

## 개심술후 출혈로 인한 응급 개흉술 81예의 임상적 고찰

오중환\* · 이종국\* · 조범구\* · 홍승록\* · 홍필훈\*

— Abstract —

### Reoperation for Hemorrhage Following Open Heart Surgery with Cardiopulmonary Bypass — A Report of 81 cases —

J.H. Oh.\*, C.K. Lee.\*, B.K. Cho.\*, S.N. Hong.\*, P.W. Hong.\*

Hemorrhage is an important complication after operation with cardiopulmonary bypass and sometimes necessitates a further emergency operation. Between July, 1962 and June, 1985, reoperation for hemorrhage was carried out on 81 patients (3.1%) out of a total 2634 patients who had previously undergone cardiopulmonary bypass surgery at the Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Yonsei University Medical Center.

There were 38 males and 43 females, with an average age of 25 years (ranging 6 months to 60 years) and an average body weight of 38 kg (ranging 5 to 77 kg). There were 43 patients of cyanotic heart disease, 32 patients of acquired valvular heart disease, 4 patients of coronary artery occlusive disease, 2 patients of ascending aorta aneurysm and annuloaortic ectasia.

The average amount of blood loss in the case of cyanotic heart disease was  $71.7 \pm 140$  ml/kg, in acyanotic heart disease  $45.1 \pm 6.3$  ml/kg, in acquired heart disease,  $56.5 \pm 14.4$  ml/kg and in coronary artery occlusive disease,  $50.6 \pm 18.7$  ml/kg during first post operative day. But there was no statistical difference ( $p > 0.05$ ).

The mean blood loss below 10 years old was  $70.4 \pm 12.1$  ml/kg. Those below 10 years old were believed to bleed more than any other group. But there was also no statistical difference ( $p > 0.05$ ).

Indications for reoperation were continued excessive blood loss (74%), cardiac tamponade or hypotension (23%) and radiological evidence of a large hematoma in the thorax and pericardium (2%).

Average bypass time was  $2.1 \pm 0.1$  hours (ranging 30 minutes to 5 hours). The interval between operation and reoperation was as follows: less than 12 hours in 49 patients (60%), 12 to 24 hours in 20 patients (25%), 24 to 48 hours in 8 patients (10%), more than 48 hours in 4 patients (5%).

The commonest sites for bleeding were chest wall (36%), heart (34%), aorta (12%), pericardium (6%), thymus (5%) and others (6%). But no definite source was found in 11 patients (31%). Twenty seven out of 81 patients (31%) had wound problems and 5 patients (6%) were expired. (Mean  $\pm$  SEM).

In conclusion, in order to decrease the amount of blood loss after open heart surgery with cardiopulmonary bypass, shortening of bypass time and bleeding control at the wire suture site during chest wall closure were important. If the amount of blood loss was over 45 ml/kg or 8 ml/kg/hour, reoperation should be considered as soon as possible. After operating, careful wound dressings were applied to prevent wound problems.

\* 연세대학교 의과대학 흉부외과학교실

\* Department of Thoracic & Cardiovascular Surgery, Yonsei University College of Medicine

## I. 서 론

최근 10년전부터 개심술 후 출혈양이 급격히 감소하는 것을 알 수 있으나<sup>14)</sup> Sobel이나 Fairman<sup>7)</sup> 등에 의하면 개심술 후 출혈에 의한 응급재개흉술이 3%가량 발생함을 보고하였다. 대부분의 환자에서 수술 전에 혈소판 수나 응고기전 수술 전에 혈소판 수나 응고기전 등을 확인하고 수술을 시행하므로 수술 후 출혈의 가능성은 희박하나, 외과적 요인에 의한 지속적인 출혈이나 심낭내 저유에 의한 심압진, 저혈압 등이 나타나면 응급재수술 만이 합병증과 사망율을 줄일 수 있다<sup>3,7,8)</sup>.

