보이지 않았다 (Table 4).

#### 1. 연령별 변화

모든 연령군에서 시기에 따른 혈중 포타시움치 및 요중 포타시움 변화에서 유의한 차이를 보이지 않았다 (Table 5).

#### 2. 성별 변화

남, 여별 혈중 및 요중 포타시움치의 각 시기별 차

**Table 4.** The change of serum and urine potassium concentration in all patients

potassium	serum(mEq /L)	urine(mmol /L)
prepump	$4.31 \pm 1.10$	$41.38 \pm 27.80$
during	$4.69 \pm 1.04$	$23.05 \pm 11.14$
postpump	$4.38 \pm 0.98$	$23.74 \pm 25.20$
prediet	$4.31 \pm 0.44$	$71.16 \pm 31.29$
postdiet	$4.43 \pm 0.41$	$48.22 \pm 23.56$

**Table 5.** The change of serum and urine potassium concentration according to age groups

(age)		1 - 19	20 - 39	40 - 55	p-value*
Serum (mEq /L)	prepump	4.55 ± 1.54	4.08 ± 0.90	4.36 ± 0.63	NS
	during	4.34 ± 0.58	4.73 ± 1.01	4.84 ± 1.28	NS
	postpump	4.69 ± 1.44	4.39 ± 0.70	4.13 ± 0.83	NS
	prediet	4.45 ± 0.34	4.39 ± 0.36	4.13 ± 0.54	NS
	postdiet	4.39 ± 0.28	4.42 ± 0.45	4.48 ± 0.49	NS
Urine (mmol /L)	prepump	47.58 ± 31.40	34.40 ± 26.50	44.13 ± 26.60	NS
	during	23.18 ± 13.99	23.47 ± 12.62	22.38 ± 6.16	NS
	postpump	24.00 ± 28.60	15.75 ± 6.47	32.07 ± 32.94	NS
	prediet	67.91 ± 35.75	58.17 ± 31.30	84.86 ± 23.07	NS
	postdiet	37.40 ± 20.30	52.60 ± 25.14	52.20 ± 23.30	NS

p-value(NS) : Not significant

**Table 6.** The change of serum and urine potassium concentration according to sex

		Male	Female	p-value
Serum (mEq /L)	prepump	4.39 ± 1.19	4.17 ± 0.68	NS
	during	4.82 ± 1.11	4.47 ± 0.92	NS
	postpump	4.60 ± 1.08	4.04 ± 0.70	NS
	prediet	4.42 ± 0.45	4.17 ± 0.39	NS
	postdiet	4.43 ± 0.45	4.43 ± 0.39	NS
Urine	prepump	42.96 ± 28.74	39.00 ± 27.09	NS
	during	23.80 ± 10.89	21.88 ± 11.79	NS
	postpump	22.20 ± 22.54	26.00 ± 29.27	NS
	prediet	58.13 ± 26.46	92.57 ± 27.05	<0.05
	postdiet	47.77 ± 24.74	48.93 ± 22.49	NS

이가 없었으나 예외적으로 식전시기의 요중 포타시움치에서 남자 53.13 ± 26.46mmol /L, 여자 92.57 ± 27.05mmol /L로 유의한 차이를 보였다(p<0.05)(Table 6).

### 3. 선천성 및 후천성 질환별 변화

선천성 및 후천성 질환별 혈중 및 요중 포타시움치에서 각 시기에 따른 유의한 차이가 없었다(Table 7).

### 4. 정상체온법 및 저체온법에 따른 변화

정상체온법 및 저체온법에 따른 혈중 및 요중 포타시움치의 각 시기별 유의한 차이가 없었다(Table 8).

### 5. 체외순환시간별 변화

체외순환시간 82분 미만 그룹과 82분 이상 그룹에서 혈중 및 요중 포타시움치중 식후시기 요중 포타시움치에서 82분 미만 그룹이 39.19 ± 20.96mmol /L, 82분

이상 그룹이 60.87 ± 21.61mmol /L로 유의한 차이(p <0.05)를 보였으나 그의 다른 시기에서의 차이는 없었다(Table 9).

