

## 體外循環 開心術이 血液凝固 要素에 미치는 影響에 관한 臨床的 研究

李 哲 範\* · 朴 永 寬\*

- Abstract -

### A clinical study on blood coagulation factors after open heart surgery with extracorporeal circulation

Churl Burm Lee, M.D.,\* Young Kwan Park, M.D.\*

Even now, the hemorrhagic syndrome after cardiac surgery with the aid of a pump oxygenator constitutes a significant problem. The purpose of this study is to postulate the possible causes of the bleeding after open heart surgery(OHS).

Fifteen consecutive OHS patients with various heart diseases were selected and platelet count, plasma fibrinogen, serum calcium level were observed pre-, intra- and post- operatively until 21st postoperative day(POD).

The platelet count was significantly decreased with initiation of extracorporeal circulation(ECC) and continued to decrease slowly until cessation of ECC. Within 10 minutes after ECC the platelet count started to increase. But it was significantly less than preoperative count until 5th POD. The peak count was found on 14th POD and the platelet count was gradually decreased.

Plasma fibrinogen also decreased significantly during operation, but it recovered up to preoperative amount within 5 hours after termination of ECC. Thereafter it rapidly increased until 3rd POD when it reached its peak. From 3rd POD it showed slow downward slope until 21st POD, but it remained in significantly higher level than preoperative amount.

Serum calcium levels showed minimum fluctuations during the whole course of study.

Conclusively, the decrease in platelet count and fibrinogen amount may play a considerable roles for the postoperative hemorrhage. But numerous other effects of ECC must be accounted for.

### 要 旨

心肺器 體外循環을 이용한 開心術에서는 혈액외상, 혈구기능의 변화, 체내수분이동, 전해질 이상, 혈액응고기전의 변화등 수 많은 생체내 변화를 가져온다. 특히 혈액응고기전의 변화는 가끔 수술후 다량출혈을 초래하여 재수술을 필요하게 하거나 때로는 생명을 잃게하므로 임상외의 지대한 관심을 끌고 있다.

\* 漢陽大學校醫科大學 胸部外科學敎室

\* Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, School of Medicine, Hanyang University.

이러한 수술 후 출혈의 원인을 규명하고자 많은 학자들이 연구를 거듭하고 있으나 아직도 일관된 학설이 정립되어 있지 않은 실정이다. 한국에서는 심폐기체의 순환을 이용한 개심수술을 시행한지 20여년에 이르고 있으나 개심술 후 출혈의 원인 규명을 위한 혈액응고인자의 추이에 관한 연구가 전무한 상태이다.

저자는 궁극적으로는 개심술 후 출혈의 원인을 규명하고 이에 대한 예방 또는 효과적인 치료법을 개발하는데 도움을 얻고자 우선 현재까지 알려진 12種의 혈액응고인자중 안정된 인자인 혈장 섬유소원, Calcium, 그리고 출혈방지에 일차적 역할을 혈소판에 대해서 관찰하였다. 관찰대상은 심폐기 체외순환하에서 개심술을 시

행한 15명의 환자였고 결과는 다음과 같다.

1. 혈소판수는 체외순환 개시 30분후에는 술전치의 46%가 감소하였고 그후는 매 30분마다 10%의 감소율로 감소하여 120분에는 술전치의 61%가 감소하였다. 체외순환 종료 10분후에는 120분치의 150%로 증가하였고 그후는 서서히 계속 증가하여 술후 제 14일에는 술전치의 162%까지 증가하였다가 다시 감소하여 술후 제 21일에 술전치로 회복하였다.

2. 혈장 섬유소원치는 체외순환 개시 60분부터 120분까지 술전치의 35% 감소상태를 지속하다가 체외순환 종료후 5시간에는 150% 증가되어 술전치에 달하였다. 그후 계속 증가하여 술후 제 3일은 술전치의 237%에 해당하는 최고 증가치를 나타냈고 술후 제 14일부터 제 21일까지 계속 감소하는 추세를 보였다.

3. 혈청 Calcium치는 체외순환 개시부터 술후 제 21일까지를 막론하고 극히 미미한 변동으로 술전치와 비슷한 측정치를 나타내었다. 혈청 Calcium치의 무변동상태는 술후 적절한 Calcium의 보충이 있었기 때문이라고 생각한다.

