

폐관류스캔을 이용한 폐암환자의 일측전폐절제술후의 폐기능 예측

허진* · 장봉현* · 이종태* · 김규태*

—Abstract—

Prediction of Postpneumonectomy Pulmonary Function by Lung Scan in Lung Cancer Patient

Hur Jin, M.D., Jang Bong Hyun, M.D., Lee Jong Tae, M.D., Kim Kyu Tae, M.D.*

If the postoperative pulmonary function can be predicted in the patients undergoing pneumonectomy for lung cancer preoperatively, it will be helpful for identifying them as high or low risk candidates.

Perfusion lung scan and spirometry were performed in 12 patients with lung cancer preoperatively and the predicted postoperative Vital Capacity, FVC, FEV1.0, FEF25-75% and MVV were estimated by multiplying the preoperative values by the percentage of perfusion of the nonsurgical lung. Three months postoperation the patients were re-investigated with spirometry and the obtained values were compared with the predicted values. The linear regression lines derived from the correlation between predicted values (X) and observed values (Y) were as follows:

VC: $R=0.532$, $Y=0.48X+1.28$, $P=0.075$

FVC: $R=0.566$, $Y=0.54X+1.15$, $P=0.055$

FEV1.0: $R=0.832$, $Y=0.68X+0.70$, $P=0.001$

FEF25-75%: $R=0.781$, $Y=0.68X+0.54$, $P=0.003$

MVV: $R=0.718$, $Y=0.67X+34.75$, $P=0.009$

The prediction of postoperative FEV1.0, FEF25-75% and MVV in lung cancer patients undergoing pneumonectomy appear to be valid for evaluating preoperative pulmonary function.

1. 서 론

폐절제술은 폐암을 비롯한 각종 폐질환의 중요한 외과적 치료방법이다. 이러한 폐질환을 가진 대부분의

환자들에서 술전에 어느정도의 폐기능감소를 동반하고 있고 폐절제술후에는 정상 폐실질의 손상 및 손실, 기도분비물의 증가 및 수술창상의 동통 등의 개흉효과(Thoracotomy effect)에 의한 흉곽용압율(Compliance)의 감소로 인하여 폐기능의 심한 감소를 초래할 수 있다^{1,2,3,4)}.

일반적으로 폐암환자에서 일측전폐절제술을 시행할 경우에는 보다 많은 정상 폐실질조직이 손실되므로 술 후 폐합병증이 초래될 가능성이 높다. 이에 일측전폐

*경북대학교병원 흉부외과학교실

*Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, School of Medicine, Kyungpook National University Hospital

1991년 2월 4일 접수

절제술이 예상되는 폐암환자에서 술후 잔존 폐기능을 술전에 예측하는 것이 수술 폐합병증의 발생을 예상하는데 중요하다.

경북대학교병원 흉부외과학교실에서는 일측전폐절제술후의 폐기능을 예측할 수 있는 여러가지 방법들 중에서 그 시행 방법이 비교적 간단하여 임상에 적용하기 용이한 것으로 알려진 폐관류스캔법을 이용하여 폐암환자에 있어서 일측전폐절제술후 잔존 폐기능의 예측치를 구한다음 술후 실제 폐기능 검사치를 측정하여 이들의 상관관계를 분석하였으며 그 성적을 보고하고자 한다.

II. 연구대상 및 방법

1. 대 상

1989년 4월부터 1990년 5월까지 경북대학교병원에 서 폐암으로 인하여 일측 전폐절제술을 받은 환자들중 술전 술후 폐기능 검사와 장기 외래추적을 받은 12명의 환자를 연구대상으로 하였다. 대상환자의 연령은 46세에서 71세이고 평균연령은 56세이었으며 남 10례, 여 2례이었다. 병리조직학적으로는 편평상피세포암이 7례, 선암이 3례이고 점막표피양암이 2례이었다. 수술은 우측전폐절제가 4례이고 좌측 전폐절제가 8례이었다(Table 1).

