

開心術後 肺機能

— 手術直後 및 長期間의 推移에 對하여 —

李聖行* · 金圭太* · 韓承世* · 蔡鍾旭* · 李鍾臺*

— Abstract —

Pulmonary Function Following Open Heart Surgery — early and late postoperative changes —

Sung Haing Lee, M.D.,* Kyu Tae Kim, M.D.,* Sung Sae Han, M.D.,*
Jong Wook Chae, M.D.* and Jong Tae Lee, M.D.*

Twenty-two patients were selected for evaluation of pre-and postoperative pulmonary function. These patients were performed open cardiac surgery with the extracorporeal circulation from March 1979 to July 1980 at the Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Kyungbook National University Hospital.

Patients were classified with ventricular septal defect 5 cases, atrial septal defect 5 cases, tetralogy of Fallot 5 cases, mitral stenosis 4 cases, rupture of aneurysm of sinus Valsalva 1 case, left atrial myxoma 1 case, and aortic insufficiency 1 case.

The pulmonary function tests were performed and listed: (1) respiratory rate, tidal volume(TV), and minute volume(MV), (2) forced vital capacity (FVC) and forced expiratory volume(FEV 0.5 & FEV 1.0), (3) forced expiratory flow (FEF 200-1200 ml & FEF 25-75%). (4) maximal voluntary ventilation(MVV), (5) residual volume (RV) and functional residual capacity(FRC), measured by a helium dilution technique.

Respiratory rate increased during the early postoperative days and tidal volume decreased significantly. These values returned to the preoperative levels after postoperative 5-6 days. Minute volume decreased slightly, but essentially unchanged.

Preoperative mean values of the forced vital capacity, functional residual capacity and total lung capacity decreased (63.2%, 87.2% & 77.3% predicted, respectively), and early postoperatively these values decreased further (19.6%, 76.0% & 38.0% predicted), but later progressively increased to the preoperative levels. In residual volume, there was no decline in the preoperative mean values (100.9% predicted) and postoperatively the value rather increased (106.3-161.7% predicted).

Forced expiratory volume (FEV 0.5 & FEV 1.0) and forced expiratory flow (FEF 200-1200 ml & FEF 25-75%) also revealed significant declines in the early postoperative period.

There was no significant difference in values of the spirometric pulmonary function tests, such as FEF 1.0 and FEF 25-75% between successful weaning group (17 cases) extubated within 24 hrs postoperatively and unsuccessful weaning group (5 cases) extubated beyond 24 hrs.

Static compliance and airway resistance measured for the two cases during assisted ventilation, however, any information was not obtained.

Long term follow-up pulmonary function studies were carried out for 8 cases in 9 months postoperatively. All of the results returned to the pre-operative or to normal predicted levels except FVC, FEV 1.0, and FEF 25-75% those showed minimal declines compared to the pre-operative figures.

* 慶北醫大 胸部外科學教室

* Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Kyungbook National University, School of Medicine, Daegu, Korea

緒 論

體外循環下에서開心術을施行한患者의肺機能이一般手術로인한 경우보다 감소되어 있고術後管理에 더 많은努力과設備를要하고 있는실정임은주지의사실이다¹⁾。開心術의대상이되는심장병환자의術前呼吸機能의評價와手術直後 및수개월후의呼吸機能의變動을 파악하여임상에이용한다는것은매우, 바람직한 일이라 하겠다.

특히 심장질환으로 인하여 폐기능이 저하되어 있는 상태에서肺構造 및機能에 큰變化和負擔을 주는體外循環이 가해짐으로 해서開心術直後患者의 폐기능은 크게 저하하며 이러한 상태에 빠져있는 환자의手術後管理에 있어서肺機能의好轉과回復을 위한 세심한 노력과 관찰이 필요해지는 것이다. 이를 위해서 환자의動脈內에는cannula를 삽관하여血液gas를分析하고수술직후부터人工呼吸器(respirator)를 환자에 연결하여一定 시간補助呼吸을 시키고 있다. 최근IMV(intermittent mandatory ventilation)등 고도로 발달된補助呼吸設備들이 나오므로해서 보조호흡중단지표(weaning criteria)등의 필요성이半減되었다고는 하나²⁾肺機能의術前 및수술직후의 상태를 측정분석하고 회복과정을遠隔추적하는 것은意義있는 일이라 할 수 있다.

術後 보조호흡을適期에 중단할 수 있는 지표로서血液gas를分析하고肺機能의 일부를利用하여 보조호흡의 중단(weaning)의可否를 결정하고 있으며 이로써 대체적으로 만족할 만한 결과를 가져오고 있다. 그러나 한편으로는 각종肺機能檢査를實用化하고簡便化하여開心術後患者에臨牀的인 응용의 가능성을 탐구하고體外循環後의肺臟의形態學的 및生理學的變化和 비교연구하는 것은 또 하나의 중요한 일이 될 것이다.

저자들은 경북대학교 의과대학 흉부외과학교실에서 1979년 3월부터 1980년 7월까지體外循環下開心術을 시행하였던患者 22예를 선택하여術前 및術後肺機能檢査를 시행하고 그資料를 분석 검토하여 문헌고찰과 함께 보고한다. 本教室의金³⁾은 1979년開心術後의肺機能에 관한成績의一部를報告한 바 있다.

觀察對象 및 方法

경북대학교 의과대학 흉부외과학교실에서 1979년 3월부터 1980년 7월까지 체외순환을 이용하여開心術을

시행한 환자중 술전후의 폐기능검사등 비교적 자료가 충분한 22명을 선택하였다. 수술은 전예에서 흉골을 정중절개하였고 상행대동맥에 동맥cannula를 넣고 정맥cannula는 상하공정맥에 각각 삽입했다. Vent cannula는 심첨을 통해 좌심실內에 두었다. 인공심폐는 Sarn社製 model 2000의 roller pump와 Harvey, Polystan, Spiraflo 등의 상품명을 가진 기포형산화기를 사용했다. 마취는 thiopental sodium과 근육 이완제로 유도한 후 N₂O 및 morphine을 적당량 투여하여 전신마취를 유지했다. 동맥압은 좌측 요골동맥압을, 중심정맥압은 주로 쇄골하정맥천자법으로 측정할 수 있었다. 체온을 직장온을 이용했다. 충진액의 구성성분은本教室에서發表된 여러論文에서와 같다^{4,5)}。표1에서 첫5례는 Heparin 2mg/kg를 우심방에, 1mg/kg를 산화기에 넣고 체외순환을 시작하여 매 30분마다 0.75mg/kg를 추가했으며 Protamine은 총 heparin 사용량의 1.5배를 투여하는 방법을 사용했다. 나머지 17예에서는 Bull⁶⁾등의 Activated Clotting Time 측정법을 이용하여 Heparin과 Protamine을 투여하였다. 체외순환에 의한 심폐관류 방법은 중등도 저체온하에서 대동맥을 그 기시부에서 차단하고 Young액과 GIK액 등의 심정지액을 대동맥根部內로 주입하는 약물심정지법(Cold Cardioplegia)을 이용했고 이때 cold saline으로 심근을 국소냉각시키는 방법을併用了。Young액과 GIK액의 구성성분과 주입방법은本教室에서 이미 지상 발표한 바 있다⁷⁾。