## 序 論

1953년 Gibbon<sup>1)</sup>에 의해 심폐기 체외순환을 이용한開心術이 임상에 처음 도입된 이래 pump, 血酸化器, 여過濾器 등 많은 機器들이 개선, 발달되고 인공관류에 따라

생체에 변화를 야기시키는 여러가지 요인들이 규명되어서 오늘날 심폐기 개심술은 비교적 안전하게 시행되고 있으며 보편화되어 가고 있다. 그러나 아직도 완전히 밝혀지지 않은 많은 여러가지 생체내 변화와 혈액외상을 줄일 수 있는 보다 이상적인 체외순환 機器의 개발을 위한 연구에 관한 실험이 계속되고 있다. 특히 술후출혈 문제를 해결하기 위하여 많은 학자들이 여러가지 혈액 응고인자에 대한 연구를 계속하고 있음에도 불구하고 개심술후 흔히 보는 다량출혈은 아직도 심각한 문제를 제기하고 있다.

혈장 섬유소원치, 혈청 Calcium치 그리고 혈소판수 등이 출혈과 관계되는 중요한 인자들이므로 저자는 이 세가지의 술중 및 술후 추이를 규명하고자 본 연구를 실시하였다.

## 觀察對象 및 方法

### 1. 觀察對象

1979년 6월 이후 한양대학병원 흉부외과에서 실시한 심폐기 체외순환을 이용한 개심술 환자 15예를 관찰 대상으로 선택하였다. 환자분포와 환자의 병명 및 수술을 종합하면 표 1과 같다.

환자는 남자 8명, 여자 7명이었으며 연령은 5세에서 55세까지로 평균 24세였다. 질환별로는 선천성 심기형 7예, 후천성 심질환 8예였다. 선천성 심기형

표 1. 관찰 대상

	Age	Sex	B.W.(kg)	Diagnosis	Op. name	E. C. C.(min)
1	16	M	57	A. S. D.	Patch graft	71
2	6	M	26.5	T. O. F.	Correction	96
3	40	F	50.5	A s I.	A. V. R.	134
4	50	M	53	A. S.	A. V. R.	146
5	33	F	36	M. S.	M. V. R.	94
6	7	F	14.5	V. S. D.	Patch graft	75
7	37	M	57	MI+ TI+ ASD	§	115
8	24	F	46.7	A. S. D.	Direct closure	63
9	38	M	52	MI+ AI	M. V. R.+ A. V. R.	127
10	14	F	30	T. O. F.	Correction	75
11	55	F	66.1	M s I.	M. V. R.	125
12	5	M	17.8	T. O. F.	Correction	101
13	25	F	47.2	M s I.	M. V. R.	70
14	19	M	43	A. S.	A. V. R.	86
15	27	M	60	M s I.	M. V. R.	75
Mean	24		43.82			96.86

§: M. V. R.+ de Vega's plasty + Direct suture closure, E. C. C.: Extracorporeal circulation

중에는 활로씨 4중증 3예, 심방중격 결손증 2예, 심실중격 결손증 1예였으며 나머지 1예는 심방중격 결손증. 승모판 폐쇄부전증과 삼첨판 폐쇄부전증이 중복된 예였다. 후천성 심질환은 모두 판막질환으로 대동맥판 질환 3예, 승모판 질환 4예 그리고 중부판막 질환이 1예였다.

## 2. 體外循環 方法

심폐기는 Sarns model 5000을 이용 하였으며 혈산화기, 열교환기, 기포제거장치 및 혈액저장장치 등을 Tygon tube 로 연결하여 조립하였다. 혈산화기는 모두 Shiley 회사 제품 S-100 또는 S-070을 채중에 따라 선택 사용하여 혈산화기의 종류에 따른 영향을 배제하였다.

혈회석 충전법에 의한 심폐기 충전은 회석후 hematocrit 치가 30% 전후, 혈액색치가 10gm% 전후되도록 Hartmann 씨용액, 전혈, 신선혈장과 人血단백등을 적절히 배합하여 충전하였다. 충전액의 총량은 체외순환중 추가분을 합하여 최소 1,890 ml, 최고 8,230 ml였고 평균  $4,000 \pm 1,858$  ml였다. 이러한 혈회석 충전법을 사용하였기 때문에 hematocrit 치는 술전에 비해 평균  $28.12 \pm 9.5\%$ 가 감소되었다. 혈액을 충전액으로 사용할 때는 Acid citrate Dexrose (ACD) 혈액 400 ml당 8.5% calcium gluconate 7 ml와 heparin 15 mg 을 주입하여 heparin 혈로 전환시켰다. 혈액이외의 충전액은 500 ml당 heparin 15mg과 sodium bicarbonate 7.5 mEq 를 첨가하여 응고를 방지하였다.

관류는 중등도 저체온하에서 혈압이 최소 60 mmHg 이상을 유지하도록 하였으며 관류량은 평균  $2.94 \pm 0.64$  l/min/m<sup>2</sup>였다. 체외순환시간은 최단 63분, 최장 146분이었으며, 평균 96.86분이었다.

