大韓胸部外科學會誌 第16卷 第1號
Vol. 16, No. 1, March, 1983

體外循環 開心術 患者의 血清 및 尿中 Amylase 變動에 관한 硏究

李 秉 雨* · 金 近 鎬*

– Abstract –

A Study on the Amylase in Serum and Urine in Open Heart Surgery under the Extracorporeal Circulation.

Byoung Woo Lee, M.D.* and Kun Ho Kim, M.D.*

During the period of March 1981 to September 1982 a series of survey has been done on the value of amylase in blood and urine of 24 patients who went through the operation of heart surgery, for congenital and acquired heart diseases, with extracorporeal circulation at the Department of Theoracic § Cardiovascular Surgery, School of Medicine, Hanyang University.

In order to analise the alteration and inter-relation of the value of amylase in blood and urine and the extra corporeal circulation time. The duration of extra-corporeal circulation time up to 60 minutes was classified as Group A while above 60 minutes was classified as Group B.

The results are as follow;

1. 3 patients (23.07%) among 13 patients of Group A and 3 patients (27.27%) among 11 patients, showed increased amylase value after the surgery.
2. The average value in blood after operation was 120.31±90.71 unit in Group A and 130.90±113.15 unit in Group B. It was 11.59 units (9.63%) higher in Group A than in Group B.
3. 1 patient (7.7%) among 13 patients of Group A and 2 patients (18.18%) among 11 patients of Group B, the frequency of Group B was 10.48% higher.
4. The average value of amylase in urine after the surgery was 111.92±54.87 unit in Group A and 151.54±111.17 unit in Group B. It was 39.62 unit (32.72%) higher in Group A than in Group B.
5. The longer the duration of extra corporeal circulation time showed the higher the amylase value in blood and urine after the operation.
6. Although the value of amylase in blood and urine was increased after operation, no patients were found to have developed clinical pancreatitis.

1. 서 론

Gibbon (1953)[1], Crafoord (1954)[2], Kirklin (1954)[3] 등이 연달아 심폐기 체외순환을 이용하여 처음으로 개심술을 성공시킨 이후로 심폐기 체외순환과 개심술에 대한 많은 연구가 진행되고 있다.

심폐기 체외순환 중에 발생하는 혈액손상 때문에 심폐기의 구조물과 혈산화기에 대한 연구는[4~7] 물론이고 전혈충전법에 의한 체외순환에서 발생하는 여러가지 불리한 작용[8~16] 때문에 심폐기 충전액에 관한 연구[17~22]

* 漢陽大學校 醫科大學 胸部外科學敎室
* Dept. of Thoracic & Cardiovascular Surgery, School of Medicine, Hanyang University

등에서 성과가 있었고 최근에 와서 심정지 중에 발생하는 심근손상을 방지하는 심근보호법의 개발에 관한 연구[22~28] 등으로 말미암아 현재는 선천성 및 후천성 심장질환에 대한 개심술이 좋은 성적으로 시술되고 있다.

그러나 아직도 미해결점이 많아서 체외순환 시간과 수술시간이 제한을 받고 있으며 체외순환 시간이 2~3시간을 초과하면 장시간이 소요되는 수술친습 외에 체외순환이 원인이 되는 합병증 때문에 술후 여러가지 어려운 문제가 발생할 수 있어서 사망률이 높아진다.

Horton et al[29]은 체외순환에 의한 개심술로서 대동맥판 대치술을 실시한 후에 사망한 환자의 부검에서 췌장염을 발견한 증례를 보고한 바 있고 Panebianco et al[30]는 개심술 후에 급성 췌장염으로 사망한 증예 2예를 보고 하였다. 그러나 체외순환 및 개심술의 합병증으로 급성 췌장염이 발생할 수 있다는 상관관계는 아직 밝혀지지 않고 있다.