### 6. 대동맥차단시간별 변화

대동맥차단시간 64분 미만 그룹과 64분 이상 그룹에 따른 각 시기별 혈중 및 요중 포타시움 농도중 식전 혈중 포타시움에서 64분 미만 그룹 4.20 ± 0.46mEq /L, 64분 이상 그룹 4.54 ± 0.26mEq /L로 유의한 차이를 보였을 뿐, 나머지 시기에서 유의한 차이가 없었다(Table 10).

### 7. 심정지액 투여량별 변화

심정지액 투여량에 따른 혈중 및 요중 포타시움치중 식전 요중 포타시움에서 497ml /hr /M<sup>2</sup>미만 그룹 60.10 ± 28.73mmol /L, 497ml /hr /M<sup>2</sup> 이상 그룹 84.17 ± 29.82mmol /L으로 유의한 차이가 있었으나(p<0.

**Table 7.** The change of serum and urine potassium concentration according to disease

		Congenital	Acquired	p-value
Serum (mEq /L)	prepump	4.50 ± 1.33	4.16 ± 0.66	NS
	during	4.77 ± 1.05	4.63 ± 1.07	NS
	postpump	4.56 ± 1.15	4.23 ± 0.81	NS
	prediet	4.39 ± 0.36	4.26 ± 0.48	NS
	postdiet	4.52 ± 0.33	4.38 ± 0.46	NS
Urine (mmol /L)	prepump	42.40 ± 31.83	40.56 ± 24.87	NS
	during	26.06 ± 14.66	20.69 ± 6.82	NS
	postpump	21.26 ± 21.87	25.78 ± 27.99	NS
	prediet	62.33 ± 40.09	77.18 ± 22.64	NS
	postdiet	41.20 ± 20.52	53.24 ± 24.77	NS

NS : not significant

**Table 8.** The change of serum and urine potassium concentration according to normothermia and hypothermia

		Normothermia	Hypothermia	p-value
Serum (mEq /L)	prepump	4.21 ± 0.90	4.33 ± 1.05	NS
	postpump	5.04 ± 1.35	4.62 ± 0.98	NS
	during	4.28 ± 0.73	4.40 ± 1.04	NS
	prediet	4.28 ± 0.40	4.33 ± 0.45	NS
	postdiet	4.59 ± 0.36	4.38 ± 0.42	NS
Urine (mmol /L)	prepump	52.89 ± 30.86	38.50 ± 26.73	NS
	postpump	23.63 ± 15.18	22.91 ± 10.24	NS
	during	25.67 ± 31.56	23.21 ± 23.74	NS
	prediet	86.63 ± 34.75	66.89 ± 29.49	NS
	postdiet	35.33 ± 13.55	50.80 ± 24.44	NS

NS : not significant

**Table 9.** The change of serum and urine potassium concentration according to extracorporeal circulation time

		<82 minutes	>82 minutes	p-value
Serum (mEq /L)	prepump	4.29 ± 0.75	4.34 ± 1.28	NS
	during	4.86 ± 1.03	4.50 ± 1.06	NS
	postpump	4.33 ± 0.69	4.43 ± 1.24	NS
	prediet	4.30 ± 0.37	4.33 ± 0.52	NS
	postdiet	4.45 ± 0.31	4.40 ± 0.53	NS
Urine (mmol /L)	prepump	43.64 ± 31.13	38.55 ± 23.59	NS
	during	25.04 ± 13.24	20.74 ± 7.80	NS
	postpump	22.74 ± 25.62	24.94 ± 25.34	NS
	prediet	72.80 ± 36.65	69.23 ± 24.49	NS
	postdiet	39.19 ± 20.95	60.87 ± 21.61	<0.05

NS : not significant

05) 그의 시기에서의 차이는 없었다(Table 11).