性別로는 남자가 13例 여자는 9例였고, 연령분포는 평균 18세이며 최소 7세에서 최고 26세까지였다. 진단별로는 선천성 심장질환이 15예, 후천성 심장질환 7예로서 심실중격결손증, 심방중격결손증 및 활로씨 4중후군이 각각 5예씩 있었고, 승모판협착증은 4예였으며, Valsalva洞 동맥류, 좌심방 점액종 및 대동맥판막 폐쇄부전증이 각각 1예씩이었다(Table 1)。부분관류를 제외한 전신관류시간은 최단 47분에서 최장 145분으로 평균관류시간은 106분이었다. 술후 기관내삽관류지시간은 최단 4.0시간 최장 80.8시간이고 평균삽관류시간은 29.6시간이었다(Table 1)。술후 호흡관리는(Ventilator(인공호흡기) 또는 Ambu를 이용하여 보조호흡을 시켰으며 흡입산소의 농도는 동맥혈액가스분석 결과에 따라 적절하게 조절하였다. IPPB, CPPB 및 PE-EP을 환자의 상태에 따라 적당히 사용하였고 보조호흡을 중단하는 범주는 호흡수 35회/min 이하, F₁O₂ 0.4 이하 PaO₂ 90torr 이상이고 PaCO₂는 50torr 이하일 때, 그리고 혈압, 중심정맥압등 심혈관계능과 흉관배출액등이 안정권에 있고 환자가 호흡근탄을 부인하는 상태일 때로 정했다. 보조호흡을 중단후에는 산소텐트하에

Table 1. Clinical materials

Diagnosis	Sex	Age	Perfusion, min.		Postoperative extubation, hr.
			Partial	Total	
1. MS	M	24	17	80	22.5
2. VSD	M	21	20	84	18.0
3. ASD	M	15	15	57	7.0
4. ASD	M	20	28	50	4.0
5. Aneurysm of sinus Valsalva	F	24	15	65	14.8
6. Myxoma	F	24	15	75	15.3
7. ASD	F	10	15	60	10.3
8. TOF	M	14	35	145	21.6
9. VSD	F	7	20	60	12.8
10. TOF	M	15	50	135	70.3
11. TOF	F	12	19	120	63.0
12. ASD	M	17	33	47	15.8
13. VSD	F	10	18	55	12.5
14. TOF	F	14	20	129	53.3
15. AI	M	23	15	87	23.0
16. MS	M	21	40	105	21.5
17. ASD	M	21	42	75	19.8
18. VSD	M	12	40	50	21.9
19. MS	F	26	26	120	19.2
20. TOF	M	22	30	125	80.8
21. VSD	M	21	25	95	18.5
22. MS	F	26	35	70	44.8
Mean		18	26	86	26.9

두거나 catheter를 통하여 산소를 주고 아울러 加濕冷氣(cool mist)를 공급하였다. 폐기능의 측정에는 Collins社製의 기본입상폐활량計器와 잔기량計器가 복합 장치된 폐기능 측정기(collins modular lung analyzer)를 사용하였다. 측정방법은 Collins社의 manual에 따랐지만 중요한 것은 다음과 같다^{3,8)}. 1分間呼吸數와 一換量(T·V)은 폐활량계(Spirogram)의 속도를 32mm/min로 하여 기록된 곡선 5개의 평균치를 구하여 계산하였고 分時換氣量은 一換量에 分當 호흡수를 곱하여 구하였다. 강제폐활량과 강제호기량의 측정에는 폐활량계의 속도를 160mm/min로 하여 기록한 곡선에서 구함으로써 계산상의 오차를 최소화한 줄이도록 하였다. 최대자발적 환기량(MVV)은 폐활량계의 상하운 동시에 발생하는 저항의 영향을 감소시키기 위하여 14 l 용량의 drum을 사용하였고 성적은 15초치를 구하여 1分值로 환산하였다. FEV 200~1200 ml는 FVC곡

선에서 처음 200~1200 ml 사이의 호기속도를 FEV 25~75%는 25~75%사이의 호기속도를 각각 2점을 연결하는 線의 연장에서 구하였다. 측정은 최소 3개의 만족스러운 spiogram을 택하였으며 FVC FEV₁ 및 FEF 25~75%는 각 예에서 동일 FVC곡선을 측정하였다.

잔기량(RV)은 helium gas를 사용한 폐쇄회로법(closed circuit method)에 따랐으며 helium gas mixing time은 helium gas가 혼합하여 평형을 이루는 시간을 계산하였다. 모든 氣量은 BTPS로 환산하였고 폐기능 검사성적의 평가를 위해 필요한 추정정상치(Predicted Value)는 Boren, Kory 및 Synder⁹⁾에 의해 작성된 추정정상치계산도표(predicted nomogram)와 회귀방정식에서 구하였다. 2예에서 조사된 Compliance 및 resistance는 Pneumotron Series 80 Volume型 Ventilator를 환자에 사용 controlled ventilation을 하면서 흡기도중에 排氣통로를 순간적으로 차단하여 이때 計器에 나타나는 정지압력을 static pressure로 정하여 계산된 수치를 이용하였다. 폐기능 검사 시행의 시간간격은 수술전 1주일 이내에 술전치를 얻도록 하고 술후에는 제 1일, 2일, 3일, 5~6일 7~9일, 11~13일 및 17~24일의 순으로 각각 검사를 시행하였다. 2예에서 시행한 compliance와 resistance는 술후 ventilator를 사용한 기간에만 측정하였고 이후에는 측정하지 않았다.