본 연구는 체외순환 개심술 후에 발생할 수 있는 급성 췌장염의 가능성을 규명하기 위하여 체외순환 시간과 혈청 및 뇨중 amylase치 변동과의 관계를 관찰하고자 함이 목적이다.

2. 관찰 대상

한양대 의대 부속병원 흉부외과에서 1981년 3월부터 1982년 9월까지 심폐기 체외순환 하에 개심술을 실시한 각종 심질환 환자 24명을 관찰대상으로 선정하였다. 관찰대상의 선정에 있어서는 혈청 및 뇨중 amylase치

Table 1. Diagnosis and operative procedures

	Diagnosis	Operative Procedures	No.of Pt.
Congenital cardiac anomalies (20 cases)	VSD	Teflon patch or direct suture closure	10
	ASD	Direct suture closure	3
	TOF	Total correction	2
	ASD+ASD	Patch closure Direct suture closure	2
	Multiple VSD Double chambered RV	Direct suture closure Infundi bulectomy RVOT reconstruction with pericardial patch	1
	PS	Infundibulectomy	1
	COA+AI	Teflon tube prosthesis AVR	1
Acquired cardiac diseases (4 cases)	MSI	MVR	1
	MSI+ASI	MVR+AVR	1
	MSI+ASI+TI	MVR+AVR Annuloplasty of TV	1
	Lutembacher's syndrome	ASD, direct suture closure and AVR	1
No. of Pt.			24

Remark : ASD : Atrial septal defect
PS : Pulmonary stenosis
MSI : Mitral stenoinsufficiency
AI : Aortic insufficienty
MVR : Mitral valve replacement
AVR : Aortic valve replacement
TV : Tricuspid valve
RVOT : Right ventricul outflow tract
VSD : Ventricular septal defect
TOF : Tetralogy of Fallott
TI : Tricuspid insufficiency

가 술전에 비정상으로 상승한 자, 과거력에 췌장염, 술중독자, 소화성 궤양, 담관질환이 있던자, 술후 합병증이 있었던자 등은 제외하였다.

심장질환의 진단과 수술방법을 종합한 것이 Table 1이다. 선천성 심기형이 20명이고 후천성 심질환이 4명이었다.

체외순환의 지속시간과 혈청 및 뇨중 amylase치 변동의 상관관계를 관찰하기 위하여 심질환과 개심술 종류와는 관계없이 체외순환 지속시간 60분까지를 A군, 60분 이상을 B군으로 분류하였다. A, B군 각군에 속하는 환자들의 연령 체중, 체외순환 관류량, 혈압, 직장온도 등의 분포상황을 종합비교한것이 Table 2이다. 년령과 체중의 평균치가 A군에서 약간 낮은것은 수술조작이 비교적 간단한 선천성 심기형의 년소자가 많았기 때문이다. 따라서 체외순환 관류량의 평균치가 B군에서 약간 높았는데 더구나 B군에서는 체외순환 지속시간의 연장으로 충전액의 보충이 많았기 때문에 높은 관류량의 평균치를 나타냈다. 중등도 저온법으로 체외순환을 실시하였으므로 직장온도는 양군이 비슷하다. 체외순환중 안정시기의 수축기 혈압이 B군에서 약간 높았던 것은 체외순환 시간이 연장되는 것에 대비한 결과이다.

3. 체외순환 방법

체외순환에 사용한 심폐기는 Sarns(Model 5,000)이고 혈산화기는 Shilley S 100A를 사용하였고, 모든 회로는 Tygon Tube를 연결하여 조립하였다. 심폐기와 혈산화기 충전량은 환자의 체중과 혈색소치를 기준으로 산출하여 신선한 ACD 보존혈 1~3 pnits, Hartman 용액 1,300~3,100ml, Mannitol 20% 용액 3ml/kg.을 혼합하는 혈희석 충전법을 이용하였다. 환자에 따라서는 체외순환 시간의 연장으로 충전액의 보충이 필요하였으므로 결과적으로 A군은 평균 2343±478ml B군은 평균 3711±1574ml이었다. B군은 A군보다 체외순환 지속시간이 연장되었으므로 충전액의 보충량이 많았기 때문이다(Table 2).

