

폐절제술시 정량 폐관류스캔을 이용한 폐기능 변화예전에 대한 평가*

김 용 진**

— Abstract —

Evaluation of Prospective Pulmonary Function Change for Pulmonary Resection Using Quantitative Perfusion Lung Scan*

Yong Jin Kim, M.D.**

Spirometry and regional function studies using 99m-Tcchnetium were performed preoperatively to predict postoperative pulmonary function change in 34 patients who had various pulmonary resectional procedures at the Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Seoul National University Hospital. Between two months and fourteen months postoperation all the patients were reinvestigated with spirometry and clinical examination to evaluate their functional respiratory status.

The postoperative obtained values, especially forced vital capacity (FVC) and forced expiratory volume in one second (FEV1) among the other parameters were compared with the postoperative predicted values.

Estimated values of FVC and FEV1 derived from preoperative spirometry and quantitative perfusion lung scan correlated well with the measured postoperative values.

The linear regression line derived from correlation between postoperative estimated(X) and postoperative measured(Y) values of FVC and FEV1 in all patients are as follows;

1. $Y=0.76x + 0.39$ in correlation of FVC ($r=0.91$)
2. $Y=0.88x + 0.17$ in correlation of FEV1 ($r=0.96$)

This method of estimation was one of the best methods of predicting postoperative pulmonary function change and valuable in determining the extent of safe resection and postoperative prognosis to a poor risk patient with chronic obstructive lung disease.

I. 서 론

각종 폐절제술은 흉부질환의 외과적 요법중 유용한 치

* 본 논문은 1985년도 서울대학교병원 특진 연구비 보조로 이루어진 것임.

** 서울대학교 의과대학 흉부외과학교실

** Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery,
Seoul National University

1986년 5월 20일 접수

료방법이 되고 있음은 주지의 사실이며, 특히 폐암환자의 치료에는 가장 근본적이고 선택적인 방법이 되고 있다. 그러나 술전 심한 흡연경력이나, 만성적 폐쇄성 호흡기질환이 동반된 환자에서는 호흡능력 보유의 결핍으로 술후 조기 및 만기 사망과 치명적인 호흡 합병증도 유발할 수 있다. 술전 여러가지의 방법으로 폐기능을 평가함으로써, 폐절제술 후 폐실질 감소후 오는 호흡기계 합병으로 술후 이환률이나 사망을 초래할 수 있는 개개인의 환자에 대하여 실제적인 폐실질 감소에 따른 위험도를 비교적 정확히 예견하여 술전 폐절제 범위

와 수술적응을 모색하는데 도움이 되고 있다.

폐 절제술후의 정확한 폐 기능상태를 예견하여 수술 적응을 측정하는 것은 임상적으로 매우 유용하지만, 술 전 및 술후 환자상태를 변화시키는 많은 요소가 복합되어 있으므로 폐기능 평가의 지침으로서 간단하면서도 비 침투적인 단일된 검사방법은 채택되지 못한 실정이다.

이러한 술후 폐기능 변화에 대하여 비교적 정확한 측정과 기능평가를 위한 방법들로서 기관지 폐활량측정법 (bronchspirometry), 측위 폐활량 측정법 (lateral position test), 폐관류 혹은 폐환기 스캔법(perfusion or ventilation lung scan), 운동부하검사(exercise tolerance test), 환기가스분석법(ventilatory gas analysis), 폐동맥압 측정법 등이 이용되고 있으며²⁻⁴⁾, 더불어 이와 같은 방법들의 정확성 및 유용성에 대한 많은 분석들이 시행되고 있다.

저자는 수술요법이 필요하였던 각종 흉부질환환자 34 예를 대상으로, 여러 술후 폐기능 변화예견의 평가방법 중의 하나인 방사성 동위원소를 이용한 폐관류 스캔을 시행하고, 더불어 술전 및 술후 폐기능검사를 시행하여 폐기능 변화를 분석하였고, 폐관류 스캔을 이용한 술후 폐기능 변화 예견에 대한 유용성에 대하여 평가를 시행하였으며, 더불어 통계학적 의의와 함께 문헌고찰을 시행하였다.