#### 8. 체외순환중 혈액소치에 따른 변화

체외순환중 혈액소치 30%미만 그룹과 30% 이상 그룹에 따른 각 시기별 혈중 및 요중 포타시움치에서 차이가 없었다(Table 12).

#### 9. 혈중 Sodium 및 칼슘의 변화

체외순환전·후 혈중 Sodium 및 칼슘 변화에서 유의한 변화가 없었다(Table 13).

### IV. 고 찰

포타시움은 세포내 주된 양이온으로서 Sodium-Potassium 교환 pump에 의해 세포내외로 이동되며 혈중 포타시움 수준은 세포내외로의 이동 및 신 배설 정도 등에 영향을 받는다<sup>4,6)</sup>.

체외순환시 포타시움의 감소는 술전의 이노제 및 디기탈리스 사용으로 인한 포타시움 총량의 감소, 요중 배설, 세포내로의 이동, 과호흡(hyperventilation)으로 인한 호흡성 알칼리증, 충진액내의 낮은 포타시움 농도, 심실성 세동, 수술시 스트레스에 대한 반응으로 과 Aldosterone 증으로 저칼륨혈증성 대사성 알칼리증에 의해  $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - \text{H}^+$  이온 교환 펌프에서 포타시움의 요중 배설 촉진 및 저체온법(hypothermia) 등에 의해 야기 된다고 한다<sup>7-14)</sup>.

Dieter, Neville 와 Piffare<sup>11,15)</sup> 등은 체외순환 환자에서의 저 포타시움 혈증에 대해 보고하였는데 이들은 저 포타시움 혈증의 중요 요인으로서 술전 이노제 및 디기탈리스의 사용, 체외순환 후 마취에 의한 과호흡, 요중 과다 배설 및 충진액내 저 포타시움 농도등을 열거하였고, 술후인자로는 과 Aldosteron증, 기계적 호흡 및 요중 과다 배설 등을 들었다.

그외 다른 한 연구 보고에 의하면<sup>1,10,11)</sup> 심실성 세동, 저체온법의 도입과 마취의 영향이 관련된다 하였다. Neville와 Talso등에 의하면<sup>11,15)</sup> 체외순환후 혈중 전해질 변화에 있어서 Sodium과 Chloride의 수준 변화는 크지않으나 포타시움, 칼슘 및 마그네슘등은 유의하게 감소되며 조직내 Sodium과 Chloride는 증가한다고 하였다.

연소·노년층, 여자환자가 외부 환경변화(저체온, 과호흡, 충진액내 낮은 포타시움 농도, 과 Aldosteron

증 등)에 대한 전반적이고 상대적인 신진대사 반응의 미숙 및 열세로 상대 그룹과 비교하여 차이가 있을 것으로 추리되었으나<sup>16)</sup> 본 연구에서는 차이가 없었다. 이에 대한 추측 가능한 이유로는 먼저 본 연구대상 환자수가 적음으로서 객관적으로 타당한 결과 도출의 불가능이며 다른 이유로는 본원에서의 개심술시 환자의 객관적 데이터에 의한 충진액의 구성, 순조로운 체외순환조작, 그외 측정의 어려등을 들 수 있겠다. 다만 식전시기 요중 포타시움 배설에서 여자환자가 증가를 보인 것은 확실한 기전은 모르지만 상대적 수액투여과다로 인한 요배설의 증가에 기인하지않나 추리된다.

체외순환 시간 혹은 대동맥 차단 시간의 연장시, 충진액 용량의 과다로 이노작용에 의한 체내 포타시움 배설증가, 수술적 자극에 대한 Minerolocorticoid activity 증가로 과 Aldosteron 증의 심화 조장, 혈당 증가에 의한 포타시움의 세포내 이동 촉진 및 저체온 상태의 지속등으로 혈중 포타시움의 감소, 요중 포타시움의 배설이 더할 것으로 보았으나<sup>1,8-11,16)</sup> 대부분의 시기에서 유의할만한 차이가 없었으며 모든 시기의 양 그룹 환자에서 정상 수준을 유지한 것을 보면 본 연구대상 환자에서 적절한 포타시움 공급 및 충진액 구성 그리고 적절한 개심술후 환자처치였다고 추리된다.