2. 방 법

전례에서 술전 1-2주내에 GOULD사의 1000IV Computerized Pulmonary Function Analyzer를 이용

하여 좌위에서 폐기능 검사를 시행하였고 상관관계를 조사할 Parameter로는 폐활량, 강제 폐활량, 1초내 강제 호기량, 25-75%간 강제 호기유량 및 최대환기량 5가지를 선택하였다.

Lung Perfusion Scan은 99m Technetium-Macroaggregated Albumin 5m Ci를 정맥 주사한후 실시하고 Siemens사의 Basicom Gamma Camera를 사용하여 폐관류영상을 얻는 방법으로 실시하였으며 컴퓨터를 이용하여 좌측및 우측폐가 차지하는 gamma ray의 정량적 비율을 계산하였다.

술후 폐기능 검사는 술후 3개월에 술전과 같은 방법으로 실시하였다. 술후 폐기능 예측치는 다음과 같은 식에 의해 산출되었다.

$$\text{술후 폐기능 예측치} = \text{술전 폐기능} \times \frac{\text{잔존폐의스캔량}}{\text{전폐스캔량}}$$

III. 성 적

폐활량을 보면 술후 예측치는 최소 1.67L에서 최고 3.0L까지로 평균 2.355L였고 술후 실측치는 1.68L에서 2.86L까지이고 평균은 2.413L이었다(Table 2).

폐활량의 예측치와 실측치간 상관관계를 조사하였을때 상관계수 R=0.532였고 상관관계는 유의성이 없었다(Fig. 1).

강제 폐활량은 예측치는 1.67L에서 2.89L까지였고 평균 2.338L였으며 실측치는 1.68에서 2.89L까지였고 평균은 2.405L였다(Table 3).

강제 폐활량의 예측치와 실측치간 상관관계에서는

Table 1. Patient Profile

Case No.	Age	Sex	Diagnosis	Side of Pneumectomy
1	52	F	Adeno	Right
2	71	M	SCC	Left
3	53	M	Adeno	Left
4	50	M	SCC	Right
5	65	M	SCC	Right
6	56	M	ME	Left
7	53	M	ME	Right
8	53	F	Adeno	Left
9	54	M	SCC	Left
10	57	M	SCC	Left
11	63	M	SCC	Left
12	46	M	SCC	Left

* Adeno ; Adenocarcinoma * ME ; Mucoepidermoid Carcinoma * SCC ; Squamous Cell Carcinoma.

Table 2. Comparison of VC Predicted to VC Observed.

Case No.	Predicted(L)	Observed(L)
1	1.82	1.68
2	1.99	2.44
3	2.48	2.50
4	2.17	2.94
5	2.61	2.29
6	1.67	1.98
7	2.54	2.86
8	2.15	1.93
9	2.62	2.55
10	2.25	2.66
11	3.01	2.51
12	2.95	2.61

* VC : Vital Capacity

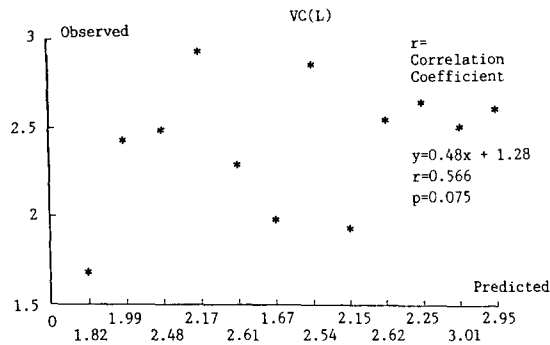


Fig. 1. Correlation between Observed Values for VC and Those Predicted after Pneumonec-tomy.

Table 3. Comparison of FVC Predicted to FVC Observed.