II. 연구대상 및 방법

1984년에서 1985년 사이에 서울대학교병원 흉부외과에 입원하여 폐엽 절제술이나 일측 전폐 절제술을 받은 34예 환자에서 술전 및 술후 폐기능검사와 술전 방사성 동위원소를 이용하여 폐관류 스캔을 시행하고, 외래 추적중에도 이학적 검사, 폐기능에 대한 평가가 완전히 시행된 환자 34예를 대상으로 하였다.

연구대상환자의 연령분포는 17세에서 64세이었고, 평균연령은 45.2세이었다. 남녀의 성별비는 남 17예, 여 17예이었다. 연구대상환자들의 술전 임상 진단은 폐암이 12예로 가장 많고, 폐실질의 파괴를 동반한 폐결핵이 10예, 기관지확장증이나 만성 기관지염으로 수술요법이 필요했던 환자가 8예, 폐농양이 2예, 양성 폐종양이 2예이었다.

술전, 술후에 환자 전폐에서 Hewlett - Packard (47804S) Pulmonary Calculating System 을 이용하여 폐기능검사를 시행하였다. 술전 폐기능검사와 방사성 동위원소를 이용한 폐관류 스캔은 술전 1주일 전

후에 동시 시행하였고, 술후 폐기능 검사는 술후 퇴원 전인 약 1주일에서 10일 사이에 시행하고, 그후 외래추적중에는 흉곽 절개효과가 없어지는 약 2개월에서 14개월 사이로, 재검사가 시행된 환자의 평균 재검사 기간은 5.2개월이었다. 방사성 동위원소를 이용한 폐관류 스캔은 Macroaggregated Albumin 을 부착한 ^{99m}Tc Technetium 동위원소를 정맥내 약 5 micro curi 를 주사하여 전후면, 좌측면, 우측면, 좌전사면, 후전사면등의 방향에서 Dyna gamma camera로 폐에 관류된 동위원소를 촬영, 계산하였고, 관류된 동위원소의 정량적 분석은 각각 편측의 폐에 관류된 동위원소량을 전체로 나누어 좌측과 우측의 비를 구하고, 각각의 편측에 대한 정량분석도 일측 폐부위를 면적으로 3등분하여 상, 중, 하부로 나누어 관류되는 동위원소의 양을 계산하였다.

술후 예견 폐기능 보유의 산출계산은 일측 전폐 절제술을 시행한 경우에는 좌·우 비에 의하여 쉽게 계산하였고, 폐엽 절제술을 시행한 경우에는 각측 폐의 구역 기관지수를 고려하고, 폐관류 스캔에서 얻어진 상·중·하부위의 관류비와 더불어 산정하여 술후 잔류되는 예견 폐기능치로 평가하였다.

이와 같이 각종 흉부질환에 대한 외과적 치료로서 일

Table 1. Clinical Summary

Age (year)	
Mean: 45.2 (S.D; 13.6)	
Range: 17-64	
Sex:	
Male: 17	
Female: 17	
Diagnosis	
Lung Cancer: 12	
Tuberculosis: 10	
Bronchiectasis: 8	
Lung Abscess: 2	
Benign tumor: 2	
Procedure	
Pneumonectomy	Lt; 10 Rt; 2 (12)
Lobectomy	Lt Upper : 5 Lower : 4 Rt Upper : 4 Upper & middle : 1 Middle & lower : 8 (22)

측 전폐 절제술은 좌측 10예, 우측 2예로 12예에서 시행하였고, 폐엽 절제술은 좌상엽 5예, 좌하엽 4예, 우상엽 4예, 우상엽 및 우중엽 1예, 우중엽 및 우하엽 절제술이 8예로 22예이었다(표 1).