연세대학교 흉부외과학 교실에서는 1962년 7월부터 1985년 6월까지 2,634명의 개심술을 시행하였으며 이중 출혈에 의한 응급재개흉술을 시행한 환자 81예(3%)에 대하여 각 질환별, 출혈부위별 및 합병증과 사망율에 대하여 분석보고 하고자 한다.

## II. 관찰대상 및 방법

1962년 7월부터 1985년 6월까지 개심술을 시행하였던 2,634명중 응급재개흉술을 실시하였던 81명의 환자를 대상으로 하였다.

### 1) 성별, 나이 및 체중

관찰대상 81명중 남자가 38명, 여자가 43명이었고, 연령은 생후 6개월부터 67세까지이며 평균 25.0 ± 1.9세이었고 체중은 5.0 kg에서 77.0 kg까지이며 평균 38.1 ± 2.0 kg이었다(도 1, 2).

### 2) 질환 및 나이별 출혈양

81명중 선천성 심장병 환자가 43명(53%)이었고, 이중 청색증환자가 23명(28%), 비청색증환자가 20명

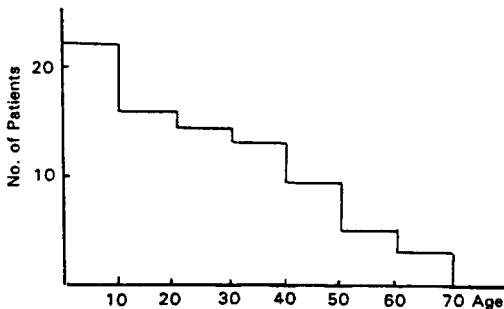


Fig. 1. Age distribution

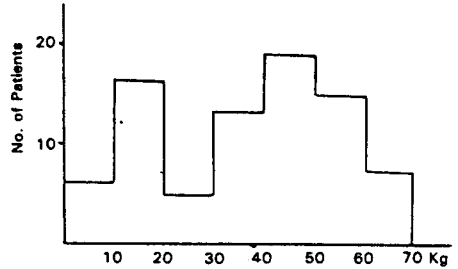


Fig. 2. Body weight distribution

(25%), 후천성판막질환자가 32명(40%), 관상동맥질환자가 4명(5%), 대동맥판륜확장증 및 상행대동맥류 환자가 2명(2.5%)이었다.

재개흉술 실시 전까지의 출혈양은 청색환자에서 평균 71.7 ± 14.0 ml/kg으로 가장 많았으며 그 다음이 후천성판막질환자로 56.5 ± 14.4 ml/kg, 비청색증환자는 45.1 ± 6.3 ml/kg, 관상동맥질환자는 50.6 ± 18.7 ml/kg으로 각 군의 통계학적 의의는 없었다( $P > 0.05$ )(표 1).

나이와 출혈양의 관계를 표 2에서 보면 kg당 양으로 측정시 50대 군에서 162.2 ± 80.0 ml/kg으로 가장 많은 출혈양을 보여주었으며 또한 10대 이하 군에서도

Table 1. Influence of Disease on Blood loss  
YUMC, 1985

Disease	No. of patients	Mean Loss (ml/kg)
Congenital heart disease	43(53%)	58.4 ± 10.5
cyanotic heart disease	23(28%)	71.7 ± 14.0
acyanotic heart disease	20(25%)	45.1 ± 6.3
Acquired heart disease	32(40%)	56.5 ± 14.4
Coronary heart disease	4( 5%)	50.6 ± 18.7
Others	2( 2%)	
81		

Table 2. Age & Blood Loss

YUMC, 1985	
Age Group	Mean Loss (ml/kg)
<10	70.4 ± 12.1
11-20	55.3 ± 14.1
21-30	35.8 ± 7.4
31-40	33.2 ± 3.2
41-50	48.2 ± 9.0
51-60	162.2 ± 80.0
>60	32.0 ± 2.0

70.4±12.1 ml/kg의 출혈량을 보여주고 있으나 각군의 통계학적 의의는 없었다(P>0.05).