정맥 Catheter는 우심방을 통하여 상하공정맥에 각각 삽입하고 동맥 Cannula는 상행 대동맥에 직접 삽입하고 심폐기 회로와 연결하였다.

체외순환을 중등도 저온으로 실시하여 양군의 직장온도는 비슷하다.

체외순환 시간은 29분부터 최고 219분까지 였으나 이것을 60분까지 A군, 60분 이상을 B군으로 분류하였다. 체외순환중의 수축기 혈압의 평균치는 B군이 약간 높았으나 안정된 관류상태의 평균치는 70~90mmHg로 양호한 체외순환 상태를 유지하였다.

4. Amylase 측정 방법

혈청 Amylase 측정은 Caraway법에 의하여 피검물을 조작한 후, Spectrophotometry에 의하여 력가를 산출하였고 Somoygi unit로 표시하였다. 정상치는 50~160 unit 로 하였다.[32]

뇨중 Amylase는 혈청 amylase 측정법인 Caraway법과 같은 방법으로 측정하였고 Somoygi unit로 표시

Table 2. Patient profiles and perfusion values of A and B group

	A group			B group		
	N	Range	Mean±SD	N	Range	Mean±7.53
Age (Yr)	13	5-22	9.15±4.79	11	6-37	19.54±SD
Body weoght (Kg)	13	12.50-48.75	25.50±10.66	11	15.0-55.0	37.40±16.33
Total priming (ml)	13	1842-3744	2343±478	11	1870-6401	3711±1574
Perfusion flow rate (L/mi.)	13	1.42-2.70	2.06±0.40	11	1.58-3.06	2.39±0.49
Rectal Temp. (C)	13	31-34	32.87±1.26	11	27.9-33.4	31.91±1.61
Blood pressure systolic (mmHg)	13	62-113	74.87±12.81	11	72-127	91.12±17.53

Remark : A group : Extracorporeal circulation time below 60 minutes
B group : Extracorporeal circulation time above 60 minutes

하였다. 정상치는 30~230unit로 하였다.

5. 관찰 성적

체외순환 개심술 환자의 술후 혈청 및 뇨중 amylase 치 변동과 체외순환 지속시간과의 상관관계를 관찰한 성적은 다음과 같다. 체외순환 지속시간이 60분 이내는 A군, 60분 이상은 B군으로 분류하여 비교 관찰하였다.

(1) 혈청 Amylase 치의 변동

혈청 Amylase 치를 술전, 수술직후, 술후 5일까지 측정한 측정치를 A, B군으로 나누어서 평균한 평균치를 종합 비교하면 Table 3과 같고 그 변동을 그림으로 표시하면 Figure 1과 같다.

혈청amylase치는 술후 3일에 A군은 평균 120.31±90.71unit로, B군은 평균 131.90±113.15unit로 최고치로 증가 하였다. 그후 양군 모두 비슷하게 감소하였으나 술후 5일에도 술전치로 회복하지 못하였다. B군의 평균치는 A군 보다 11.59unit(9.63%)가 더많이 증가하였다.

각 환자의 측정치에 의하면 정상치 (160 unit) 이상으로 증가한 것은 A군은 13명중 3명으로 23.07%이고 B군은 11명중 3명으로 27.27%여서 B군이 amylase 치 증가환자 빈도가 4.2% 더 많았다.

이상 종합하면 혈청 amylase 측정치는 체외순환 지속시간이 길수록 정상치 이상으로 증가하는 환자가 많아지는 변동을 나타냈다.