폐 절제술후 폐기능 변화에 관한 연구분석에서도 폐활량측정법에 의하여 얻어진 각종 호기량과 호기유량측정 척도들은 서로 상관관계를 보이고 있으며, 강제 폐활량(Forced Vital Capacity)과 일초내 강제 호기량(Forced expiratory volume in one second)이 다른 측정척도에 비하여 폐실질 감소와 관련하여 좋은 상관관계를 보였음은 주지의 사실이고, 술후 호흡장애 정도와 관련된 상관관계에서도 가장 민감한 반응을 보였음으로²¹⁾, 본 연구분석에서는 강제 폐활량과 일초내 강제 호기량을 대표적 중심측정척도로 하여, 술후 강제 폐활량과 일초내 강제 호기량의 예견치의 계산은 아래와 같이 산출하였다.

즉, 예견 강제 폐활량(혹, 일초내 강제 호기량) = 술전 강제 폐활량(혹, 일초내 강제 호기량) × 정량 폐관류 스캔에 의한 절제술후 잔류 폐실질의 비율과 같은 공식

으로 하였는데, 전술한 바와 같이 폐엽 절제술이 시행된 환자에서는 편측 폐의 관류비를 상·중·하로 나누고, 그외에도 구역 기관지수의 비도 고려하여 예견치를 산출하였다. 이와 같이 예견 강제 폐활량이나 일초내 강제 호기량치는 술전 폐기능검사치와 폐관류 스캔을 이용하여 잔류 폐실질의 비를 구하여 얻고, 술후 강제 폐활량이나 일초내 강제 호기량치는 술후 2개월에서 14개월 사이에 외래 추적중 시행된 폐기능 검사를 통하여 측정하고, 예견치와 실제치의 상관관계를 컴퓨터를 이용한 통계학적 처리로 상관계수 등을 구하였다.

III. 결 과

전술한 방법에 의하여 연구대상 34예에 대하여 얻어진 각종 임상자료와 폐기능치중 술전 강제 폐활량치와 일초내 강제 호기량, 폐관류 스캔에 의해 계산된 예견치들과 술후 실제로 측정된 강제 폐활량치와 일초내 강제 호기량치들의 결과는 각기 표 2와 표 3과 같았다(표 2, 표 3).

Table 2. Pneumonectomy Group

CASE	AGE/SEX	SITE	FVC(L)			FEV 1(L/SEC)		
			Preop.	Predicted Postop.	Actual Postop.	Preop.	Predicted Postop.	Actual Postop.
1	27/F	Lt	1.77	1.68	1.55	1.28	1.21	1.19
2	27/F	Lt	2.28	2.10	2.00	1.78	1.69	1.64
3	31/F	Lt	1.85	1.75	1.72	1.54	1.46	1.49
4	32/M	Lt	2.74	2.60	2.38	1.39	1.31	1.44
5	34/F	Lt	1.84	1.74	1.74	1.42	1.28	1.24
6	40/M	Lt	1.68	1.60	1.60	1.49	1.41	1.38
7	46/M	Lt	3.38	1.97	2.23	2.52	1.42	1.62
8	61/M	Lt	4.01	2.18	2.06	2.07	1.13	1.17
9	61/M	Lt	4.38	2.63	2.43	2.97	1.78	1.76
10	64/M	Lt	3.19	1.79	1.60	2.39	1.35	1.54
11	25/F	Rt	1.92	1.82	1.60	1.63	1.54	1.49
12	64/M	Rt	2.71	1.57	1.56	1.89	1.09	1.16
		Mean	2.64	1.96	1.87	1.86	1.38	1.42
		S.D	0.92	0.36	0.33	0.52	0.21	0.20

* Lt: left
Rt: right
S.D: standard deviation
FVC: Forced Vital Capacity.
FEV 1: Forced Expiratory Volume in one second.