## 3. 검사방법

검사용 혈액은 수술 전후에는 21Gauze 주사침을 낀 주사기로 말초정맥에서 채혈하였다. 수술중에는 혈소판 수와 혈청 calcium치는 매 30분마다 측정하였으나 혈장 섬유소원치는 매 60분마다 측정하였다. 그리고 수술후에는 체외순환 종료 10분후와 수술후 1, 2, 3, 4, 5, 7, 14, 21일에 측정하였다. 혈장 섬유소원치만은 체외순환 종료 5시간후에 측정하였고 그후는 다른 것과 같이 검사하였다. 측정방법은 다음과 같이 시행하였다.

1) 혈소판 수는 Brecher-Crorkite법을 이용하여 counting chamber 내에서 계수하고 다음 式에 의하여 산출하였다.

$$\text{혈소판수} = \text{계수치} \times 10 (\text{두께}) \times 100 (\text{회석})$$

2) 혈장 섬유소원치는 Parafentjev 법을 이용하여 spectrophotometer 로 흡광도를 읽어 측정하였다.

3) 혈청 calcium치는 Orthocresolphthalein Complexone (OCPC) 법을 이용하여 Spectrophotometer 로 흡광도를 읽어 측정하였다.

## 관찰 성적

### 1. 혈소판수

혈소판수의 측정치를 평균하여 종합하면 표 2와 같고 그 평균치와 표준오차(S. E.)를 그림으로 나타내면 그림 1과 같다.

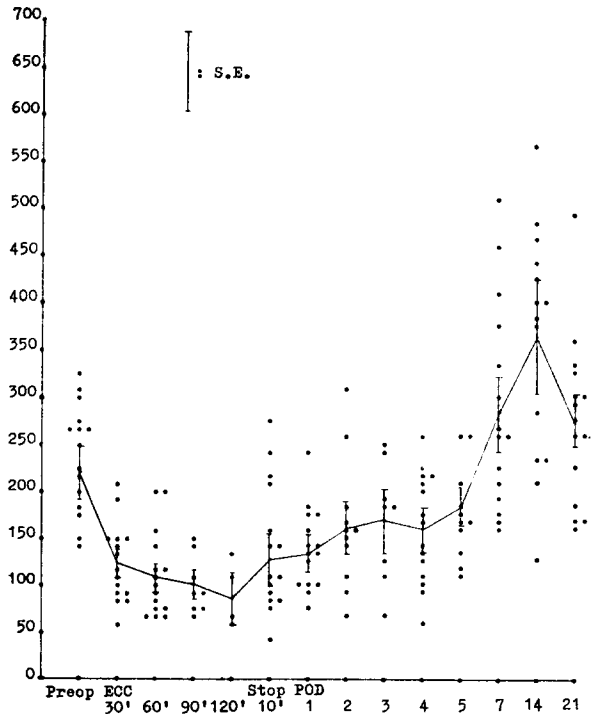


그림 1. 혈소판수 ( $\times 10^3/\text{mm}^3$ )

혈소판수의 술전치는 최저  $137,000/\text{mm}^3$ , 최고  $324,000/\text{mm}^3$ 으로 평균  $231,733 \pm 16,128/\text{mm}^3$ 였다. 체외순환 개시 30분후에는 평균  $125,467 \pm 10,865/\text{mm}^3$ 으로 급격히 감소하여 감소율은 46%에 해당된다 ( $P < 0.005$ ). 체외순환 개시 30분이후 120분까지도 감소하였으나 그 감소율은 매 30분마다 약 10%의 일정한 감소율로서 서서히 감소하였다 ( $P > 0.1$ ). 체외순환 개시 120분에는 술전치의 61%에 해당하는 감소율 나타냈으나 아직도 혈액응고능이 가능한  $92,000/\text{mm}^3$ 의 혈소

표 2. 혈소판 수

Time	Number	(Platelets/ $\text{mm}^3$ )		
		Mean	S. D.	S. E.
Preop.	15	231,733	59,970	16,028
ECC 30'	15	125,467	40,655	10,866
60'	15	113,933	42,361	11,322
90'	8	102,500	28,983	10,955
120'	4	92,000	31,091	17,951
Stop 10'	15	137,933	67,372	18,006
POD 1	15	139,333	43,150	11,532
2	11	162,727	71,437	22,590
3	8	169,625	64,318	24,310
4	15	162,600	58,233	15,564
5	11	183,000	45,574	14,412
7	15	285,600	109,228	29,192
14	15	376,067	148,797	39,768
21	15	270,600	90,755	24,255

만수를 보유하고 있었다.