Case No.	Predicted(L)	Observed(L)
1	1.82	1.68
2	1.99	2.44
3	2.45	2.50
4	2.17	2.89
5	2.61	2.25
6	1.67	1.98
7	2.54	2.84
8	2.15	1.89
9	2.57	2.55
10	2.25	2.66
11	2.89	2.51
12	2.95	2.67

* FVC : Forced Vital Capacity

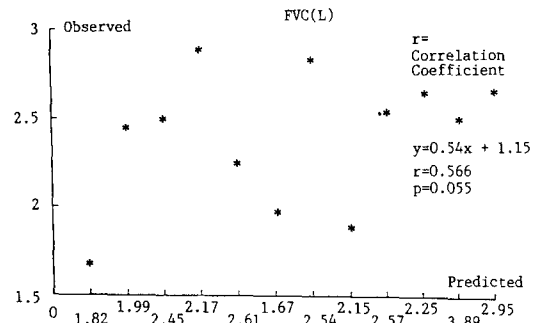


Fig. 2. Correlation between Observed Values for FVC and Those Predicted after Pneumon-ectomy.

Table 4. Comparison of FEV 1.0 Predicted to FEV 1.0 Observed.

Case No.	Predicted(L)	Observed(L)
1	1.49	1.52
2	1.14	1.64
3	1.73	1.89
4	1.33	1.82
5	1.46	1.58
6	1.37	1.58
7	1.86	2.28
8	1.67	1.66
9	2.00	1.93
10	1.50	1.69
11	1.89	1.86
12	2.49	2.51

* FEV 1.0 : Forced Expiratory Volume 1.0 second

상관계수 $R=0.566$ 이었고 상관관계는 유의성이 없었다(Fig. 2).

1초내 강제 호기량은 예측치가 1.1L에서 2.49L까지의 범위를 보였고 평균 1.660였으며 실측치는 1.52L에서 2.51L로 평균 1.83L를 보였다(Table 4).

1초내 강제호기량에서 예측치와 실측치간의 상관관계는 상관계수 $R=0.832$ 로서 유의한 상관관계를 보였다($P=0.001$)(Fig. 3).

25-75%간 강제 호기유량은 예측치가 0.41L/s에서 2.67L/s이고 평균 1.238L/s였다. 실측치는 0.75L/s에서 2.31L/s까지였으며 평균 1.416L/s로 나타났다(Table 5).

예측치와 실측치의 상관관계에서는 상관계수 $R=0.781$ 이었고 통계학적 유의성이 있었다($P=0.003$)

(Fig. 4).

최대환기량을 보면 예측치는 48L/m에서 99L/m 까지이고 평균은 69.9L/m이며 실측치에서는 61L/m에서 102L/m까지이고 평균은 81.8L/m이다(Table 6).

예측치와 실측치의 상관관계는 상관계수 $R=0.718$ 였고 통계학적 유의성이 있는 것으로 나타났다($P=0.009$)(Fig. 5).

폐활량과 강제폐활량은 평균오차가 0.31L였으며 실측치보다 높게 예측된것과 낮게 예측된것의 예수는 같았다. 1초내 강제호기량의 평균오차는 0.19L였고 25-75%간 강제 호기 유량의 0.37L/s평균오차는 였고 최대환기량의 평균오차는 14L/m였다. 이들은 실측치보다 낮게 예측되는 경향을 보였다(Table 7).

Table 5. Comparison of FEF 25-75% Predicted to FEF 25-75% Observed.