結 果

分當 호흡수, 一回換氣量(TV, 一換量) 및 分時換氣量의 변화를 보면 分當 호흡수는 術前 25/min 이던 것이 술후 제 1~3일까지 30/min 정도로 증가해서 술후 제 5~6일 이후부터 술전值로 하강하고 있다. 一換量은 술전치 519±164 ml, 술후 제 1일 237±73 ml, 제 2일 312±94 ml 및 제 3일 354±149 ml로 현저히 감소되어서 술후 제 5~6일 456±211 ml로서 술전치와 가까워지고 있음을 알 수 있다. 分時換氣量은 술전치 11.6±3.9 l/min이고 술후 제 1일 7.0±1.9 l/min, 제 2일 8.5±1.6 l/min 및 제 17~24일 10.5±4.1 l/min 등 대체로 술전치보다 낮으나 현격한 차이를 보이지는 않고 있다(Table 2)(Fig. 1). 대체로 호흡수는 술후 초기에는 증가하고 一換量은 감소하여 분시환기량은 별다른 변화 없으나 약간 낮은 值를 보이고 있음을 알 수 있다. 強制肺活量(FVC)은 術前值가 추정정상치(predicted value)의 63.2%로 감소되어 있었고 술후 제 1일 19.6%로 현저한 감소를 보이다가 술후 제 17~24일에 49.4%로 서서히 증가하고 있으나 術前值에는 미달하였다.

Table 2. Changes of Respiratory rate (RR), Tidal volume (TV), and Minute ventilation(MV)

	Pre-op	Post-op. day						
		1	2	3	5~6	7~9	11~13	17~24
RR (per min)	25	20	28	30	25	21	28	22
TV (ml) Mean	519	237	312	354	456	403	413	492
SD	164	73	94	149	211	110	126	160
MV (L) Mean	11.6	7.0	8.5	10.1	9.5	8.3	10.7	10.5
SD	3.9	1.9	1.6	2.3	2.3	2.0	3.28	4.1

SD: Standard deviation. TV: Tidal volume. MV: Minute volume

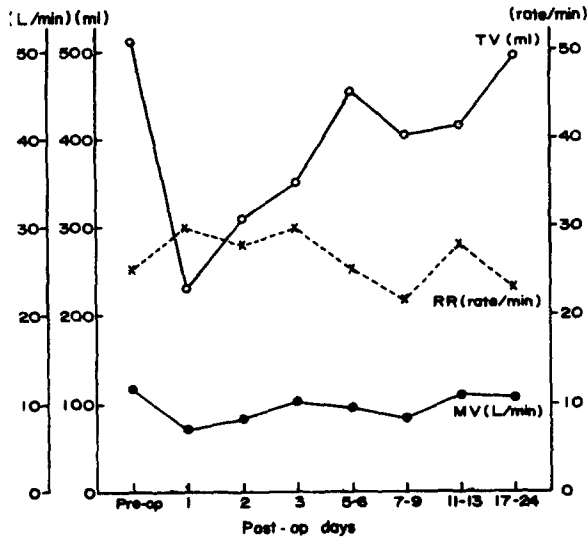


Fig. 1. Changes of respiratory rate(RR), Tidal volume(TV), and Minute ventilation(MV).

機能의 殘氣量(FRC)은 術前值 87.2%, 術後 제 1~2일에 76.0~77.0%로 감소하였다가 제 3일 이후부터 術前值로 회복하였다. 殘氣量은 術前值 100.9% 이던 것이 術後 106.3~161.7%로 제 17~24일 까지 검사에

서는 오히려 증가함을 보여주었다. 全肺氣量(TLC)은 術前 77.3%이었다가 術後 제 1일 38%로 현저히 감소하였고 차차 증가하여 제 17~24일에 67.7%에 달했으나 術前值에는 미달하였다. 殘氣量의 全肺氣量에 對한 比는 術前 25.9%로 약간 증가한 상태이던 것이 術後 제 1일 64.0%로 매우 증가하였다가 점차 감소하여 제 17~24일에는 33.8%까지 하강하였다. 總合적으로 殘氣量을 제외한 모두에서 術前치와 정상치에 비해 상당히 미달하였고 術後 초기에 더욱 감소하였다가 점차 증가하는 경향을 볼 수 있다. 그러나 術後 20여일까지의 회복된 정도는 術前치와 비슷하거나 약간 낮은 정도이어서 수술교정으로 인한 더 이상의 회복기대치는 나타나지 않고 있다 (Table 3)(Fig. 2). 強制呼氣量(FEV) 0.5秒値와 1.0秒値는 術前值가 추정정상치에 비해 각각 57.9% 및 63.7%로서 감소되어 있다. 術後 제 1일 15.1% 18.1%로 각각 현저히 감소되었다가 점차 증가하여 제 17~24일值 51.7% 및 53.6%을 나타내었다. 強制呼氣量 0.5초치나 1.0초치의 강제폐활량에 대한 비율은 術前值가 각각 63.8% 및 87.9%이었고 術後 제 1일 약간 감소하였다가 이후 術前치를 상회하여 제 17~24일值 73.8% 및 95.1%를 나타내었다 (Table 4) (Fig. 3). FEF 200~1200 ml는 術前值가 추정정상치의 53.6%이었는데 術後 초기에 11.0%, 19.0% 등

Table 3. Changes of Forced vital capacity(FVC), Functional residual capacity(FRC) Residual volume(RV), Total lung capacity(TLC) and RV/TLC.

	Pre-op	Post-op. day						
		1	2	3	5~6	7~9	11~13	17~24
FVC (% pred.)	63.2	19.6	19.9	23.2	37.1	38.4	35.1	49.4
FRC (% pred.)	87.2	76.0	77.0	89.0	81.8	77.3	90.7	86.4
R V (% pred.)	100.9	116.0	122.0	130.7	106.3	133.0	161.7	124.9
TLC (% pred.)	77.3	38.0	45.0	56.6	56.0	57.8	60.7	67.7
RV/TLC (%)	25.9	64.0	58.0	51.3	40.5	45.2	45.6	33.8

FVC: Forced vital capacity. RV: Residual volume. FRC: Functional residual capacity. TLC: Total lung capacity.

Table 4. Changes of Forced vital capacity(FVC), FEV 0.5, FEV 1.0, FEV 0.5/FVC and FEV 1.0 /FVC.

	Pre-op	Post-op, day						
		1	2	3	5~6	7~9	11~13	17~24
FVC(% pred.)	63.2	19.6	19.9	23.2	37.1	38.4	35.1	49.4
FEV 0.5 (% pred.)	57.9	15.1	18.7	25.4	36.0	45.2	40.9	51.7
FEV 1.0 (% pred.)	63.7	18.1	19.9	24.4	39.5	44.2	38.5	53.6
FEV 0.5/FVC (%)	63.8	53.7	61.0	88.6	68.9	81.0	79.5	73.8
FEV 1.0/FVC (%)	87.9	80.9	89.8	98.0	93.3	95.8	96.8	95.1

FVC : Forced vital capacity. FEV : Forced expiratory volume.