체외순환 종료후 10분에는 평균 $137,933 \pm 18,006/\text{mm}^3$ 으로 급격히 증가하여 150%의 증가율을 나타냈다. 그후는 술후 제 5일까지 미미한 증가를 계속하다가 제 7일에 이르러서 술전치로 회복하였음을 나타냈다( $P > 0.1$ ). 그보다 1주일후인 술후 제 14일에는 최고치(술전치의 162%증가)에 달하였다가 다시 감소하여 제 21일에 이르러 술전치로 회복하였다.

## 2. 혈장 섬유소원치

혈장 섬유소원의 측정치원을 평균하면 표 3과 같고 그 평균치와 표준오차(S. E.)를 그림으로 표시하면 그림 2

표 3. 혈장 섬유소원치

Time	Number	(Fibrinogen(mg/dl))		
		Mean	S. D.	S. E.
Preop.	15	337	106	28
ECC 60'	15	219	69	18
120'	4	214	52	30
Stop 5hr	15	320	291	78
POD 1	15	516	194	52
2	11	714	160	51
3	8	798	233	88
4	15	724	289	77
5	11	756	283	90
7	15	715	322	86
14	15	629	298	80
21	15	582	273	73

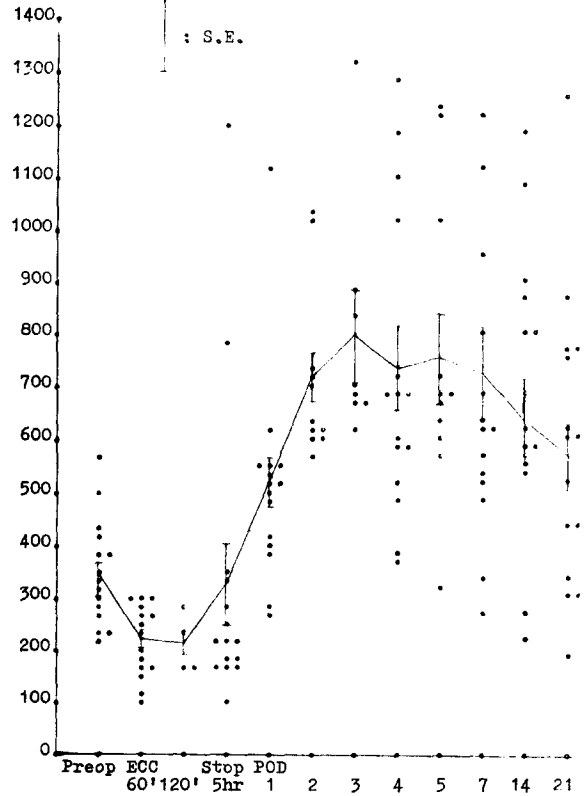


그림 2. 혈장 섬유소원치(mg/dl)

와 같다.

혈장 섬유소원의 술전치는 최저 210mg/dl, 최고 570mg/dl로 평균  $337 \pm 28\text{mg/dl}$ 였다. 체외순환 개시 60분에는 평균  $219 \pm 18\text{mg/dl}$ 로 급격히 감소하여 감소율은 35%에 해당된다. 그러나 체외순환 120분에는 미미한 감소로 비슷한 수치를 나타냈다( $P > 0.1$ ).

체외순환 종료 5시간후는 술전치와 비슷한 정도로 급격히 증가하여 평균  $320 \pm 78\text{mg/dl}$ 에 달하였고, 체외순환 120분치에 비해 150%의 증가율을 나타냈다( $P < 0.005$ ). 그후 제 1, 제 2일에는 각각 158%, 138%의 증가율로 계속 증가하여 제 2일에는 평균  $714 \pm 51\text{mg/dl}$ 를 나타냈다. 술후 제 7일까지는 이러한 높은 섬유소원치를 유지하다가 제 14일과 제 21일에는 각각 12%와 16%의 감소율로 감소하여 평균  $582 \pm 73\text{mg/dl}$ 에 달하였다.

이러한 감소추세로 미루어 제 4, 제 5주경에는 술전치에 달하였을 것으로 추측된다. 이 결과는 Davey 등<sup>12)</sup>의 술후 제 14일까지의 관찰성과 비슷한 결과이다.

## 3. 혈청 Calcium치

혈청 calcium의 측정치를 평균하여 종합하면 표 4와 같고 그 평균치와 표준편차(S. E.)를 그림으로 표시하면 그림 3과 같다.