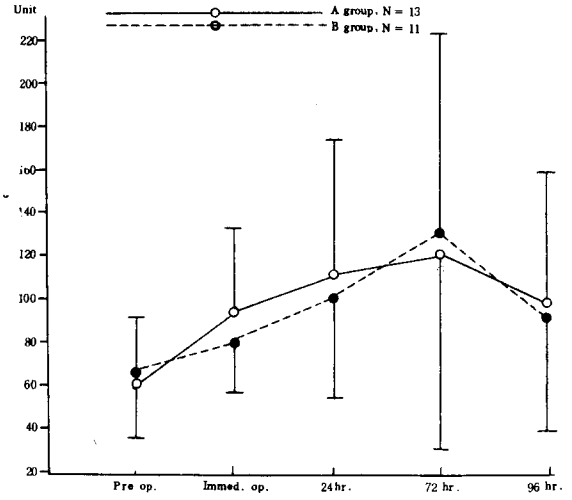
(2) 뇨중 amylase 치의 변동

뇨중 amylase 치를 술전, 수술직후, 술후 5일까지 측정한 측정치를 A군과 B군으로 나누어 평균한 평균치를 종합비교한 것이 Table 4이고 그 변동을 그림으로 비교 표시한 것이 Figure 2이다. 뇨중 amylase 치는 A군은 술후 2일에 평균 111.92±54.87 unit로, B군은 술후 3일에 평균 151.54±111.17unit로 최고치로 증가하였다. 그 후 양군 모두 비슷하게 감소하였으나 술후 5일에도 술전치로 회복하지 못하였다.

뇨중 amylase 치의 평균치는 B군이 A군보다 39.62 unit(32.72%)가 더 많이 증가하였다.

각 환자의 측정치에 의하면 정상치(230unit) 이상으로 증가한 것은 A군은 13명중 1명으로 7.7%이고, B군은 11명중 2명으로 18.18%이어서 B군이 amylase 치 증가 환자 빈도가 10.48%가 더 많았다.

이상 종합하면 amylase 측정치는 체외순환 지속시간이 길수록 정상치 이상으로 증가하는 환자가 많아지는 변동을 나타냈다.



A group : Extracorporeal circulation time below 60 min
B group : Extracorporeal circulation time above 60 min.

Fig. 1. Serum amylase values before and after open heart surgery under total cardiopulmonary bypass (Mean± SD)

Table 3. Serum amylase values before and after open heart surgery under total cardiopulmonary bypass.

Serum amylase (unit)	A group						B group					
	N	Preop.	Immed. Post op.	24 hr	72 hr	96 hr	N	Preop.	Immed. Post op.	24 hr	72 hr	96 hr
Range	13	20-120	46-198	38-302	44-326	39-224	11	36-116	18-165	46-194	53-458	47-219
Mean±SD	13	61.31 ±26.25	94.77 ±38.77	111.31 ±65.76	120.31 ± 90.71	99.39 ±61.86	11	63.91 ±24.82	78.0 ±34.79	100.0 ± 46.01	131.90 ±113.15	95.54 ±56.97

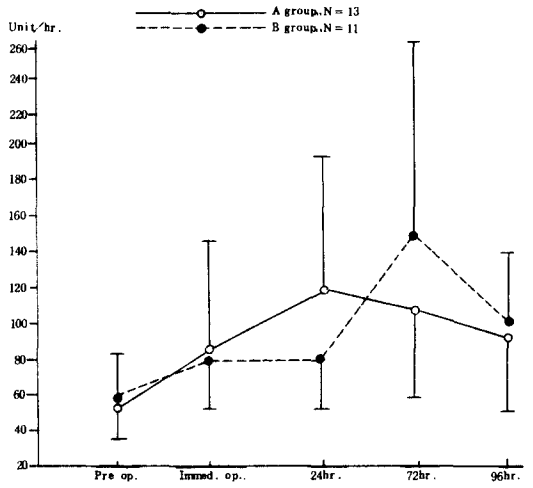
A group : Extracorporeal circulation time below 60 minutes

B group : Extracorporeal circulation time above 69 minutes

Table 4. Urine amylase values before and after open heart surgery under total cardiopulmonary bypass