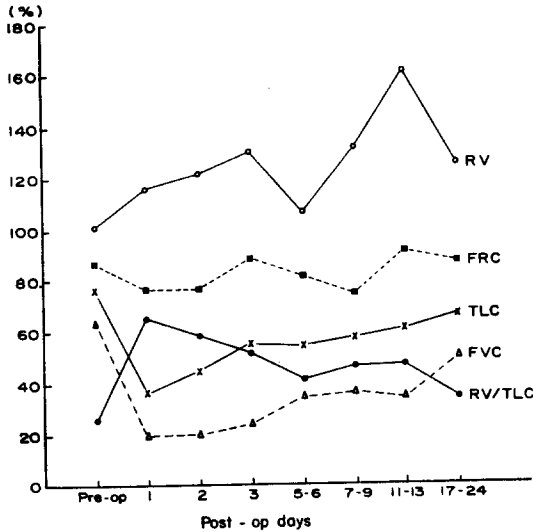


Fig. 2. Changes of Forced vital capacity(FVC), Functional residual capacity(FRC), Residual volume(RV), Total lung capacity (TLC) and RV/TLC.

으로 현저히 감소하였다가 제 7~9일 45%로 최고치를 보였으나 술전치에는 미달하였다.

FEF 25~75%는 술전치 66.7%로 역시 감소되어 있었고 술후 초기 22.0%, 20.1% 등으로 현저히 감소하였다가 점차 상승하여 제 17~24일경 술전치에 가까워졌다. 最大自發的換氣量은 술전치 60.8%이던것이 술후 5~6일경에 66.0%로 최고치를 나타내었으나 이후 대체로 술전치 수준이었다. 수술후 1~4일에는 측정하지 못했다. FEF 200~1200 ml와 FEF 25~75%值 역시 술전치는 정상에 미달이고 술후 초기 현저한 감소가 있으며 점차 상승하여 술전치 수준을 유지함은 다른 검사와 유사하였다(Table 5)(Fig. 4). 술후 24시간 이내에 보조호흡을 중단하고 기관지삽관을 제거할 수 있었던 경우를 성공적 보조호흡중단群(successful weaning group)이라 하고 24시간이후에 제거 가능하였던 경우를 불성공적 보조호흡중단群(unsuccesful weaning group)이라고 분류하였을때 前者가 17에 後者가

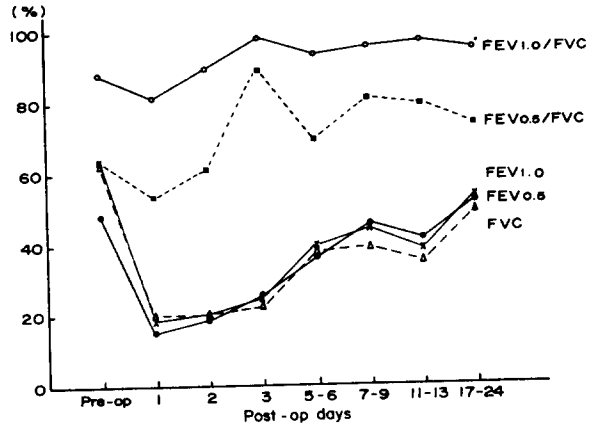


Fig. 3. Changes of Forced vital capacity(FVC), FEV 0.5, FEV 1.0, FEV 0.5/FVC and FEV 1.0/FVC.

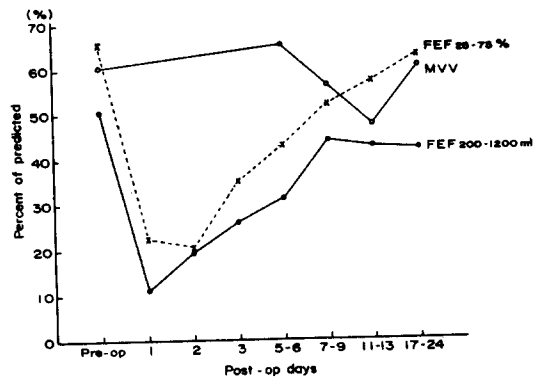


Fig. 4. Changes of FEF 200~1200 ml, FEF 25~75% and Maximal voluntary ventilation.

ning group)이라 하고 24시간이후에 제거 가능하였던 경우를 불성공적 보조호흡중단群(unsuccesful weaning group)이라고 분류하였을때 前者가 17에 後者가

Table 5. Changes of FEF 200~1200 ml, FEF 25~75% and Maximal voluntary ventilation.

	Pre-op	Post-op, day						
		1	2	3	5~6	7~9	11~13	17~24
FEF 200~1200 ml (% pred.)	53.6	11.0	19.0	26.0	32.3	45.0	43.0	41.9
FEF 25~75% (% pred.)	66.7	22.0	20.1	35.2	43.1	53.4	57.8	62.0
MVV (% pred.)	60.8	-	-	-	66.0	57.0	49.2	60.2

FEF : Forced expiratory flow. MVV : Maximal voluntary ventilation.

Table 6. Changes of FVC, FRC, RV/TLC, FEV 1.0, FEV 1.0/FVC, FEV 25~75% in successful weaning group.

	Pre-op	Post-op, day						
		1	2	3	5~6	7~9	17~24	
FVC(% pred.)	61.3	21.0	20.6	28.5	42.2	39.7	61.7	
FRC(% pred.)	85.8	76.0	76.0	78.0	90.3	74.0	100.3	
RV/TLC(%)	25.8	38.0	64.0	47.0	39.0	45.0	29.7	
FEV 1.0(% pred.)	60.6	18.0	20.0	35.5	43.8	48.0	65.0	
FEV 1.0/FVC(%)	87.8	72.5	87.6	95.0	89.4	99.3	93.0	
FEV 25~75% (% pred.)	57.5	18.0	19.9	41.0	44.4	60.3	60.3	

Table 7. Changes of FVC, FRC, RV/TLC, FEV 1.0, FEV 1.0/FVC, FEV 25~75% in unsuccessful weaning group.