혈청 calcium의 술전치는 평균  $9.05 \pm 0.16 \text{ mg/dl}$ 였다. 혈청 calcium치는 체외순환 120분까지 그리고 술

표 4. 혈청 Calcium치

Time	Number	Calcium(mg/dl)		
		Mean	S. D.	S. E.
Preop.	15	9.05	0.61	0.16
ECC 30'	15	9.36	0.33	0.09
60'	15	8.97	0.42	0.11
90'	8	8.83	0.34	0.13
120'	4	9.30	0.37	0.22
Stop 10'	15	8.85	0.42	0.11
POD 1	15	8.94	0.59	0.16
2	11	8.76	1.30	0.41
3	8	8.99	0.52	0.20
4	15	8.98	0.79	0.21
5	11	9.17	0.73	0.23
7	15	8.71	0.77	0.21
14	15	9.19	0.64	0.17
21	15	9.19	0.46	0.12

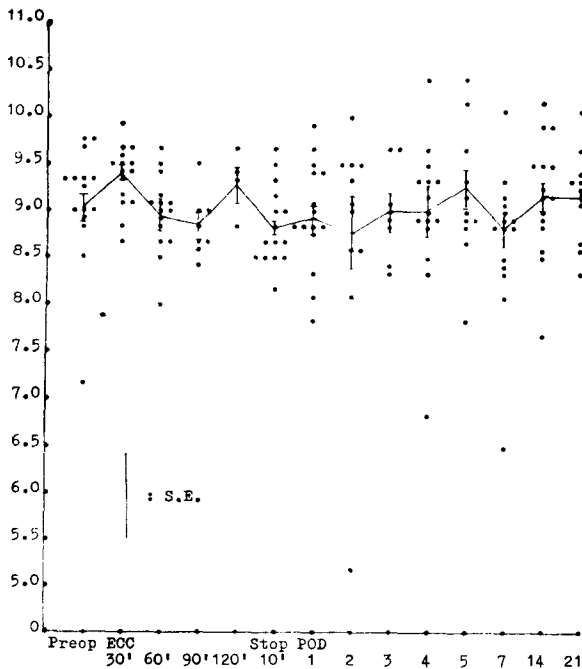


그림 3. 혈청 Calcium치

후 제 21일까지의 변동은 최저  $8.71 \pm 0.21 \text{ mg/dl}$ 부터 최고  $9.36 \pm 0.09 \text{ mg/dl}$ 까지의 미미한 것으로 술중과 술후를 일관하였다. 이상과 같이 혈청 calcium치는 술중과 술후를 막론하고 거의 변동이 없는 측정치를 나타냈다.

그 이유는 본 연구는 임상적 개심술 환자를 대상으로 하였으므로 술후 적절한 calcium의 보충이 있었기 때문이라 생각한다.

## 고 찰

혈소판은 출혈을 막는 前衛兵 역할을 하는 것으로서, 출혈이 발생하면 즉각적으로 모여서 서로 응집하여 출혈점을 막게 되고, 이어서 혈액응고인자들과 함께 그 출혈점을 완전폐쇄한다. 이러한 혈소판은 그 수의 감소 혹은 증가 또는 그 기능의 변화들 중 어느 것이나 심한 변화를 일으켰을 경우에 출혈을 야기한다<sup>2,3</sup>.

혈소판수가 체외순환중에 감소한다는 사실은 잘 알려진 사실이다<sup>7</sup>. 이러한 사실은 혈액 외상에 의한 파괴<sup>4</sup>, 체외순환회로에 흡착 또는 외상을 받은 혈액 속에 존재하는 어떤 물질을 핵으로 한 혈액응집<sup>5</sup>이 원인인 것으로 알려져 있다. 그러나 de Leval<sup>등</sup><sup>6</sup>은 체외순환중에 순환혈액에서 사라진 혈소판은 모두가 영원히 소실되는 것이 아니고, 체외순환 종료후는 대부분의 혈소판이 다시 순환혈액으로 돌아오는 것을 방사능방법으로 확인하였다. 즉 체외순환중에 동위원소가 부착된 혈소판의 대부분이 간에 隔絶(sequestration)되어 있다가 체외순환 종료후 곧 순환혈액내로 돌아온다는 사실을 발견했다. 그러나 상당수의 혈소판은 특히 기포형 산화기를 사용하거나 관상정맥 흡인기를 사용할 때 비가역성 손상을 받게 되는 것은 확실한 사실이다. 또 극히 일부는 체외순환 회로에 발생하는 혈액응집 또는 폐혈관내 혈액응집에 이용되기도 한다<sup>8</sup>. McKenzie<sup>등</sup><sup>2</sup>과 Gralnick<sup>등</sup><sup>8</sup>은 혈소판의 기능 특히 粘着能(Adhesiveness)과 응집능의 저하가 수술후 출혈의 중요한 원인이라고 보고하였다.