### 3) 응급재수술 동기

Activated Coagulation time 을 측정한 1979년 이후에는 개심술 후 ACT를 Control 치(120~150 초) 까지 환원 유지시킨후 81명중 지속적인 출혈에 의하여 수술한 경우가 60명으로 74%, 심압진과 저혈압이 19명으로 23%, 흉곽이나 심낭내거대혈괴가 흉부방사선 촬영상 나타난 경우가 2명으로 2%를 차지하였다(표 3).

**Table 3. Indications for Re-Operation**  
YUMC, 1985

Indications	No. of patients
Continued bleeding	60(74%)
Cardiac tamponade and hypotension	19(23%)
Hemopericardium or hemothorax in chest X-Ray	2( 2%)
	81

### 4) 체외순환시간

체외순환시간은 2시간 이내가 32명(43%)으로 가장 많았으며, 3시간 이내가 23명(31%), 4시간 이내가 8명(11%), 1시간 이내가 7명(9%)이었고, 체외순환시간과 출혈량의 관계를 보면 체외순환시간이 5시간 이내인 군에서 평균 76.5±16.0 ml/kg의 가장 많은 출혈로 재수술 시행하였음을 표 4에서 알 수 있다(P<0.05).

### 5) 응급재수술까지의 시간

개심술이 끝난 후 회복실로 환자를 옮긴 후 출혈로 응

**Table 4. Bypass Time and Blood Loss**  
YUMC, 1985

Time (hr)	No. of patients	Blood Loss(ml/kg)
1	7( 9%)	59.2±18.5
1-2	32(43%)	45.8± 6.9
2-3	23(31%)	44.2± 5.6
3-4	8(11%)	58.7±17.9
4-5	4( 6%)	76.5±16.0

**Table 5. Observation Time before Reoperation and Blood Loss**

YUMC, 1985		
Time (hr)	No. of Patients	Blood Loss(ml/kg)
< 12	49(60%)	50.9±10.9
12-24	20(25%)	58.9± 7.0
24-48	8(10%)	69.2±21.4
>48	4( 5%)	88.4±24.8

급재개흉술 하기까지의 관찰시간은 최소 1시간에서 7일로 평균 15.3±2.5 시간 이었으며 12시간이내가 49명(60%), 12시간에서 24 시간 이내가 20명(25%), 24시간에서 48시간이내가 8명(10%), 48시간이후가 4명(5%)이었다(표 5).

표 5에서 보는 바와 같이 관찰시간이 길수록 출혈량이 많으나 각 군의 통계학적 의의는 없었다(P>0.05).

### 6) 출혈부위

출혈부위는 81명중 11명에서는 특이한 출혈부위를 찾을 수 없었고, 나머지 70명중 출혈부위는 77부위였다.

창상흉벽이 28예(36%)로 가장 많았으며 심장이 26예(34%), 대동맥이 9예(12%), 심낭막이 5예(6%), 흉선이 4예(5%) 그 외 5예(6%)가 있었다(표 6).

**Table 6. Origin of Bleeding**  
YUMC, 1985

Origin	No. of sites(%)
Chest wall	28(36%)
Heart	26(34%)
Aorta	9(12%)
Pericardium	5( 6%)
Thymus	4( 5%)
Others	5( 6%)
Unknown 11 cases	
	77

### 7) 합병증 및 사망률

수술 후 합병증으로 창상감염 및 창상혈종이 81명중 27명에서 나타나 31.0%을 차지하였고, 5명이 사망하여 6.2%의 사망율을 보였으며 그 원인으로는 폐혈증이

2명으로 각각 술후 53일째, 84일째 사망하였고, 저심박출증이 2명으로 각각 술후 1일째, 25일째 사망하였으며, 여러 장기의 부전증으로 1명이 술후 14일째 사망하였다.