근래 20여년전부터 심근 보호법의 중요 부분으로서<sup>18)</sup> 저체온법이 도입되어 사용되고 있는데 저체온법 사용시 급격한 체온 변화로 포타시움치의 변화가 있다고 하는 다른 학자들의 보고<sup>9,10)</sup>와는 다르게 본 연구에서는 차이가 관찰되지 않았다.

선, 후천성 질환에서의 차이점은 후천성 심질환 환자에서 술전 디기탈리스 및 이노제 사용, 마취, 수술 및 체외순환 시간의 연장과 심정지액 투여 용량의 상대적 증가로 혈중 포타시움의 변화추세를 보이는 것으로 알려져있으나 본 연구에서는 유의한 차이점이 관찰되지 않았다.

단위당 심정지액 관류량이 많을수록 수술시간 연장 과 함께 과호흡, Minerolocorticoid activity 증가 지속, 저체온 상태의 지속등을 의미하므로 이로인해 포타시움치의 변동이 심화될 수 있다고 볼 수 있으나<sup>6,17,18)</sup>, 많은 연구 보고에 의하면 심정지액 투여량의 과다로 인한 비정상적인 과 포타시움혈증은 나타나지 않으며 노중 포타시움 농도는 요 배설량과 혈중 포타시움 배설에 기인한다 하였는데<sup>19-21)</sup> 본 연구에서도 같은 결과를 얻었다.

**Table 10.** The change of serum and urine potassium concentration according to aortic cross clamping time

		<64 minutes	>64 minutes	p-value
Serum (mEq /L)	prepump	4.38 ± 1.18	4.18 ± 0.69	NS
	during	4.70 ± 1.08	4.66 ± 1.01	NS
	postpump	4.34 ± 1.08	4.54 ± 0.26	NS
	prediet	4.20 ± 0.46	4.43 ± 0.79	<0.05
	postdiet	4.40 ± 0.31	4.49 ± 0.57	NS
Urine (mmol /L)	prepump	42.65 ± 28.70	39.06 ± 26.97	NS
	during	25.20 ± 12.83	19.68 ± 6.90	NS
	postpump	22.44 ± 23.75	26.06 ± 28.34	NS
	prediet	74.47 ± 36.62	65.71 ± 19.73	NS
	postdiet	46.75 ± 25.98	51.16 ± 18.45	NS

NS : not significant

**Table 11.** The change of serum and urine potassium concentration according to infused cardioplegic solution

(m /hour /M <sup>2</sup> )		<497	>497	p-value
Serum (mEq /L)	prepump	4.44 ± 1.29	4.14 ± 0.47	NS
	during	4.71 ± 0.89	4.65 ± 1.27	NS
	postpump	4.51 ± 1.01	4.18 ± 0.92	NS
	prediet	4.36 ± 0.43	4.22 ± 0.44	NS
	postdiet	4.37 ± 0.36	4.51 ± 0.47	NS
Urine (mmol /L)	prepump	33.15 ± 24.74	52.63 ± 28.52	NS
	during	20.08 ± 8.07	27.23 ± 13.60	NS
	postpump	17.37 ± 7.07	32.22 ± 36.48	NS
	prediet	60.10 ± 28.73	84.17 ± 29.82	<0.05
	postdiet	48.66 ± 26.36	47.60 ± 19.86	NS

NS : not significant

**Table 12.** The change of serum and urine potassium concentration according to hematocrit level during extracorporeal circulation