Case No.	Predicted(L)	Observed(L)
1	1.55	2.00
2	0.41	0.93
3	1.12	1.47
4	0.60	1.02
5	0.59	1.00
6	1.33	1.44
7	1.41	2.14
8	1.42	1.71
9	1.67	1.40
10	0.84	0.82
11	1.24	0.75
12	2.67	2.31

* FEF 25-75% : Forced Expiratory Flow 25-75%

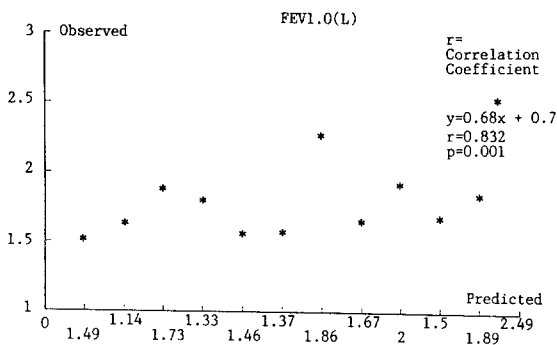


Fig. 3. Correlation between Observed Values for FEV 1.0 and Those Predicted after Pneumonectomy.

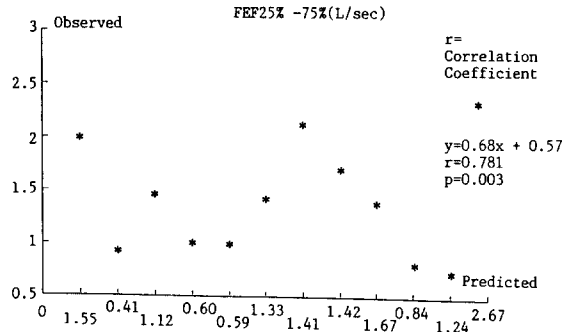


Fig. 4. Correlation between Observed Values for FEF 25-75% and Those Predicted after Pneumonectomy.

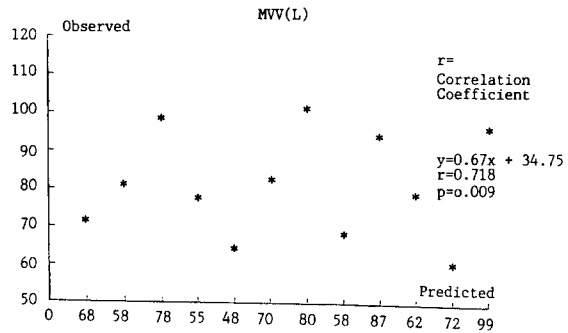


Fig. 5. Correlation between Observed Values for MVV and Those Predicted after Pneumonectomy.

Table 6. Comparison of MVV Predicted to MVV Observed.

Case No.	Predicted(L)	Observed(L)
1	68	72
2	58	81
3	78	99
4	55	78
5	48	65
6	70	83
7	80	102
8	58	69
9	87	95
10	62	80
11	72	61
12	99	97

* MVV : Maximal Voluntary Ventilation

Table 7. Pulmonary Function Prediction Error

Parameter	Mean Error	Range of Error	Number Predicted High	Number Predicted Low
VC	0.31L	-0.77 to+0.40L	6	6
FVC	0.31L	-0.72 to+0.38L	6	6
FEV 1.0	0.19L	-0.05 to+0.07L	3	9
FEF 25-70%	0.37L/s	-0.73 to+0.49L/s	4	8
MVV	14L/m	-23 to+11L/m	2	10

IV. 고 찰

일측전폐절제술을 비롯한 모든 종류의 폐절제술에는 폐조직의 제거에 따른 폐기능의 감소가 발생하기 마련이다³⁾. 그러나 폐절제술에서 같은 양의 폐조직이 절제되더라도 절제된 폐의 술전 폐기능에 따라 술후 폐기능의 변화에 영향을 줄 수 있다. 즉 환기와 혈액순환이 되지않는 폐가 절제될 경우 폐기능은 변화하지 않거나 절제된 폐가 건강한 폐 조직을 압박하고 있을 때는 오히려 폐기능이 증가할 것이고 환기와 혈액순환이 좋은 폐가 절제된 경우는 술후에 일환량의 증가로 Work of Breathing이 증가할 것이며 환기가 잘되나 혈액순환이 좋지 않은 폐가 절제될 때는 술후에 전체 환기량의 감소로 Work of Breathing이 감소될 것이다. 그리고 혈액순환은 좋으나 환기가 되지않는 폐가 절제될 경우는 술후에 동맥혈의 산소 포화도가 증가하며 심폐기능의 호전이 있을 것이다⁵⁾.