	Pre-op	Post-op, day						
		1	2	3	5~6	7~9	17~24	
FVC(% pred.)	68.2	17.7	17.5	17.7	28.7	36.5	46.0	
FRC(% pred.)	89.4	-	-	94.5	65.0	83.5	84.6	
RV/TLC(%)	25.9	-	-	53.5	43.5	45.5	37.2	
FEV 1.0(% pred.)	67.8	18.3	19.5	20.0	32.3	38.5	38.2	
FEV 1.0/FVC(%)	88.1	80.0	98.0	100.0	99.7	90.5	95.4	
FEV 25~75% (% pred.)	71.7	27.3	27.0	31.3	41.0	43.0	59.8	

5 예이었다. 이들에 대한 강제폐활량, FRC, RV/TLC, FEV 1.0, FEV 1.0/FVC, FEF 25~75%치를 각각 비교 검토하였으나 양 群에서 차이를 인정할만한 유의한 변화를 볼 수 없었다(Table 6 & 7)(Fig. 5).

술후 장기간(6~9개월)에 걸쳐 폐기능검사를 시행하여 그 경과를 추적할 수 있었던 8예에 대하여 강제폐활량, FEV1.0 및 FEF 25~75% 성적을 graph로 도시했는데 그 결과는 3 종류의 검사에서 모두 술후 9개월까지 대체로 술전치에 근접은 하고 있으나 미달하였

음을 나타내었다(Fig. 6, 7 & 8). 8例의 질환별 분포는 TOF 4예, ASD, VSD, MS, AI, 각 1예씩이었으며 질환별로 검사치를 분석검토하지는 않았다. 술후 2명의 환자에서 ventilator를 사용하여 조절호흡을 하는 도중 前述한 방법으로 측정한 dynamic compliance, static compliance 및 기도저항치를 도시하여 보았으나 유의한 변화를 인정할 수 없었다(Fig. 9).

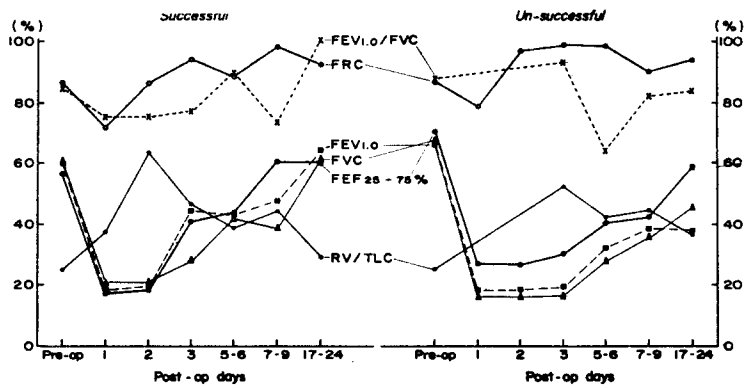


Fig. 5. Changes of Forced vital capacity(FVC), Functional residual capacity(FRC), RV/TLC, FEV 1.0, FEV 1.0/FVC, FEF 25~75% in successful and unsuccessful weaning groups.

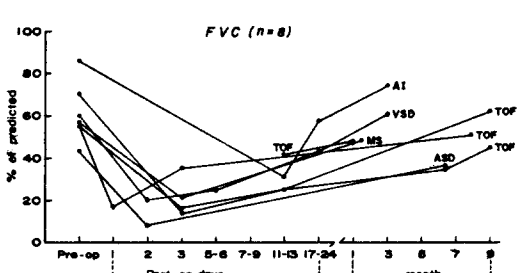


Fig. 6. Long term changes of FVC.

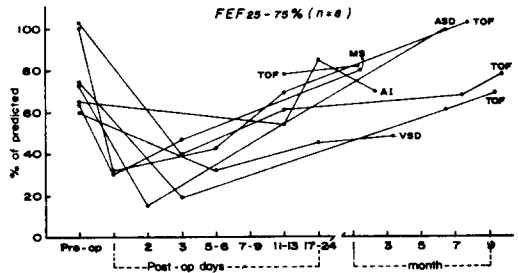


Fig. 8. Long term changes of FEF 25~75%.

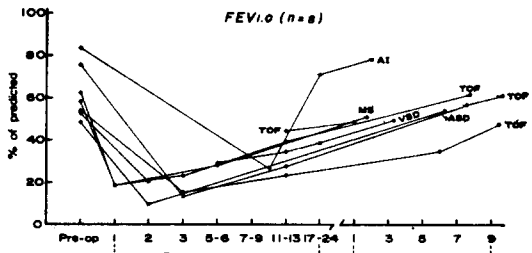


Fig. 7. Long term changes of FEV 1.0.

考 察

體外循環下에서開心手術時에는그生理的및機能的變化가身體의 여러臟器에 나타나지만肺機能의 장에는 매우 중요하고發生頻度가 높다¹⁾ 1958년 Dodrill¹⁰⁾은體外循環法에 따른呼吸性合併症이 15~25%를 차지했다고 하였으며 Anderson 및 Ghia¹¹⁾는心肺灌

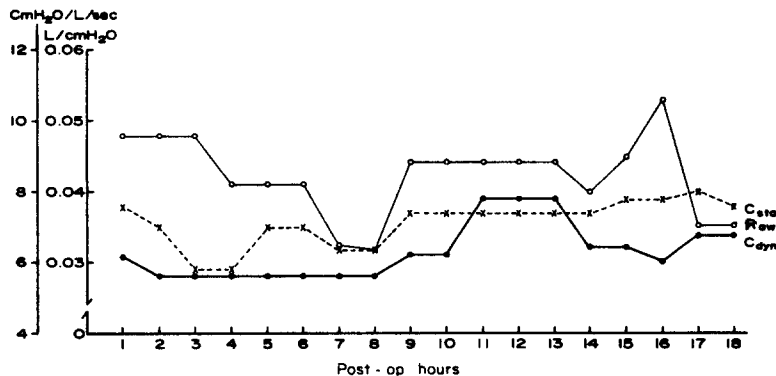


Fig. 9. Changes of dynamic compliance(C_{dyn}), static compliance(C_{sta}) and airway resistance (R_{aw}) in 2 survived cases.