		<30%	>30%	p-value
Serum (mEq /L)	prepump	4.29 ± 1.10	4.30 ± 0.69	NS
	during	4.61 ± 0.91	4.83 ± 1.40	NS
	postpump	4.34 ± 1.06	4.33 ± 0.80	NS
	prediet	4.26 ± 0.47	4.41 ± 0.38	NS
	postdiet	4.39 ± 0.33	4.54 ± 0.50	NS
Urine (mmol /L)	prepump	41.63 ± 29.58	39.69 ± 25.15	NS
	during	22.10 ± 10.40	26.33 ± 14.50	NS
	postpump	24.63 ± 29.68	21.30 ± 6.56	NS
	prediet	71.84 ± 35.75	74.77 ± 15.02	NS
	postdiet	48.58 ± 23.82	48.54 ± 24.93	NS

NS : not significant

**Table 13.**

period	before	During	After
(mEq/L)			
serum Sodium	140.3±7.79	140.1±4.06	136.3±4.30
serum Calcium	9.37±1.18	9.02±1.29	9.43±1.89

저체온법에 의한 체외순환시 적절한 혈구치는 혈류역학적으로 볼 때 30% 미만이라고 하였고 또한 이때 용혈현상이 적다고 하였는데<sup>22)</sup> 그렇다면 30% 이상시 용혈현상 가능성이 증가하여 발생가능한 혈중 포타시움의 증가 및 요중 포타시움의 배설 증가가 가능한 것이라 하겠다. 그러나 본 연구에서는 30% 미만 그룹과 30%이상 그룹사이의 차이가 없었다. 따라서 본 연구에서 시사하는 바는 혈류역학적으로 장애가 가능한 최소한의 수치를 넘지않았거나 혈액손상의 위험요인에 노출가능한 범주를 넘지 않았다고 볼 수 있다.

다만 본 연구에서 유의한 차이를 보인 체외순환시간 82분 이상 그룹에서의 식후시기 요중 포타시움의 증가 및 심정지액 497ml 이상 그룹에서의 식전시기 요중 포타시움의 증가는 수술시간 연장을 의미하는 상기의 그룹에서 심기능 회복지연으로인한 상대적 수액투여 과다후 위의 시기에 요배설량이 증가함으로써 요중 포타시움 농도에서 유의한 증가 차이를 보인 것으로 보인다. 그러나 대동맥 차단시간 64분 이상 그룹에서 식전시기 혈중 포타시움 증가 혹은 64분 미만 그룹에서의 혈중 포타시움 감소는 상대적 인 소견이며, 각 그룹별로 볼 때 유의한 차이가 없으며 정상 혈중 포타시움 범주에 포함된다.

## V. 결 론

저자는 충남대학교병원 흉부외과에서 1989년 9월부터 1990년 8월까지 1년간 체외순환에 의한 개심술을 시행한 환자 46명을 대상으로 8개로 분류된 그룹에 따른 체외순환전, 체외순환중, 체외순환후, 식전 및 식후시기에서의 혈중, 요중 포타시움 농도 변화를 비교분석하였다.

1. 연령별, 성별 그리고 질환별 혈중 및 포타시움 농도 변화에서 유의한 차이가 없었다.
2. 정상체온법, 저체온법 사용에 따른 혈중 및 요중 포타시움 농도 변화에서 유의한 차이가 없었다.
3. 체외순환시간 및 대동맥차단시간의 장단에 따른

혈중 및 요중 농도 변화에서 유의한 차이가 없었다.

4. 심정지액 투여량 과다, 체외순환중 혈액소치 고저에 따른 혈중 및 요중 포타시움 농도 변화에서 유의한 차이가 없었다.

5. 즉, 환자가 경구식이 가능한 시기까지 적절한 시간 간격으로 혈중 포타시움치를 측정하여 적절한 조절 혹은 보충시 포타시움의 결핍상태는 초래되지 않으며 최소한으로 방지할 수 있다고 본다.