저자의 관찰에서는 혈소판수는 체외순환 개시 30분후에는 술전치에 비해 약 46% 감소하였는 바 이것은 혈액 희석율 평균치인  $28.12 \pm 9.56\%$ 보다 훨씬 많은 감소율을 나타냈다. 그 이유는 혈액희석 증진에 의한 감소 이외에 체외순환 시간의 경과에 따라 혈소판의 체외순환 회로에의 粘着, 체내 혈액 재분포에 의한 肝内로의 격절, 외상에 의한 파괴등이 원인이라고 사료된다. 체외순환 도중에 나타나는 혈소판수의 감소 경향은 처음 30분에 급격히 많은 감소를 보이고 그후 체외순환 종료시까지 매 30분마다 약 10%의 감소율로서 감소하는 미미한 변동이었다. 이러한 결과로 미루어보면 체외순환 도중에 야기하는 혈소판

수의 감소는 처음 30분 이내에 많은 감소가 발생한다는 사실을 관찰하였다.

체의순환 종료후 10분에는 벌써 상당한 증가를 나타내고 있는데 이것은 체의순환이 종료된후 빠른시간내에 간내에 격결되어 있던 혈소판이 순환혈액내로 출현하는 것으로 사료된다. 그러나 Gralnick<sup>8)</sup>는 체의순환 종료후 12시간 내지 24시간까지 혈소판 수가 감소한 상태를 지속하였다고 발표하였다. 그의 de Leval 등<sup>6)</sup>, Harding 등<sup>11)</sup>은 저자의 검사결과와 비슷한 성적을 발표하였다.

일단 감소하였던 혈소판수는 술후 서서히 증가하기는 하나, 술후 제 7일에 비로서 술전치와 비슷한 수치를 나타냈다. 이러한 사실은 수술로 인한 혈소판수의 감소가 되먹임기전(feed-back mechanism)에 의해서 골수를 자극하여, 巨核芽球(Megakaryoblast)가 형성되고 巨核球(Megakaryocyte)를 거쳐 platelet가 생성되어 혈중에 출현하기까지는 약 4일 이상이 소요된다는 Erslev 등<sup>9)</sup>의 해설과 일치하는 것으로 사료된다. 술후 혈소판수의 회복기간은 Porter 등<sup>10)</sup>, Harding 등<sup>11)</sup>의 보고와 일치한다. 술후 제 14일에는 혈소판수가 최고에 달하여 술전치에 비하여 현저한 증가를 보이는데 이것은 McKenzie 등<sup>2)</sup>과 Davey 등<sup>12)</sup>의 보고와 같다. 이런 결과는 아마도 골수 자극에 의한 되먹임기전에 의한 것으로 사료된다<sup>24)</sup>. 술후 제 14일을 정점으로 혈소판수는 감소하여 술후 제 21일에는 술전치와 비슷하게 회복하였다.

이상과 같이 혈소판수의 감소는 술중에서 시작하여 술후 제 5일까지 술전치에 비해 현저히 감소해 있기는하나 체외순환 종료후에는 계속 130,000/mm<sup>3</sup> 이상을 유지하여 혈액응고능에 지장이 없는 정도이므로 혈소판수의 감소만으로는 술후 출혈 경향을 해석하기 어렵다고 사료된다. 그러나 체외순환으로 인하여 혈소판 기능특히 합착능이 감퇴됨으로<sup>2)</sup> 이 정도의 혈소판 감소도 체외순환 하 개심술에 있어서는 출혈의 한가지 요인이 될 수도 있을 것이라고 사료된다.

본 연구에서 혈장 섬유소원치는 체외순환중에 술전치에 비하여 평균 35%로 현저한 감소를 나타내고 있었다. 이러한 현상은 일차적으로 섬유소원이 광범위한 체외순환 회로 내면에 부착하였기<sup>13)</sup> 때문인 것으로 사료된다. 체외순환 종료후 5시간의 섬유소원치는 벌써 정상치에 이르고 있었다. 이것은 외과적 침습자체 가간의 섬유소원 생성작용을 촉진시켜<sup>14)</sup> 수 시간내에<sup>13)</sup> 혈장 섬유소원이 증가한 것으로 사료된다. Woods<sup>15)</sup> 등도 수술 직후에 이미 술전치와 비슷한 섬유소원치에 도달 하였음을 보고하였다. Porter 등<sup>10)</sup>의 보고도 체외순환 종료후 4시간에 이미 술전치에 도달하였고 술후 제 3 일에는 최고치에 달하여 술전치의 약 2배에 이르렀다. Zuhdi 등<sup>16)</sup>도 술후에는 술전치에 비해 상당히 증가된 것을 보

고했고, Davey 등<sup>12)</sup>은 혈장 섬유소원치는 술후 제 3일보다 제 7일치가 더 높고 제 14일까지 계속 높은 수치를 나타냈다고 보고했다.