Woodruff⁶⁾ 등은 건강한 폐조직이 제거되는 양과 술후 폐기능의 감소가 비례하지만 기능이 좋지 못한 폐가 제거되었을 때에는 술후에 큰 변화가 없었다고 하였다.

일측폐전절제술에서는 부분절제술에 비해 짧은 흉강삼상기간⁷⁾, 통증의 경감 및 짧은 병상 기간등이 수술로 인하여 감소된 폐기능의 회복에 도움을 줄 수 있어도 부분절제보다는 정상 폐조직의 손실이 크므로 대부분에 있어서 술후 폐기능의 감소가 심한 경우가 많다.

Neuhaus와 Cherniack(1968)은 좌측전폐절제술후 3개월에 강제폐활량을 측정하였을때 술전 정상 기대치의 21%가 감소하였고 우측의 경우는 26% 감소하였으며 Pianetto등은 좌측이 26% 우측은 24%가 각각 감소하였다고 한다.

박재길 등은 우측 전폐전제술이 수술 직후에는 폐기

능의 저하가 보다 심하며 술후 1년째 환기 기능이 서로 비슷한 수준에 이른다고 보고하였다. Tammeling과 Laros(1958)는 일측전폐절제술후 시일경과에 따른 강제 폐활량의 점진적인 증가는 반대측 잔존폐의 보상적 확장에 의한 것이라 하였으며 Burrows와 Harrison(1960)은 대다수에서 술후 1년 내지 2년 이내에 서서히 잔존폐의 보상적 확장이 일어난다고 했다. 이로 보아 술후 잔존 폐의 보상적 확장과 폐기능의 회복이 충분히 일어난 12개월 이후에서는 좌.우 전폐절제술에 다른 술후 폐기능은 큰 차이가 없을것으로 보인다.

Boushy 등⁸⁾에 의하면 폐암 환자들에서는 연령 증가 및 장기간의 흡연등으로 인하여 70% 정도가 만성 폐쇄성 폐질환의 증세를 보이고 그중 20%는 폐기능의 이상이 심하다고 하였다.

또한 술후에는 항암요법에 의한 환자의 전신상태 악화⁹⁾, 방사선치료에 의한 흉벽과 늑막의 염증과 섬유화¹⁰⁾, 병세의 지속적인 진행등에 의해 폐기능이 미처 충분히 회복되기전에 다시 폐기능이 나빠지는 경우도 있고 사망할 수 있다고 하여서 폐암환자에서 일측전폐절제술이 예상될때는 수술전후의 환자관리및 수술 시행여부의 결정에 참고하기 위하여 보다 섬세한 술전 폐기능의 평가가 요구된다 하겠다.

술전에 폐활량계를 이용하여 측정한 폐기능 검사치(Parameter)들 중에서 FEV1.0은 폐실질의 손상에 따른 폐기능의 장애를 예측하는데 민감하고 믿을만한 지표로서 예후 평가에도 도움이 된다¹¹⁾고 하고 이는 연령 증가에 따른 감소를 보여 매년 52ml에서 60ml가 감소하며 호기폐쇄의 정도를 민감하게 반영한다고 한다^{12,13)}.

Shields는¹⁴⁾ FEV1.0이 2L 이상인 경우에는 더 이상의 검사를 시행하지않고 일측 전폐 절제술을 할 수 있으나 2L 미만인 경우에는 폐관류스캔법을 이용하여 수술후의 FEV1.0을 예측해 보는것이 바람직하다고 하였다. Kristersson등¹⁵⁾은 예측된 술후 FEV1.0치가

1.0L미만인 환자들에서, Bria 등¹⁶⁾은 0.8L이하이면 일측 전폐절제술의 시행이 곤란하다고 하였다.