일측 전폐 절제술이 시행된 12예에서 술후 예견 강제 폐활량과 일초내 강제 호기량치의 평균은 각각 1.96 l, 1.38 l/sec 이었고 술후 실제 측정치는 1.87 l, 1.42 l/sec이었다.

강제 폐활량의 예견치와 술후 실제치와의 평균 차이는 0.09 l 이었고, 이 측정치들에 대한 상관관계를 시사하는 회귀직선은 $Y = 0.83X + 0.22$ ($r = 0.89$)로서 상관계수 r 은 유의성 있는 상관관계를 보였다(그림 1).

일초내 강제 호기량의 예견치와 실제치와의 평균차이는 0.04 l/sec 이었으며 이 변화에 대한 상관 회귀직선은 $Y = 0.86X + 0.22$ ($r = 0.90$)로서 상관계수 r 은

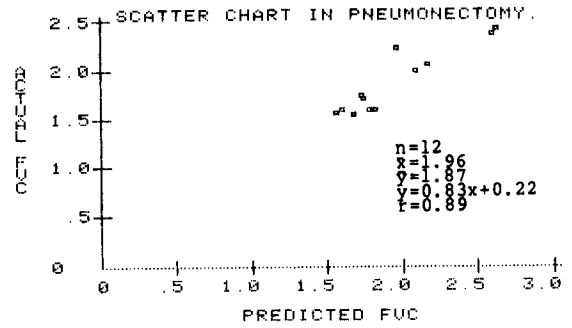


Fig. 1. Predicted postoperative FVC(Liter) was estimated with perfusion lung scan using Tc^{99m}. Actual FVC(Liter) was measured 2 to 14 months postoperation.

Table 3. Lobectomy Group

CASE	AGE/SEX	SITE	FVC(L)			FEV 1(L/SEC)		
			Preop.	Predicted Postop.	Actual Postop.	Preop.	Predicted Postop.	Actual Postop.
1	35/F	Lt.U	2.18	1.85	2.02	1.15	0.97	1.07
2	42/F	Lt.U	2.52	2.17	2.08	2.13	1.80	1.71
3	53/F	Lt.U	2.76	2.20	2.33	1.96	1.56	1.54
4	54/M	Lt.U	3.16	2.36	2.65	2.49	1.85	1.71
5	57/F	Lt.U	2.29	1.75	1.58	1.84	1.39	1.25
6	30/M	Lt.L	2.86	2.31	2.20	2.44	1.97	1.93
7	33/F	Lt.L	3.00	2.36	2.37	2.26	1.78	1.82
8	47/F	Lt.L	2.20	1.83	1.63	1.55	1.29	1.34
9	51/F	Lt.L	2.29	1.83	1.96	1.53	1.22	1.30
10	17/F	Rt.U	2.67	2.15	2.05	2.38	1.92	1.87
11	30/M	Rt.U	4.30	3.37	2.81	3.67	2.81	2.66
12	34/M	Rt.U	3.32	2.78	2.19	2.06	1.73	1.78
13	40/M	Rt.U	4.19	3.27	3.04	2.96	2.30	2.11
14	46/M	Rt.U.M	3.86	2.77	2.50	2.75	1.99	1.96
15	48/M	Rt.M.L	4.10	3.17	2.61	2.29	1.78	1.99
16	53/F	Rt.M.L	2.36	1.71	1.53	2.02	1.46	1.22
17	53/M	Rt.M.L	4.69	3.73	3.37	3.10	2.46	2.34
18	55/F	Rt.M.L	2.38	1.84	1.40	1.70	1.31	1.23
19	59/F	Rt.M.L	2.52	1.93	1.72	1.19	0.91	0.87
20	61/M	Rt.M.L	3.72	2.41	2.07	1.78	1.15	1.09
21	64/M	Rt.M.L	2.32	1.62	1.78	1.56	1.20	1.19
22	64/F	Rt.M.L	2.07	1.50	1.78	1.39	1.00	1.19
		Mean	2.98	2.31	2.17	2.10	1.62	1.59
		S.D	0.80	0.62	0.51	0.64	0.50	0.46