### III. 고 안

개심술 후 출혈을 줄이는 방법은 흉부 절개 시 불필요한 박리나 절개를 하지않고 충분한 지혈을 하면서 수술을 시행하는 것이고 이러한 조작에도 불구하고 출혈이 계속되는 경우는 장시간의 수술시간 혹은 혈소판이나 응고기전의 변화에 의하여 발생할 수 있다<sup>9,13</sup>.

대부분의 환자에서 수술 전에 혈소판수, Prothrombin time, Partial promboplastin time, Activated coagulation time 등을 측정하여 응고기전의 이상유무를 확인하고 수술을 시행하므로 이러한 원인에 의한 다량 출혈의 가능성은 희박하다<sup>8,16</sup>.

개심술 후 응고기전의 이상이 없음에도 불구하고 지속적인 출혈이 계속되는 경우 양말단기 호흡으로 출혈을 줄일 수 있다는 보고도 있으나<sup>10,11,18</sup>, 지체없이 응급재개흉술을 시행하는 것이 심압진이나 저혈압을 방지하며 합병증이나 사망율을 줄이는 방법이다<sup>7</sup>.

Smith<sup>15</sup>에 의하면 어린이보다 어른에서 출혈량이 많은 것을 알 수 있으나 나이에 따른 통계학적 의의는 없다고 보고하였으며, Bentall<sup>21</sup>은 출혈로 재수술한 빈도는 성인에서 8.8%, 어린이에서 5%로 성인에서 수술 빈도와 출혈량이 많음을 보고하였으나 저자의 경우는 제 1도에서 보는 바와 같이 10세이하가 21명으로 26%를 차지하고 나이가 많을수록 재수술환자의 수가 줄어드는 것은 최근 선천성 심장기형에 대한 수술이 늘어난 반면 후천성 판막질환에 대한 수술이 줄어든 것으로 해석할 수 있고, 출혈양도 표 2에서 보는 바와같이 10세이하에서 많음을 알 수 있다.

청색증 선천성 심장병의 경우 비청색증 선천성 심장병의 경우보다 수술 후 출혈양이 많다는 것은 널리 알려진 사실로 Smith<sup>15</sup>에 의하면 활로써 4증후군의 경우 약 1710 ml/m<sup>2</sup>로 심실중격결손증의 경우보다 1.7배나 많음을 알 수 있고 Bentall<sup>21</sup>의 경우는 활로써 4증후군의 경우 약 516 ml/m<sup>2</sup>로 많은 양임을 보고하였으며 Craddock<sup>3</sup>등은 Smith<sup>5</sup>의 결과와 비슷한 결과를 얻었으며, Games<sup>9</sup>도 활로써 4증후군에서 24시간동안 900 ml/m<sup>2</sup>의 출혈이 있었다고 보고하였다.

저자의 경우는 선천성 심장병환자가 43명으로 53%를 차지하여 이중 청색증환자가 23명(28%), 비청색증환자가 20명(25%)인 반면 후천성심장병환자가 32명(40%)으로 선천성 심장질환환자가 많았다. 출혈양에 있어서 표 1에서와 같이 청색증환자가 평균 71.7±14.0 ml/kg, 비청색증환자가 45.1±6.3ml/kg, 후천성 판막질환환자가 56.6±7.2ml/kg, 관상동맥질환환자가 50.6±18.7ml/kg으로 청색증 환자에서 가장 많은 출혈양으로 응급재수술 시행하였음을 알 수 있으나 통계학적으로 의의는 없었다 (p>0.05).

응급재수술을 하게 된 동기는 Craddock<sup>3</sup>에 의하면 69명중 31명(45%)에서 심압진이 나타났고, 21명(30%)에서는 15분당 75ml/m<sup>2</sup> 이상의 지속적인 출혈이 있었으며, 17명(25%)에서는 단순흉부촬영에서 거대혈괴가 보였으며, 이는 Smith<sup>15</sup>의 보고와 거의 일치하며 Bentall<sup>21</sup>은 혈압이 떨어지고 pulsus paradoxus, 심압진 등이 나타나는 경우나 혹은 성인에서 100 ml 이상 3시간 계속 나오든지 처음 4시간동안 1000 ml 이상 나오면 즉시 재수술을 시행하였고, Fairman<sup>7</sup>의 보고에 의하면 지속적인 출혈로 인하여 수술한 경우가 제일 많았으며 그 다음이 부정맥, 심압진 등임을 보고하였다.