최대환기량도 폐절제술의 가능여부를 결정하는데 중요한 측도인데 측정치가 기대치의 50%이하에서는 일측전폐절제술후의 치명적인 수술사망이 유발될 수 있다^{17,18,19)}. 또한 최대환기량은 술후 호흡곤란의 정도나 생존기간을 추정하는데 유용하다.

전폐절제술후의 폐기능을 수술전에 예측할 수 있는 방법은 몇가지 있는데 Neuhaus & Cherniack은 Bronchspirometry를 이용하여 일측 전폐절제술후의 폐활량과 최대환기량을 예측하였고 Kristérsson 등¹⁵⁾은 Xenon Radiospirometry를 이용하여 일측 폐기능을 측정하였으며 Olsen 등²⁰⁾은 Lung perfusion scan을 이용하여 일측 전폐절제술후의 폐기능을 예측하였다.

Bria 등¹⁶⁾은 Ventilation Scan과 Perfusion Scan을 동시에 실시하여 두 방법으로 인한 결과에 큰 차이가 없음을 보여주었고 Roger 등²¹⁾은 Bronchspirometry와 Perfusion Lung Scan을 동시에 시행하여 각 방법에 의한 검사치들이 대체로 일치 한다고 보고하였다.

이로보아 시행방법이 간편하고 임상적으로 적응이 쉬우며 각 병원에서 널리 사용하는 Perfusion Lung Scan이 술후 폐기능을 예측하는데 편리할 것으로 보인다.

폐관류스캔을 이용하여 술전에 예측된 술후 폐기능과 술후에 실측한 폐기능의 상관관계를 검토하였을때 Olsen 등²⁰⁾은 강제폐활량, 1초내 강제호기량, 기능성 잔기용량 및 총폐용량등이, 김용진 등은 FEV1.0이 유의한 상관관계를 보였다고 하였다. 한편 본 연구에서도 FEV1.0, FEF25-75% 및 MVV가 유의한 상관관계를 나타내어서 이들 검사치들이 술후 폐기능을 예측하는데 가치가 클것으로 판단되었다.

폐절제술후 폐기능을 측정할때 Boushy 등²²⁾은 술후 2-3개월이 경과후에야 비교적 정확한 폐기능을 평가할 수 있다고 하였다. Gorlin 등²³⁾은 폐실질의 손실 없이 개흉술만을 시행한 환자들에서도 수술직후의 폐용량의 감소와 환기장애는 술후 5-6주경에 술전으로 회복된다고 하여서 본 연구에서는 술후 폐기능검사를 술후 3개월에 시행하였다.

V. 요 약

* 폐암으로 인하여 일측 전폐절제술을 받은 12례를

대상으로 Spirometry에서 측정된 몇가지 검사치들의 일측폐전절제술후 예측치를 폐관류스캔을 이용하여 산출한후 술후 실측치와의 상관관계를 검토하여 아래와 같은 성적을 얻었다.

VC ; R=0.532, Y=0.48X+1.28, P=0.075

FVC ; R=0.566, Y=0.54X+1.15, P=0.055

FEV1.0 ; R=0.832, Y=0.68X+0.70, P=0.001

FEF25-75% ; R=0.781, Y=0.68X+0.54, P=0.

003

MVV ; R=0.718, Y=67X+34.75, P=0.009

* 일측폐전절제술이 예정된 폐암환자들에서 폐관류스캔을 이용하여 FEV1.0, FEF25-75% 및 MVV의 술후치를 술전에 예측해 보는 것은 수술시행여부를 결정하거나 술후 폐합병증의 위험을 발견하는데 도움이 될 것으로 판단되었다.