Urine amylase (unit)	N	Preop.	Immed. Post op.	24 hr	72 hr	96 hr	N	Preop.	Immed. Post op.	24 hr	72 hr	96 hr
Range	13	18-88	35-256	41-277	28-211	33-189	11	20-103	38-121	27-183	30-457	34-224
Mead±SD	13	56.62 ±22.28	85.31 ±59.35	120.85 ±75.08	111.92 ±54.87	95.50 ±47.22	11	58.64 ±24.37	82.64 ±30.46	82.45 ±30.73	151.54 ±111.17	106.36 ±56.89

A group : Extracorporeal circulation time below 60 minutes
B group : Extracorporeal circulation time above 60 minutes



A group : Extracorporeal circulation time below 60 minute
B group : Extracorporeal circulation time above 60 minute

Fig. 2. Urine amylase values before and after open heart surgery under total cardiopulmonary bypass(Mean± SD)

6. 고 찰

서두에서도 언급한 바와 같이 심폐기 체외순환 중에 발생하는 혈액손상 때문에 심폐기의 구조물과 혈산화기를 개선하기 위한 많은 연구[4~7]를 위시하여 전혈충전법에 의한 체외순환에서 발생하는 여러가지 불리한 작용[8~16]들이 연구끝에 판명되어서 그것을 개선하기 위한 충전액에 관한 많은 연구[17~22]가 성과에 있어서 혈회석 충전법이 개발되어 현재는 좋은 체외순환 성적으로 심폐기 체외순환을 실시할 수 있게 되었다. 더구나 최근에 와서 심정지 중에 발생하는 심근손상을 방지하기 위한 많은 연구[23~28] 끝에 심근 보호방법이 개발되어서 개심술 성적을 더욱 향상시킬 수 있게 되었다.

그러나 현재 혈산화기도 몇가지 종류가 쓰이고 있고 충전액도 학자에 따라서 각기 자기들의 연구결과를 토대로 한 처방에 의하여 제작 사용하고 있으므로 여러가지 종류가 있고, 비슷한 이유로서 심근보호를 위한 심정지액도 각기 학자에 따라서 다른 심정지액이 쓰이고 있을 정도로 여러가지 종류의 심정지액이 있다.

심폐기 체외순환의 기본원리는 같으나 실제 운영에 있어서 상기와 같이 방법이 다양하게 많다는 것은 아직도 심폐기 체외순환의 이상적인 방법이 확립되지 못하고 있다는 것을 말하여 주는 것이다.

현재 실시되고 있는 심폐기 체외순환의 개심술은 제한된 수술시간 내에서는 좋은 성적을 기대할 수가 있지만 체외순수 시간이 2~3시간을 초과하면 합병증의 발생빈도도 높아지고 수술사망율도 높아지고 있는 현실이다.

심폐기 체외순환으로 발생하는 부작용으로 현재까지 알려진 것으로는 Lee et al[12] 는 혈장 단백질의 변질(denaturation)이 체외순환 중에 야기한다는 것을 증명하였고, Kottmeier et al[13]은 동물실험과 임상개심술을 통하여 폐울혈과 폐부종은 개심술에서 가장 빈번하게 나타나는 합병증이라고 말하였다. 그외에도 Gadboys et al[14] 등이 동물실험에서 추구한 homologous blood syndrome, schmidt et al[15]이 발표한 postperfusion bleeding diathesis, Neville et al[16]이 말하는 신기능 저하, 혈산증(acidosis)의 경향 등이다. Damman et al[10], Wheeler et al[11] 등이 발표한 pulmonary Postperfusion syndrome의 현상은 여러가지 요인에 의하여 폐의 blood-gas diffusion의 감소에 의하여 나타나는데, 분명히 폐모세혈관 혹은 폐포막의 손상에 의하여 발생한다. 이런 손상은 임상적으로나 부검에서 여러가지 정도의 출혈성 경색(infarction)이 형성되어 있다는 사실이 증명되었다.