특히 Craddock<sup>3</sup>은 심압진의 경우 교과서적인 증상은 없었고, 일반적인 양상으로 저심박출증, 사지의 창백함과 냉증, 저혈압, 빈맥, 중심정맥압의 증가, 소변량의 감소 등을 보고하였다.

저자의 경우 응급재수술의 동기로 지속적인 출혈(약 45 ml/kg 이상 혹은 8 ml/kg/시간 이상)이 81명중 60명(74%)으로 제일 많았고 단순흉부촬영에서 흉곽내 혹은 심낭내 거대혈괴가 보인 경우는 2명(2.5%)이었다.

특히 출혈에 의한 심압진을 방지하기 위해 심낭막을 열어두는 것이 좋을 것 같으나 Asanza<sup>13</sup>에 의하면 개심술 후 심낭막을 열어놓은 군과 닫아둔 군 사이에 심압진의 빈도 차이는 없었고, 오히려 재수술시 심낭막을 닫아두는 것이 더 좋다는 보고도 있으며<sup>1,9</sup> 저자의 경우 Conduit 을 사용한 경우를 제외하고는 대부분 대동맥 부위까지는 심낭막을 닫아주고 심장부위는 일부 열어 놓는 방법을 사용하였다.

체외순환시간이 길면 출혈양이 늘어나고 재수술의 빈도도 증가하는 것은 널리 알려진 사실로 저자의 경우도 표 4에서 보는 바와같이 체외순환시간이 4시간 이상인 군에서 76.5±16.0ml/kg으로 다른 군에서 보다 많은 양을 알 수 있으나 (P<0.05), 체외순환시 4시간 이하인 군 사이에는 통계학적으로 의의가 없었다 (P<

0.05).

Craddock<sup>3)</sup>은 모든 재수술이 72시간 이내에 이루어졌음을 보고하였고 Fairman<sup>7)</sup>은 대부분 12시간 이내 시행하였으며 저자의 경우도 60%에서 12시간 이내에 시행하였으나 48시간 이후에 수술시행한 경우는 일시적인 심박동기 Lead를 심외근에 심은 경우 혹은 우심실이나 폐동맥을 통하여 혈압측정을 위해 Polyethylene 관을 넣은 경우 체외에서 제거하면서 심외근이나 폐동맥에서 출혈로 재수술 시행한 예이다.

표 5에서 관찰시간이 길어질수록 출혈양이 많음을 볼 수 있으나 통계학적 의의는 없지만( $P > 0.05$ ) 12시간 이내에 수술시행하는 것이 출혈양을 줄이는 방법이다.

출혈부위는 대개 심낭내보다는 심낭외출혈이 많다고 알려져 왔으나 Bentall<sup>2)</sup>은 43%에서 특이한 출혈부위를 찾을 수 없었고, Craddock<sup>3)</sup>은 14%에서, 저자는 81명중 11명(14%)에서 출혈부위를 찾을 수 없었으며 이는 Craddock<sup>3)</sup>의 보고와 일치한다. 저자의 경우 창상흉벽이 36%로 가장 많았고, 그 다음이 심장으로 34%, 그 외 대동맥, 심낭막, 흉선 등이 있으며 특히 흉벽의 봉합시 사용되는 wire에 의한 흉벽내 출혈이 대부분이었다.