流後 肺機能이 다른 수술후의 폐기능보다 量的으로 현저한 減少를 보이고 質的으로 심한 차이를 나타내며 患者의 術前 機能의 分類(functional classification)에 의한 상태가 術前 肺機能檢査에 反映된 것은 물론 術後 呼吸 상태에도 비례적인 連關을 가진다고 하였다. 그러나 著者들의 경우에는 24時間以內에 기관지 삽관의 제거가 不可能하였던 불성공적 보조호흡중단(unsuccesful weaning)群 5에서 4개가 Fallot氏 4중후군으로서 심기능 장애정도가 심하였지만 성공적 보조호흡중단(successful weaning)群 사이에 術後 肺機能檢査值의 有意한 차이를 認定할 수 없었기 때문에 術前 機能의 상태가 術後 肺機能과의 비례적 關係는 입증되지 않았다. McCredie¹²⁾는 術前 心臟의 異常정도와 術前 肺機能장애의 정도는 直線的 關係에 있다고 하였는데 저자들의 경우 疾患別로 肺機能을 對照하지는 않았지만 強制肺活量, 機能의 殘氣量, 全肺氣量, 強制呼氣量 및 FEF (forced expiratory flow) 등의 術前 平均値들이 각각의 추정정상치 보다 현저히 낮은 당연하다 하겠다. 또 Anderson 및 Ghia는 全體 氣流抵抗(air-flow-resistance)이 心肺灌流를 한 경우에 증가하고 그렇지 않은 경우 變化가 없었으며 전체 靜止肺容壓率(static compliance)은 모두 變化가 없었다고 한다. 그러나 Blair¹³⁾, Ellison¹⁴⁾ 등은 肺容壓率이 감소하며 이는 體外循環을 하지 않은 심장수술의 경우보다 더 심하다고 하였다. 이 變化는 血管外肺漏出液(extravascular lung water)의 증가 때문이며 O'Connor¹⁵⁾ 등도 같은 意見을 제시했다.

Howatt¹⁶⁾ 등에 의하면 肺活量, 一換量(TV) 및 最大自發的 換氣量(MBC)이 術後 제 1일에 감소하고 機能의 殘氣量(FRC)로 감소했으며 分時換氣量은 약간 감소했으며 術後 제 8일에 비로소 術前値에 비슷해졌고 殘氣量은 약간 증가하였다고 한다. 저자들의 경우도 이와 비슷하여 21세의 心室中隔缺損症 1세가 전형적인 檢査値를 나타내었는데 術後 제 1일에 현저한 減少를 보이고 제 6일 頃부터 術前値와 비슷한 數値를 보였다 (Fig. 10). Howatt¹⁶⁾ 등은 肺容量이나 換氣容量(Ventilatory Capacity)은 一般 開胸術의 경우와 비슷하며 또 수술창의 통증으로 인한 흉벽의 運動制限이 있을 時 발생할 수 있는 檢査値와 비슷하다고 結論을 내리고 있다. Martin¹⁷⁾도 각종 폐질환으로 인한 開胸術 患者의 肺氣量計의 研究結果와 비슷하다고 했다. 許⁸⁾는 胸腹壁에 넓은 반창고로서 拘束性 運動制限을 加하고 肺機能을 측정한 결과 強制肺活量, 機能의 殘氣量 및 全肺氣量이 有意하게 감소했고 殘氣量의 감소는 輕하였으며 FEF 25~75%, FEV 0.5 및 FEV 1.0值도 감소하였으나 FEF 200~1200ml는 변동하지 않았음을 보고하

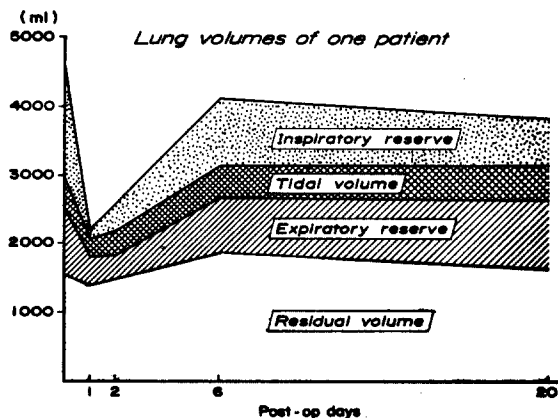


Fig. 10. The change in lung volumes of a typical patient (VSD, 21 yrs.).

면서 多發性肋骨骨折로 인한 통증완화를 위하여 사용하고 있는 chest strapping도 이와 유사한 肺機能장애를 유발할 것이라고 지적하고 있다. 저자들의 경우 術後 初期에 強制肺活量, 機能의 殘氣量, FEV 0.5, FEV 1.0 및 MVV가 감소하고 FEF와 全肺氣量 역시 감소하였으며 殘氣量은 증가하였으므로 閉鎖型과 拘束型이 혼합된 폐기능장애이나 閉鎖型이 우세하다고 할 수 있는데 反해 許⁸⁾의 研究에서는 拘束型폐기능장애가 주축이 됨을 보고하고 있어 단순히 術後 통증에 의한 단일 원인으로 보고있는 Howatt¹⁶⁾ 등의 意見에 同調하기가 어렵다 할 수 있다. 그러나 Howatt¹⁶⁾ 등은 術後 diffusion capacity의 현저한 감소는 주목할만 하다고 했다. 특히 右何短絡(left to right shunt)을 가진 환자는 術後 3~8個月까지도 diffusion capacity의 감소가 진행되었다. 이 變化의 기전으로서 肺血力學上的 變化와 肺모세혈관량(pulmonary capillary volume)의 감소 등이 제시되고 있다. 종래에는 diffusion capacity가 폐모세혈관床(pulmonary capillary bed)의 크기와 關係가 있고 肺血流와는 無關한 것으로 믿어져왔다¹⁸⁾.

Auchincloss¹⁹⁾의 報告는 右向短絡을 가진 환자들 術前 diffusion capacity가 추정정상치 보다 증가하나 瓣膜疾患의 경우는 정상이거나 감소된 상태였다. Schramel²⁰⁾도 diffusion capacity의 有意한 減少를 지적했다. Dietiker²¹⁾ 등은 全肺切除術을 받은 환자는 diffusion capacity가 감소하는데 肺容量의 감소와 明行 관계에 있음을 報告한 바 있다.

Christlieb²²⁾ 등은 호흡의 일량이 증가함을 알아냈고 McClenhan²³⁾ 등은 A-a Do₂의 증가가 心肺灌流를 한 경우와 그렇지 않은 경우에 差異가 있었다고 했다. 그러나 Laver²⁴⁾는 이 差異를 認定하지 못했는데 arterio-venous shunting의 조사에서 心肺灌流를 한 경우는

12%, 그렇지 않은 경우 14%의 大同小異한 結果만을 얻었다.