본 연구에서도 혈장 섬유소원치는 술후 계속 증가하여 제 3일에 최고치에 달하고 계속 서서히 감소하여 술후 제 21일에도 술전치에 비해 유의한 상승치를 보이고 있었다. 이것은 술중에 이미 시작된 간의 섬유소원 등 혈액응고 요소의 생성기능이 항진한 상태가 술중과 술후에 계속되어 많은양의 섬유소원을 생성하였기 때문이라고<sup>17)</sup> 사료된다. 이런 생리적 반응으로 수술후에는 과응고 상태에 놓이게 되는데도 불구하고 체외순환후의 잦은 다량출혈은 수술중의 網內系의 기능 저하<sup>18)</sup>로 혈중 plasmin이 증가하여 섬유소 용해가 일어나기 때문이라고 추측하는 학자들이 많다.<sup>18,19)</sup>

술후 과응고 상태 특히 체외순환 종료직후 protamine sulfate 등 heparin 중화제를 주입함으로써 일어나는 일시적인 대량 혈액응고는 혈장 섬유소원 및 혈소판을 소모하기<sup>20)</sup> 때문에 체외순환후 출혈의 원인이 되는 것으로 사료된다.

혈청 calcium은 체내 전해질 평형에도 관련하지만 일련의 혈액응고기전의 여러시점에서 중요한 역할을 한다. 체외순환후에 오는 전해질의 변동은 개심술환자의 술전, 술중 또 술후 관리에 많은 어려움을 준다. 일반적으로 심부전이 있었던 환자는 수술전에 이미 Na<sup>+</sup>의 저류, 세포외액의 증가와 체내 전체 K<sup>+</sup>의 감소등의 소견을 보이는 일이 많다. 또한 심장수술후에 흔히 보는 심구 기능부전으로 인하여도 같은 결과를 가져올 수 있다<sup>21)</sup> 이런 전해질 중에서 체외순환후에 가장 심한 변동을 가져오는 것은 K<sup>+</sup>의 감소이며<sup>21)</sup> Ca<sup>++</sup>은 비교적 적은 변동을 나타낸다.<sup>22,23)</sup> Moffitt 등<sup>22)</sup>과 Romero 등<sup>23)</sup>은 Calcium은 체외순환 시작시 일시적으로 하강한다고 하였는데 이것은 갑작스런 혈액희석에 기인한 것이라고 말하였다.

본 연구에서는 calcium은 술전치에 비하여 술중 또는 술후 어느시점에서든 유의한 변동을 보이지 않았다. 이것은 calcium이 전해질 내지는 산 염기 평형유지를 위해서는 쉽게 이동하지 않기 때문인 것으로 사료된다. 위의 보고자들과의 차이는 아마도 중전액의 차이 또는 술후에 적절한 calcium보충이 이루어졌기 때문인 것으로 사료된다.

## 결 론

저자는 심폐기 체외순환을 이용한 개심술에 있어서 술후에 발생하는 출혈의 원인을 규명하는 한 과정으로 한양 대학병원 흉부외과에서 1979년 6월부터 시술한 개심술환자 15명을 관찰대상으로 선택하여 술전, 술중, 술후제 21일까지 경시적으로 혈소판수, 섬유소원치 그리고 cal-

cium치를 측정한 바 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 혈소판수는 체외순환 개시 30분에는 술전치의 46%가 감소하였고 그후는 매 30분마다 10%의 감소율로 감소하여 체외순환 개시 120분후에는 술전치의 61%가 감소하였다. 체외순환 종료 10분후에는 120분치의 150%로 증가하였고 그후는 서서히 계속 증가하여 술후 제 14일에는 술전치의 162%까지 증가하였다가 다시 감소하여 술후 제 21일에 술전치로 회복하였다.

2. 혈장 섬유소원치는 체외순환 개시 60분부터 120분까지 술전치의 35% 감소상태를 지속하다가 체외순환 종료후 5시간에는 150% 증가되어 술전치에 달하였다. 그후 계속 증가하여 술후 제 3일은 술전치의 237%에 해당하는 최고증가치를 나타냈고 술후 제 14일부터 제 21일까지 계속 감소하는 추세를 보였다.

3. 혈청 calcium치는 체외순환 개시부터 술후 제 21일까지를 막론하고 극히 미미한 변동으로 술전치와 비슷한 측정치를 나타내었다. 혈청 calcium치의 무변동상태는 술후 적절한 calcium의 보충이 있었기 때문이라고 생각한다.