이상과 같은 체외순환 중에 발생할 수 있는 합병증들이 혈회석 심폐기 충전법이 개발된 후에는 발생빈도가 많이 감소하였다. 그러나 아직도 체외순환 시간이 길게 연장되면 이들 합병증과 관련이 있는 부작용 때

문에 사망환자가 발생한다는 것은 임상 개심술에서 가끔 경험하는 바이다.

상기와 같은 합병증 이외에 Panebianco et al[30]은 체외순환 개심술 후에 급성 췌장염으로 사망한 2예를 보고 하였고, Horton et al[29]는 체외순환 개심술로서 대동맥판 대치술을 실시한 후 사망한 환자의 부검에서 췌장염이 증명된 증예 발표가 있었다. Moores et al[31] 등은 체외순환 개심술 후에 급성 췌장염이 진단되었고 부검에서 출혈성 췌장염이 증명된 4명의 환자를 경험한 이후로 개심술 환자에서 혈청과 뇨중 amylase치 변동에 관한 임상적 연구를 실시하였다. 이들의 연구결과는 무박동성 관류로서 체외순환을 실시한 군에서는 혈청 및 뇨중 amylase치가 정상이상으로 증가한 환자는 23명중 16명으로 70%의 발생빈도였고 박동성 관류에 의한 체외순환 군에서는 19명중 6명으로 32%의 발생빈도 였다. 그러나 혈청 및 뇨중 amylase치가 개심술 후에 상승한 많은 환자들은 모두 췌장염이라고 진단 할만한 임상적 근거는 없었다고 하면서 임상적으로 의의는 없었다고 하였다. 이들은 이러한 연구결과로서 췌장은 체외순환 중에는 혈액순환 취약부분의 하나라고 할 수 있으며, 혈액순환 취약부분에 대하여 혈액순환을 향상시킬려면 박동성 관류가 생리적 혈액순환에 가까운 효과를 나타낸다고 하였다. 그리고 개심술 후에 혈청 및 뇨중 amylase치가 상승하는 원인으로는 췌장도 신장이나 뇌수와 마찬가지로 말초 미세혈관에 혈전(microemboli)이 걸릴 수 있는 장기로서 이러한 전색에 의하여 효소가 혈중에 배설되는 것이 원인이라고 추측하였다. 이러한 추측은 개심술 후에 발생한 급성 췌장염 환자의 부검 결과가 뒷받침한다고 하였다.

본 연구에서는 체외순환의 지속시간이 혈청 및 뇨중 amylase치 변동에 미치는 영향을 관찰하기 위하여 실시한 것인데, 체외순환 지속시간이 길수록 혈청 및 뇨중 amylase치가 증가하는 빈도가 많아진다는 결과로 미루어 본다면 체외순환의 지속시간을 더욱 안전하게 연장할 수 있게 하려면 체외순환중 혈액순환의 취약장기를 해소하는 방향으로 더욱 정밀한 연구가 필요할것을 시사하는 것이라고 사료된다.

7. 결 론

한양대 의대 부속병원 흉부외과에서 1981년 3월부터 1982년 9월까지 선천성 및 후천성 심장질환으로 체외순환 하에 개심술을 실시한 환자 24명에서 혈청 및 뇨중 amylase치를 측정하였다.

체외순환 지속시간과 혈청 및 뇨중 amylase치의 술후 변동과의 상관관계를 관찰하기 위하여 체외순환 지속시간 60분까지를 A군, 60분 이상을 B군으로 분류하였다. 관찰결과는 다음과 같다.