術後 肺機能장애에 영향을 미치는 또 다른 要素로서 術中の 狀態에 對해서 言及한 研究者들이 많은데 Lee²⁵⁾ 등은 酸化機(oxygenator) 내에서 血液과 酸素가 직접 접촉함으로써 단백질의 denaturation이 일어나서 肺機能장애를 유발할 것이라고 했다. Ratliff²⁶⁾ 및 Connell²⁷⁾ 등은 體外循環으로 인해 microaggregates가 發生하여 肺의 모세혈관을 폐쇄시킴을 알아냈다. 그러나 이들의 存在가 術後 폐기능장애와 어느 정도 連關이 있는지는 밝히지 않았다. Replogle²⁸⁾ 등은 폐실질세포가 血行장애, 灌流液의 化學的變化 및 低溫으로 인한 손상등으로 파괴되어 여러가지 血清 lysosomes가 증가했다고 하며 Parker²⁹⁾ 등은 血清補體(complement)가 감소하는 것이 폐실질세포의 기능과 有關하고 surfactant의 감소는 그 증거가 된다고 했다. Morgan³⁰⁾ 은 肺動脈 血流를 中斷시키거나 肺動脈을 閉鎖했을 때 많은 surfactant가 제거되고 이의 新陳代謝마저 감소했다한다. Bordiuk³¹⁾는 血中 2~3 DPG가 감소해서 酸素의 헤모글로빈에 대한 親和力이 증가하고 組織에 酸素供給의 장애를 招來했다고 한다.

體外循環下에서 開心術을 한 患者와 一般 胸部疾患으로 外科的 처치를 받은 者 사이에 肺臟에 形態學的 또는 生理學的 差異가 있을 것인가에 對한 肯定的인 연구결과를 Dodrill¹⁰⁾이 보고 했는데 生理的으론 動脈血의 不飽和現象이 일어나고 病理學的으로는 組織의 울혈, 혈관 周圍出血 및 폐포허탈 등이 심하게 일어난다고 했다. 肺의 微細構造의 變化는 間質組織의 부종과 모세혈관울혈이 있고 白血球가 群集하여 部分的으로는 모세혈관의 內皮損傷이 있는데 內皮細胞는 세포질 및 중요한 세포내용물의 부종을 나타내는 것이다³²⁾ Type I 및 Type II pneumocytes의 塊死로 볼 수 있다.

Asada³²⁾ 등은 術後 微細構造의 異常에는 體外循環時間과 術前의 肺動脈高血壓 有無와 關聯이 있다고 했다.

저자들의 경우 體外循環時間이 90分以上이었던 群 15예와 90分以下였던 群 7예에서 術後 폐기능상태가 好轉되어 기관지 삽관을 제거할 때까지의 平均時間을 비교해 보면 90分以上的 灌流時間을 가진 群은 평균 11.0시간 이었는데 반하여 90分以上을 要한 群은 평균 34.1시간으로 현저한 차이를 보였다(Table 8).

Neville³³⁾은 實驗灌流에서 肺에 血管炎을 유발시켰고 Tooley³⁴⁾는 surfactant의 감소로 인한 局所無氣肺가 hyaline membrane disease에서 보는 경우와 비슷함을 발견했다.

現今 대부분의 開心術患者들은 術後 첫 12~24時間內에 呼吸보조를 중단할 수 있으며 특히 IMV(inter-

Table 8. Effect of perfusion time to postoperative extubation.

Perfusion Time	No. of Case	Post-op. extubation(hr.)
Less than 90 min.	7	11.0
More than 90 min.	15	34.1
Total	22	

mittent mandatory ventilation)의 이상이용으로 인하여 보조호흡중단(weaning)에 대한 정확한 범주가 그 중요성을 덜하게 되었다고 할 수 있다²⁾ 그러나 필요없이 weaning 과정을 늦추는 것은 바람직하지 못하기 때문에 보조호흡중단지표(weaning criteria)에 대한 다방면의 탐구는 意義가 있는 일일 것이다. Hilberman³⁵⁾ 등은 肺活量, MIF(maximum inspiratory force) 및 最大自發的換氣量의 分時換氣量에 對한 比(MVV/MV)가 이에 有用했다고 한다. Peters²⁾ 등은 開心術患者가 術後 24時間以內에 보조호흡을 중단할 수 있었던 群과 그렇지 못했던 群과의 사이에 肺活量등 여러가지 檢査에서 현저한 차이를 보았으나 특히 MMEF75~85值와 MEP(maximum expiratory pressure)值를 종합분석함으로써 90%정도의 환자에 있어서 보조호흡중단(weaning)을 24時間以內에 할 수 있는지의 여부를 예견할 수 있었다고 하였다.

저자의 경우는 24時間以內에 기관지삽관을 제거할 수 있었던 群과 그렇지 못했던 群 사이에 有意한 變化를 볼 수 없었다. Wright²⁾는 靜止肺容壓率(static compliance)이 대부분의 成功的인 術後결과를 취하는 開心術患者에 있어서 術後 6~12時間에 정상수준으로 돌아옴을 경험하고 이를 이용하여 보조호흡을 연장할 것인지를 결정했다. 저자들은 本 研究에서 2예의 患者에서 肺容壓率을 보조호흡중에 조사해 보았으나 意味있는 결과를 관찰하지는 못했다.

要 約

경복대 흉부의과학교실에서 1979년 3월부터 1980년 7월까지 體外循環下 開心術을 施行하였던 患者중에서 비교적 術前後의 肺機能檢査 資料가 充分한 22예를 선택하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

分當 呼吸數는 術後初期에 증가하였고 一換量은 현저히 감소하였는데 術後 5~6일부터 각각 術前值에 근접하였다. 強制肺活量, 機能的殘氣量 및 全肺氣量은 術前值가 추정정상치보다 현저히 감소하였고 術後 初期에 더욱 감소하였다가 점차 증가하여 術前치에 근접하였다. 殘氣量은 術前值가 추정정상치와 同一하였고 術後 증가하였다.

強制呼氣量 0.5 秒値와 1.0 秒値는 각각 術前値가 감소되어 있었고 術後初期에 현저히 감소하였다가 점차 증가하였으며 FEF 200~1200 ml 및 FEF 25~75 % 도 이와 유사한 變化를 보였다.

24 시간 以內 기관지삽관의 제거가 가능했던 성공적 보조호흡중단(successful weaning)群과 그렇지 못했던 불성공적보조호흡중단(unsuccesful weaning)群에 대한 비교에서는 差異를 인정할 만한 유의한 變化를 볼 수 없었다.

2 에의 환자에서 보조호흡도중 검사한 肺容壓率 및 氣道抵抗의 變化에서 意味있는 결과를 얻지 못했다.

強制肺容量, 強制呼氣量 1.0 秒値 및 FEF 25~75 %를 8 에에서 術後 9 개월에 측정하였을 때 모두 그 값이 術前値에 접근할 뿐 正常値에는 미달함을 알 수 있었다.