6. 본 연구결과에 대한 제한사항은 체내 총 포타시움 농도와 세포내 포타시움측정의 결여라 하겠다.

## REFERENCES

1. Kehar NN, and Hooder DR, : *Evidence of Altered Tissue state in ventricular fibrillation, Am J Cardiol. 112:301, 1935*
2. Lockey E, Ross DN, Longmore DB and Sturridge, M : F : *Potassium and open heart surgery, Lancet, pp671, March 26, 1966*
3. Surawicz B : *Role of electrolytes in the etiology and management of cardiac arrhythmia, Prog Cardiovasc Dis. 8:364, 1966*
4. Hollenberg NK, Brown RS(eds) : *Electrolytes and cardiovascular disease. Am J Med 77(5A):1, 1984*
5. Lui CK, Lippman M, Telfer N and Tam C : *Transition and delayed hypokalemia and ventricular arrhythmia in patient undergoing open heart surgery. Clin Res, X IV :161, 1966*
6. STERNS RH et al : *Internal potassium balance and the control of the plasma potassium concentration, Medicine 60:339, 1981*
7. Dieter RA, Neville WE and Pifarre' R : *Hypokalemia following hemodilution cardiopulmonary bypass, Ann Surg 171, 1970*
8. Fenn WO : *The role of ptassium in physiological process, Physiol Rev 20:377, 1940*
9. Swan H, Zeauin I, Blount SG, and Virtue RW : *Surgery by direct vision in the open heart under hypothermia, JAMA 153:12, 1081, 1953*
10. Mavor GE, Harder RA, McEvoy RK, Emerson GL and MaHoney EB : *potassium effects in hypothermia. Surg Forum 6:124, 1955*
11. Dieter RA, Neville WE and Pifarre'R : *Serum electrolyte changes after cardiopulmonary bypass*



- with Ringer's Lactate solution used for hemodilution, *J Thorac Cardiovascular Surg* 59: 168, 1970
12. Flemma RJ and Young WG Jr : *The metabolic effects of mechanical ventilation and respiratory alkalosis in postoperative patients. Surgery* 56 : 36, 1964
  13. Earley LE and Orloff J : *Thiazide diuretics. Ann Rev Med*, 15 : 149, 1964
  14. Lown B, Wyatl N, Crocker AT, Goodale WT and Levine S : *The interrelationship of digitalis and potassium in auricular tachycardia with Block. Amer Heart J* 45 : 589, 1953
  15. Neville WE and Talso PJ : *Postperfusion compartment fluid alteration, Surgery*, 63 : 220, 1968
  16. Neville WE, Thomason RS, and Hirsch DM : *Postperfusion hypovolemia following hemodilution cardiopulmonary bypass, Arch Surg* 93 : 715, 1966
  17. Roe BB, Hutchinson JC and Swenson EE : *High-flow body perfusion with calculated hemodilution, Ann Thoracic Surg* 1 : 581, 1965
  18. Richardson RMA, Kunau RT Jr : *Renal regulation of potassium; abnormal, in the kidney: Physiology and pathophysiology, 2nd edition, DW Seldin, G Giebisch(eds). New York, Raven press,*
  19. Catinella FP, Cunningham JN Jr and Spencer FC : *Myocardial protection during prolonged aortic cross clamping. J Thorac Cardiovasc Surg* 88 : 411, 1984
  20. Breckenridge IM, Deverall PB, Kirklin W, Digerness SB : *Potassium intake and balance after open intracardiac operations. J Thorac Cardiovasc Surg* 63 : 305, 1972
  21. Mammanna RB, Levitsky S, Beckmann B, Vasu A and Sernaque D : *Systemic effects of multidose hypothermic potassium cardioplegia. Ann Thorac Surg* 31 : 347, 1981
  22. Chien S : *Present state of blood rheology; hemodilution; theoretical basis and clinical application. New York Karger, pp.1 - 45, 1972*