1. 혈청 amylase치가 술후 최고를 증가한 평균치는 A군 120.31±90.71unit, B군은 131.90±113.15unit로 B군이 평균 11.59unit(9.63%)가 더 높았다.
2. 각 환자에서 술후 혈청 amylase치가 정상치 이상으로 증가한 것은 A군은 13명중 3명(23.07%), B군은 11명중 3명(27.27%)으로 B군의 빈도가 4.2%더 많았다.
3. 뇨중 amylase치가 최고로 증가한 평균치는 A군 111.92±54.87 unit, B군은 151.54±111.17 unit로 B군이 평균 39.62unit(32.72%)가 더 높았다.
4. 각 환자에서 술후 뇨중 amylase치가 정상치 이상으로 증가한 것은 A군은 13명중 1명(7.7%), B군은 11명중 2명(18.18%)으로 B군의 빈도가 10.48%더 높았다.
5. 혈청 및 뇨중 amylase치의 술후 변동은 체외순환 지속시간이 길수록 정상치 이상으로 증가하는 환자의 발생빈도가 많아지는 경향이다.
6. 혈청 및 뇨중 amylase치가 술후 정상치 이상으로 증가하였어도 임상적으로 췌장염을 진단받은 환자는 없었다.

REFERENCES

1. Gibbon, J.H., Miller, B.J., and Feinberg, C. : *An improved mechanical heart and lung apparatus. Med. Clin. N. Amer., 37:1603, 1953.*
2. Carafoord, C. : *Operationen des offenen Herzen mit Herz-Lungen-Maschine (Stockholmer Modell). Langenbecks Arch., 289:257, 1958.*
3. Kirklin, J.W., Du Shane, J.W., Patrick, R.T., Donald, D.D., Hetzel, P.S. Harshbarger, H.G., and Wood, E.H. : *Intracardiac surgery with the aid of a mechanical pump-oxygenator system (Gibbon type); Report of eight cases. Mayo Clin. Proc., 30:201, 1955.*
4. Ferbers, E.W. and Kirklin, J.W. : *Studies of hemolysis with plastic sheet oxygenator. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., 36:23, 1958.*
5. Ferguson, T.B., Burbank, A., and Burford, T.H. : *The disposable bubble oxygenator. Surgery, 61: 260, 1967.*
6. Gollub, S., Hirose, T., and Evertt, H. : *A comparison*

of blood trauma by various extracorporeal oxygenators. Ann. Thorac. Surg., 3:346, 1967.