## REFERENCES

- Gibben, J.H., Miller, B.J. and Feinberg, C.: *An improved mechanical heart and lung apparatus*, *Med. Clin. N. Amer.* 37:1603, 1953.
- McKenzie, F.N., Dhall, D.P., Arfors, K.E., Nordlund, S. and Matheson, N.A.: *Blood platelet behavior during and after open-heart surgery*. *Brit. Med. J.* 2:795, 1969.
- Silver, D.: *Ed. Sabiston, Jr. D.C.: Blood transfusion and surgical bleeding, Textbook of surgery*, W.B. Saunders Co. 10th Ed. Vol. 1, 143p, 1972.
- Bernstein, E., Indeglis, R., Shea, M. and Verco, R.: *Sublethal damage to the red blood cell from pumping*, *Circulation* 35:226, 1967 (Suppl.1)
- Ashmore, P., Svitek, V. and Ambrose, P.: *The incidence and effects of particulate aggregation and microembolism in pump-oxygenator systems*, *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 55:691, 1968.
- De Leval, M.R., Hill, J.D., Mielke, Jr. C.H., Macur, M.E. and Gerbode, F.: *Blood platelets and extracorporeal circulation*, *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 69:144, 1975.
- Salzman, E.W.: *Blood platelets and extracorporeal circulation*, *Transfusion* 3:274, 1963.
- Gralnick, H.R. and Fishcer, R.D.: *The hemostatic response to open-heart operations*, *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 61:909, 1971.
- Erslev, A.J. and Gabuzda, T.G.: *Ed. Sodeman, W.A. and Sodeman, Jr. W.A.: Pathophysiology of hematologic disorders, Pathologic physiology*, W.B. Saunders Co. 5th Ed. 637p, 1974.
- Porter, J.M. and Silver, D.: *Alterations in fibrinolysis and coagulation associated with cardiopulmonary bypass*, *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 56:869, 1968.
- Harding, S.A., Shakoor, M.A. and Grindon, A.J.: *Platelet support for cardiopulmonary bypass surgery*, *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 70:350, 1975.
- Davey, F.R. and Parker, F.B.: *Delayed hemostatic changes following cardiopulmonary bypass*, *Amer. J. Med. Sci.* 271:171, 1976.
- Bartlett, R.H. and Gazzaniga, A.B.: *Ed. Ionescu, M.I. and Wooler, G.H.: Physiology and Pathophysiology of Extracorporeal circulation, Current techniques in extracorporeal circulation*, Butterworth & Co. Ltd., 18p, 1976.
- Erslev, A.J. and Gabuzda, T.G.: *Ed. Sodeman, W.A. and Sodeman, Jr. W.A.: Pathophysiology of hematologic disorders, Pathologic physiology*, W.B. Saunders Co. 5th Ed. 646p, 1974.
- Woods, J.E., Kirklin, J.W., Owen, C.A., Thompson, J.H. and Taswell, H.W.: *Effect of bypass surgery on coagulation sensitive clotting factors*, *Mayo Clin. Proc.* 42:724, 1967.
- Zundl, N., Carey, J.M. and Greer, A.E.: *Hemodilution and coagulation factors in extracorporeal circulation*, *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 43:816, 1962.
- Bartlett, R.H., Burns, N.E., Fong, S.W., Gazzaniga, A.B. Achauter, B.M. and Fraille, J.: *Prolonged Partial venoarterial bypass: physiologic, biochemical and hematologic response*, *Surg. Forum* 23:178, 1972.
- Subramanian, V., McLeod, J. and Gans, H.: *Effect of extracorporeal circulation on reticuloendothelial function. I. Experimental evidence for impaired re function I. Experimental evidence for impaired reticuloendothelial function following cardiopulmonary bypass in rats*, *Surg.*, 64:775, 1968.
- Gans, H., Siegal, D.L., Lillehei, C.W. and Krivit, W.: *Problems in hemostasis during open-heart surgery: II. On the hypercoagulability of blood during cardiac*

- bypass, *Ann. Surg.* 150:19, 1962.
20. Gans, H. and Krivit, W.: *Problems In hemostasis during and after open-heart surgery: VI. Over-all changes in blood coagulation mechanism*, *J.A.M.A.* 179:153, 1962.
  21. Pacifico, A.D., Digerness, S. and Kirklin, J.W.: *Acute alterations of body composition after open intracardiac operations*, *circulation* 41:333,1, 1970.
  22. Moffitt, E.A., Tarhan, S., Goldsmith, R.S., Plutch, J.R. and McGoon, D.C.: *Patterns of total and ionized calcium and other electrolytes in plasma during and after cardiac surgery*, *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 65:751, 1973.
  23. Romero, E.G., Castillo-Olivares, J.L., O'Connor, F., Guardiola, J. and Figuera-Aymerich, D.: *The importance of calcium and magnesium ions in serum and cerebrospinal fluid during cardiopulmonary bypass*, *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 66:668, 1973.
  24. Erslev, A.J. and Gabuzda, T.G.: *Ed. Sodeman, W.A. and Sodeman, Jr. W.A.: Pathophysiology of hematologic disorders, Pathologic physiology, W.B. Saunders Co. 5th Ed. 638p, 1974.*