REFERENCES

- Gibbon, J.H., Jr.: *The Lewis A. Conner Memorial Lecture: Maintenance of Cardiorespiratory Functions by Extracorporeal Circulation*, *Circulation* 19:646, 1959.
- Peters, R.M., Brimm, J.E. and Utley, J.R.: *Predicting the Need for Prolonged Ventilatory Support in Adult Cardiac Patients*, *J. Thorac. & Cardiovasc. Surg.* 77: 175, 1979.
- Bull, B.S., Korpman, R.A., Huse, W.M. and Briggs, B.D.: *Heparin Therapy during Extracorporeal Circulation. II. The Use of A Dose Response Curve to Individualized Heparin and Protamine Sulfate*. *J. Thorac. & Cardiovasc. Surg.* 69:685, 1975.
- Boren, H.G., Kory, R.C. and Syner, J.C.: *Prediction Nromogram for Normal Men. (BTPS)*, *Am. J. Med.* 41:96, 1966.
- Dodrill, F.D. : *The Effects of Total Body Perfusion upon the Lungs in Extracorporeal Circulation*, Edited by J.G. Allen, Springfield, Ill., 1958, Charles C. Thomas, Publisher, p. 327.
- Andersen, N.B. and Ghia, J.: *Pulmonary function, Cardiac Status and Postoperative Course in Relation to Cardiopulmonary Bypass*, *J. Thorac. & Cardiovasc. Surg.* 59:474, 1970.
- McCredie, M.: *Measurement of Pulmonary Edema in Valvular Heart Disease*, *Circulation* 36:381, 1967.
- Blair, E., Hedstrand, V., West Holme, C.J. and Bjork, V.O.: *Effect of Total Cardiopulmonary Bypass on Human Lung Elastic Properties*, *Circulation* 35 and 36 (Suppl. 1):206, 1967.
- Ellison, L.T., Duke, J.F., III and Ellison, R.G.: *Pulmonary Compliance Following Open Heart Surgery and Its Relationship to Ventilation and Gas Exchange*, *Circulation* 35 and 36 (Suppl. 1): 217, 1967.
- O'Connor, N.E., Sheh, J., Barlett, R.H. and Gazzaniga, A.B.: *Changes in Pulmonary Extravascular Water Volume Following Mitral Valve Replacement*, *J. Thorac. & Cardiovasc. Surg.* 61:342, 1971.
- Howatt, W.F., Talner, N.S., Sloan, H. and DeMuth, G.R.: *Pulmonary Function Changes Following Repair of Heart Lesions with the Aid of Extracorporeal Circulation*, *J. Thorac. & Cardiovasc. Surg.* 43:649, 1962.
- Martin, F.E. and Steed, W.W.: *Physiologic Studies Following Thoracic Surgery. III. Ventilatory Studies in the Immediate Postoperative Period*, *J. Thoracic Surg.* 25:417, 1953.
- Turino, G.M., Brandfonbrener, M. and Fishman, A.P.: *The Effect of Changes in Ventilation and Pulmonary Blood Flow on the Diffusing Capacity of the Lung*, *J. Clin. Invest.* 38:1186, 1959.
- Auchincloss, J.H., Jr., Gilbert, R. and Eich, R.H.: *The Pulmonary Diffusing Capacity in Congenital and Rheumatic Heart Disease*, *Circulation* 19:232, 1959.
- Schramel, R.J., Cameron, R., Ziskind, M.M., Adam, M. and Creech, O., Jr.: *Studies of Pulmonary Diffusion After Open Heart Surgery*, *J. Thoracic Surg.* 38:281, 1959.
- Dietiker, F., Lester, W. and Burrows, B.: *The Effects of Thoracic Surgery on the Pulmonary Diffusing Capacity*, *Am. Rev. Resp. Dis.* 81:830, 1960.
- Christlieb, I., Dammann, J.R., Jr., Thungs, N.S. and Muller, W.H.: *Postoperative Care in Cardiac Surgery. A Frequent Determinant of Success or Failure Dis.* *Chest* 44:47, 1963.
- McClenahan, J.B., Young, W.E. and Sykes, M.K.: *Respiratory Changes after Open Heart Surgery*, *Thorax* 20:545, 1965.
- Laver, M.B., Hallowell, P. and Goldblatt, A.: *Pulmonary Dysfunction Secondary to Heart Disease*, *Anesthesiology* 33:161, 1970.
- Lee, W.H., Jr., Krumhaar, D., Fonkalsrud, E., Schjeide, O.A. and Maloney, J.V., Jr.: *Denaturation of plasma proteins as A Cause of Morbidity and Death*

- ter *Intracardiac Operations, Surgery* 50:29, 1961.
- tliff, N.B., Young, W.G., Hackel, D.B., Mikat, E. and Wilson, J.W.: *Pulmonary Injury Secondary to Extracorporeal Circulation, J. Thorac. & Cardiovasc. Surg.* 65:425, 1973.
27. Connell, R.S. and Swank, R.L.: *Pulmonary Microembolism after Blood Transfusion; An Electron Microscopic Study, Ann. Surg.* 177:40, 1973.
28. Replogle, R.L., Gazzaniga, A.B. and Gross, R.E.: *Use of Corticosteroids during Cardiopulmonary Bypass Possible Lysozyme Stabilization, Circulation* 33 and 34 (Suppl. 1): 86, 1966.
29. Parker, D.J., Cantrell, J.W., Karp, R.B., Stroud, R.M. and Digerness, S.B.: *Changes in Serum Complement and Immunoglobulins Following Cardiopulmonary Bypass, Surgery* 71:824, 1972.
30. Morgan, T.E.: *Pulmonary Surfactant, New. Engl. J. Med.* 284:1185, 1971.
31. Bordiuk, J.M., McKenna, P.J., Giannelli, S., Jr. and Ayres, S.: *Alterations in 2, 3-DPG and O₂ Hemoglobin Affinity in Patients Undergoing Open Heart Surgery, Circulation* 43 and 44 (Suppl. 1):141, 1971.
32. Asada, S. and Yamaguchi, M.: *Fine Structural Changes in the Lung Following Cardiopulmonary Bypass, Chest* 59:478, 1971.
33. Neville, W.E.: *Extracorporeal Circulation. Current Problems in Surgery. Chicago, Yearbook Medical Publishers, Inc., 1967.*
34. Tooley, W.H., Finley, T.N. and Gardner, R.: *Some Effects on the Lungs of Blood from A Pump Oxygenator, Physiologist* 4:124, 1961.
35. Hilberman, M., Kamm, B., Lamy, M., Dietrich, H.P., Martz, K. and Osborn, J.J.: *An Analysis of Potential Physiological Predictors of Respiratory Adequacy Following Cardiac surgery, J. Thorac. & Cardiovasc. Surg.* 71:711, 1976.