재수술 후 합병증으로 창상감염이 Craddock<sup>3)</sup>에 의하면 재수술 한 군에서 9.8%, 안 한 군에서 6.3%임을 보고하였고, Fairman<sup>7)</sup>은 재수술한 군에서 5%, Culliford<sup>6)</sup>는 2594 명의 개심술 환자중 39명(1.5%)을 보고하였으나 저자의 경우 응급재수술한 환자에서 창상감염과 창상 Seroma 까지 합쳐 31%의 높은 발생율을 보이고 있다.

사망율은 Fairman<sup>7)</sup>에 의하면 재수술한 군에서 9%로 높음을 강조하였으나 Craddock<sup>3)</sup>은 재수술한 환자에서 보다 높은 사망율을 나타내는 것은 재수술 그 자체와는 무관하다고 단정지었으며 저자는 재수술 안 한 군에서는 6.9%의 사망율을 보이나 재수술 한 군에서 오히려 낮은 6.2%의 사망율을 보이고 있는 것으로 보아 재수술 자체가 사망율에 영향을 끼치지 않는다고 볼 수 있다.

#### IV. 결 론

연세대학교 흉부외과학교실에서는 1962년 7월부터 1985년 6월까지 2634 명의 개심술을 시행하여 외과적 출혈로 인한 응급재수술을 시행한 81명(3.1%)에 대한 임상적 고찰 후 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 응급재수술한 81명중 남자가 38명, 여자가 43명이었고 연령은 생후 6개월에서 67세까지이며 평균  $25.0 \pm 1.9$ 세이고 체중은 5kg에서 77kg까지이며 평균  $38.1 \pm 2.0$ kg이었다.

2) 선천성 심장병 환자가 43명(53%) 이중 청색증 환자가 23명(28%), 비청색증 환자가 20명(25%), 후천성 관막질 환자가 32명(40%), 관상동맥질환 환자가 4명(5%), 그 외 대동맥판막 확장증 및 상행대동맥류 환자가 2명(2.5%)이었다.

3) 평균 출혈량은 청색증환자에서  $71.7 \pm 14.0$  ml/kg으로 가장 많았고, 그 다음이 후천성관막질환자로  $56.5 \pm 14.4$  ml/kg, 관상동맥질환환자가  $50.6 \pm 18.7$  ml/kg, 비청색증환자가  $45.1 \pm 6.3$  ml/kg 이었고, 나이와 출혈양의 관계를 보면 50대 군에서  $162.2 \pm 80.0$  ml/kg 으로 가장 많았으나, 수술의 종류나 나이에 따른 출혈양은 통계학적으로 의의가 없었다.

4) 응급재수술의 동기는 지속적인 출혈이 60명(74%), 심압진이나 저혈압이 19명(23%), 흉부방사선촬영상 흉곽내 혹은 심장내 거대혈괴가 2명(2%)이었다.

5) 체외순환시간은 30분에서 5시간까지이며 평균  $2.1 \pm 0.1$ 시간이었으며 체외순환시간이 길수록 출혈양이 많았음을 알 수 있으나 특히 4시간이후의 군에서  $76.5 \pm 16.0$  ml/kg로 통계적으로 의의가 있었다( $p < 0.05$ ).

6) 응급재수술까지의 출혈 관찰시간은 평균  $15.5 \pm 2.7$ 시간이었고 60%에서 12시간이내에 수술을 시행하였으며 관찰시간이 길수록 출혈양이 증가함을 알 수 있으나 통계학적으로 의의는 없었다( $P > 0.05$ ).

7) 출혈부위는 81명중 11명에서 특이한 출혈부위를 찾을 수 없었으며 흉벽이 36%, 심장이 34%, 대동맥이 12%, 심낭막이 6%, 흉선이 5%, 그외 6%가 있었다.

8) 응급재수술 후 합병증으로 창상감염 및 창상 Seroma가 25명(31.0%), 사망은 5명(6.2%)이었다.