7. Steward, J.W. and Sturridge, M.F. : *Hemolysis caused by tubing in extracorporeal circulation. Lancet, 1:340, 1959.*
8. Anderson, M.N. and Kuchiba, K. : *Blood trauma produced by pum oxygenator J. Thorac. Cardiovasc. Surg., 57:238, 1969.*
9. Bramson, M.L., Osborn, J.J., Main, F.B., O'Brien, M.F., Wright, J.S., and Gerbode, F. : *A new disposable membrane oxygenator with integral heat exchange. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., 50:391, 1965.*
10. Dammann, J.F. Jr., Thung, N., Christlieb, I.I., Littlefield, J.B., and Muller, W.H. Jr. : *The management of the severely ill patient after open heart surgery. J. Thorac. Surg., 45:80, 1963.*
11. Wheeler, E.O., Turner, J.D., and Scannell, J.G. : *Fever, splenomegaly and atypical lymphocytes; Syndrome observed after cardiac surgery utilizing pump oxygenator. New Engl. J.Med., 266:454, 1962.*
12. Lee, W.H.Jr., Krumharr, D., Fonkalsrud, E.W., Schjeide, O.A., and Maloney, J.A.Jr. : *Denaturation of plasma proteins as a cause of morbidity and death after intracardiac operation. Surgery, 50:29, 1961.*
13. Kottmeier, P.K., Adamsons, J., Stucky, J.H., Newman, M.M., and Dennis, C. : *Pathological changes after parial and total cardiopulmonary bypass in human and animals. Sur. Forum., 9:184, 1959.*
14. Gadboys, H.L., Slomin, R., and Litwak, R.S. : *Homologous blood syndrome; Preliminary observations on its relationship to clinicla cardiopulmonary bypass. Ann. Surg., 156:793, 1962.*
15. Schmidt, P.J., Peden, J.C.Jr., Brechner, G., and Baranovsky, A. : *Thrombocytopenia and bleeding after extracorporeal circulation. New Engl. J.Med., 265:1181, 1961.*
16. Neville, W.E., Colby, C., Peacock, H., and Krokowsky, T.C. : *uperiority of buffered ringer's lactate to heparinized blood as total prime of the large volume disc oxygenator, Ann. Surg., 165:206, 1967.*
17. Zuhdi, N., Mc Collough, B., Varey, J., and Greer, A. : *Doublehelical reservoir heart-lung-mashine for hypothermic perfusion; Primed with 5 percent glucose in water including hemodilution. Arch. Surg., 82:320, 1961.*
18. Long, D.M.Jr., Sanchez, L., Varco, R.L., and Lillehei, C.W. : *The use of low molecular weight dextran and serum albumin as plasma expenders in extracorporeal circulation. Surgery, 50:12, 1961.*
19. De Wall, R.A., Lillehei, R.C., and Sellers, R.D. : *Hemodilution perfusion for open heart surgery; Use of five percent dextrose in water for priming volume. New Engl.J.Med., 266:1078, 1962.*
20. Cooley, D.A., Beall, A.C.Jr., and Grondin, P. : *Open heart operation with disposable oxygenators; 5 percent dextorse prime and normothermia. Surgery, 52:713, 1962.*
21. Hirsch, D.M., Handidian, C., and Neville, W.E. : *Oxygen consumption during cardiopulmonary bypass with large volume hemodilution. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., 56:197, 1968.*
22. Hirsch, D.M., Handidian, C., and Neville, W.E. : *Oxygen conaumption during cardiopulmonary bypass with large volume hemodilution. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., 56:197, 1968.*
23. Bretschneider, H.Jr., Hübner, G., Knoll, D., et al : *Myocardial resistance and tolerance to ischemia; Physiological and biochemical basis. J.Cardiovasc. Surg., 16:241, 1975.*
24. Sondergaard, T. and Senn, A. : *Klinische Erfahrungen mit der Kardioplegie nach Bretschneider. Langenb. Arch. Klin. Chir., 319:661, 1967.*
25. Hearse, D.J., Stewart, D.A., and Braimbridge, M.V. : *Cellular protection during myocardial ischemia; The development and characterization of a procedure for the induction of reversible ischemic arrest. Circulation, 54:193, 1976.*
26. Gay, W.A.Jr., Ebert, P.A. : *Functional metabolic, and morphologic effects of potassium-induced cardioplegia. Surgery, 71:284, 1973.*
27. Schaff, H.V., Dombroff, R., Flaherty, J.T. et al : *Effect of potassium cardioplegia on myocardial ischemia and post arrest vetricular function. Circulation, 58:240, 1978.*
28. Engelman, R.M., Levitsky, S., O'Donoghue, M.J. et al : *Cardiplegia and myocardial preservation during cardiopulmonary bypass. Circulation, 58: Suppl. 1:I-107, 1978.*
29. Horton, E.H., Murthy, S.K., and Seal, R.M.E. :

Hæmorrhagic necrosis of small intestine and acute pancreatitis folowing open heart surgery. Thorax, 23:438, 1969.

30. Panebianco, A.C., Scott, S.M., Dart, C.H., Takaro, T., and Echegaray, H.M. : *Acute pancreatitis following extracorporeal circulation. Ann. Thorac. Surg., 9:562, 1970.*
31. Moores, W.Y., Gago, O., Morris, J.D., and Peck, C.C. : *Serum and urinary amylase levels following pulsatle and continuous cardiopulmonary bypass. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., 74:73, 1977.*
32. 서덕규, 이주섭 : 김기홍감수; Laboratory methode in clinical Chemistry, p. 142~143, 고문사, 서울, 1979.