REFERENCES

1. Gordon L : *A critical evaluation of bronchspirometric measurement in predicting loss of ventilatory function due to thoracic surgery* J Lab & Clin Med. 64 : 321, 1964.
2. Herbert Neuhaus, et al : *A bronchspirometric method of estimating the effect of pneumonectomy on the maximum breathing capacity. Thoracic and cardiovascular surgery.* 55 : 144, 1968.
3. N Berned : *Effects of lobectomy on lung function.* Thorax. 35 : 145, 1980.
4. R. Drew Miller, et al : *Pulm. Function before and after pulm. resection in Tuberculous patients.* J. Thorac. Surg. 35 : 651, 1958.
5. Comore, J. H. Jr., Forster, R. E. II., Dubois, A. B., Briscoe, W. A., and Carlsen, E. : *The lung, 2nd. ed., Chicago, Year Book Medical Publishers, 1974, pp. 270-272.*
6. Woodruff, W., Merkel, C. G., and Wright, G. W. : *Decisions in thoracic surgery as influenced by the knowledge of pulmonary physiology, J. Thorac. Surg., 26 : 156-183, 1953.*
7. Thomas W. Shields : *General thoracic surgery. 3rd edition Vol. 1 Sec 8 Pulmonary resection.*
8. Boushy SF, Helgason AH, Billig DM, et al : *Clinical, physiologic, morphologic examination of*

- the lung in patients with bronchogenic carcinoma and the relation of the findings to postoperative deaths. Am Rev Resp Dis 101:685-695, 1970.*
9. Thomas W. Shields : *General thoracic surgery. 3rd edition Vol. 1 Sec 18 Chemo therapy.*
 10. Thomas W. Shields : *General thoracic surgery. 3rd edition Vol. 1 Sec 17 Radio therapy.*
 11. 김용진 : 폐절제술후 폐기능 변화에 관한 연구. Vol. 18, No. 3, September, 1985.
 12. Benjamin Burrows, et al : *Prediction of survival in patients with chronic airway obstruction. Am. Rev. Resp. D. 99 : 865, 1969.*
 13. Garl F. Diener et al : *Funtion observation on the course and prognosis of chronic obst. lung. Disease. Am. Rev. Resp. D. 111 : 719, 1975.*
 14. Thomas W. Shields : *General thoracic surgery. 3rd edition Vol. 1 Sec 5 Preoperative pulmonary evaluation.*
 15. Kristersson S, Lindell S-E, Svanberg L : *Prediction of pulmonary funtion loss due to pneumonectomy using 133xenon radiospirometry. Chest 62 : 694-697, 1972.*
 16. William F. Bria : *Prediction of postop. pulmonary funtion following thoracic operations, J Thorac Cardiovasc Surg 86 : 186-192, 1983.*
 17. Charles Mittman : *Assessment of operative rick in thoracic surgery. Am. Rev. Resp. D. 84 : 197, 1961.*
 18. Edward A. Gaensler, et al : *The Role of pulmonary insufficiency in mortality and invalidism following surgery for pulmonary tuberculosis. J Thoracic Surgery. 29 : 293, 1979.*
 19. Gerald N. Olsen, et al : *Pulmonary funtion evaluation of the lung resection candidate : A prospective study. Am. Rev. Resp. Dis. 111 : 379, 1975.*
 20. Gerald N. Olsen et al : *Prediction of Postpneumonectomy Pulmonary Funtion Using Quantitative Macroaggregate Lung Scanning. Chest, 66 : 1, 13-16, 1974.*
 21. Rogers, R. M. et al : *Measurement of the Vital capacity and perfusion of each lung by Fluoroscopy and MAA lung scanning, Ann Int Med, 67 : 947, 1967.*
 22. Samuel F. Boushy : *Clinical Course related to preoperative and postoperative pulmonary funtion in patients with Bronchogenic carcinoma. Chest. 59 : 383, 1971.*
 23. Gorlin, R., Knowlies. J. H., and Storey, C. F. : *Effects of thoracotomy on pulmonary funtion, J. Thorac. Surg., 34 : 242-249, 1957.*