이상의 결론을 종합하여보면 개심술 후 출혈을 줄이기 위하여 수술 중 체외순환시간을 줄이며, 흉벽봉합시 wire 부위의 출혈을 확실히 조절하고 수술 후 지속적인 출혈양이 약 45 ml/kg 혹은 약 8 ml/kg/시간 이상이면 수술 당일 빨리 응급재수술을 시행하고 특히 응급재수술 후 창상감염 예방에 노력하여야 할 것이다.

#### REFERENCES

1. Asanza, L., Rao, C., Voeti, C., Hartstein, M.L. and Wisoff,

- G.: *Should the pericardium be closed after an open heart operation?* *Ann Thorac Surg* 22:532, 1976.
2. Bentall, H.H., Smith, B., Omeri, M.A. and Melrose, D.B.: *Blood loss after cardiopulmonary bypass.* *Lancet* 2:277, 1964.
  3. Craddock, D.R., Logan, A. and Fadli, A.: *Reoperation for hemorrhage following cardiopulmonary bypass.* *Brit J Surg* 55:17, 1968.
  4. Culliford, A.T., Cunningham, J.N., Zeff, R.H., Isom, O.W., Teiko, P., and Spencer, F.C.: *Sternal and costochondral infections following open heart surgery.* *J. Thorac Cardiovasc Surg* 72:714, 1976.
  5. Cunningham, J.N., Spencer, F.C., Zeff, R., William, C.D., Cuckington, R. and Mullin, M.: *Influence of primary closure the pericardium after open heart surgery on the frequency of tamponade, postpericardiotomy syndrome, and pulmonary complications.* *J. Thorac Cardiovasc Surg* 70:119, 1975.
  6. Dobell, A.R.C. and Jain, A.K.: *Catastrophic hemorrhage during redo sternotomy.* *Ann Thorac Surg* 37:273, 1984.
  7. Fairman, R.M. and Edmunds, L.H.: *Emergency thoracotomy in the surgical intensive care unit after open cardiac operation.* *Ann Thorac Surg* 32:386, 1981.
  8. Gilbert, J.W., Bronson, W.R. and Bretcher, G.: *Incidence of bleeding in cardiac surgery with extracorporeal circulation.* *Ann N.Y. Acad Sci* 115:302, 1964.
  9. Gomes, M.M.R. and McGoon, D.C.: *Bleeding pattern after open heart surgery.* *J. Thorac Cardiovasc Surg* 60:87, 1970.
  10. Hoffman, W.S., Tomasello, D.N. and McVaugh, H.: *Control of postpericardiotomy bleeding with PEEP.* *Ann Thorac Surg* 34:71, 1982.
  11. Ilabaca, P.A., Ochsner, J.L. and Mills, N.L.: *Positive end expiratory pressure in the management of the patient with a postoperative bleeding heart.* *Ann Thorac Surg* 30:281, 1980.
  12. Kirklein, J.W.: *A letter to Helen.* *J. Thorac Cardiovasc Surg* 78:643, 1979.
  13. Leichtman, D.A. and Friedman, B.A.: *The hemorrhagic complications of open heart surgery.* *CRC Crit Rev Clin Lab Sci April*: 239, 1977.
  14. Mortenson, J.D.: *Final report of cardiopulmonary bypass systems: A study of safety and performance.* 88, 1981.
  15. Smith, B., Omeri, M.A., Melrose, D.G. and Bentall, H.H.: *Blood loss after cardiopulmonary bypass.* *Lancet* 2:273, 1964.
  16. Trimble, A.S., Herst, R., Grady, M. and Crookstone, J.H.: *Blood loss in open heart surgery.* *Arch Surg* 93:323, 1966.
  17. Wright, T.A., Darte, J. and Mustard, W.T.: *Postoperative bleeding after extracorporeal circulation.* *Canad J Surg* 2:142, 1959.
  18. Zurick, A.M., Urzna, J., Ghattas, M., Cosgrove, D.M., Estafanous, F.G. and Greenstreet, R.: *Failure of positive end expiratory pressure to decrease postoperative bleeding after cardiac surgery.* *Ann Thorac Surg* 34:608, 1982.