* Lt: left. Rt: right U: upper, M: middle, L: lower.
S.D: Standard deviation

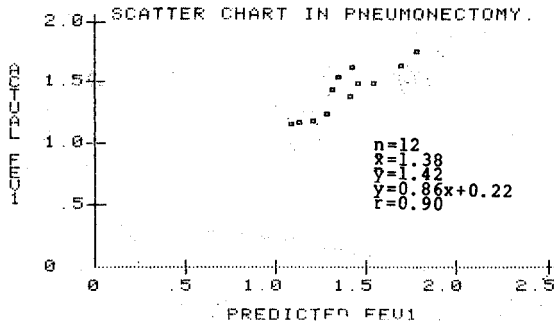


Fig. 2. Predicted postoperative FEV1(Liter/Sec) was estimated with perfusion lung scan using Tc^{99m}. Actual FEV1(Liter/Sec) was measured 2 to 14 months postoperation.

역시 매우 유의성 있는 상관관계를 보이고 있었다(그림 2).

폐엽 절제술이 시행된 22예의 환자에서 술후 예견 강제 폐활량과 일초내 강제 호기량치의 평균은 각각 2.31 l, 1.62 l/sec 이었고, 술후 실제 측정치들은 각기 2.17 l, 1.59 l/sec 이었다.

강제 폐활량의 평균 예견치와 실제 측정치의 차는 0.14 l 이었고, 이 측정치들에 대한 상관관계 회귀직선은 $Y = 0.77X + 0.39$ ($r = 0.90$)으로 통계학적으로 유의성 있는 상관관계를 보이고 있었다(그림 3).

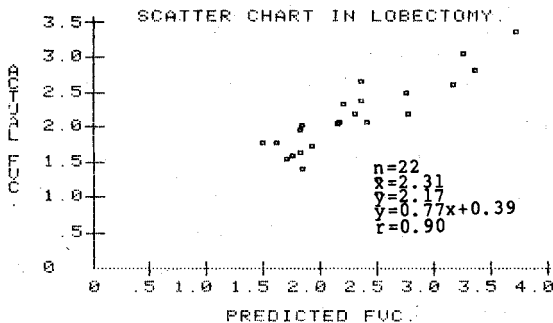


Fig. 3. Predicted postoperative FVC(Liter) was estimated with perfusion lung scan using Tc^{99m}. Actual FVC(Liter) was measured 2 to 14 months postoperation.

일초내 강제 호기량의 평균 예견치와 실제 측정치와의 차이는 0.03 l/sec 로서 경미하였으며, 이 측정치들에 대한 상관관계 회귀직선은 $Y = 0.90X + 0.13$ ($r = 0.97$)으로서 통계학적으로 매우 유의성 있는 상관관계를 보였다(그림 4).

일측 전폐 절제술과 폐엽 절제술 환자를 구분치 않은

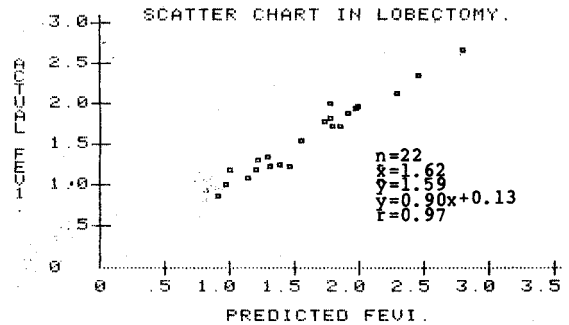


Fig. 4. Predicted postoperative FEV1(Liter/Sec) was estimated with perfusion lung scan using Tc^{99m}. Actual FEV1(Liter/Sec) was measured a to 14 months postoperation.

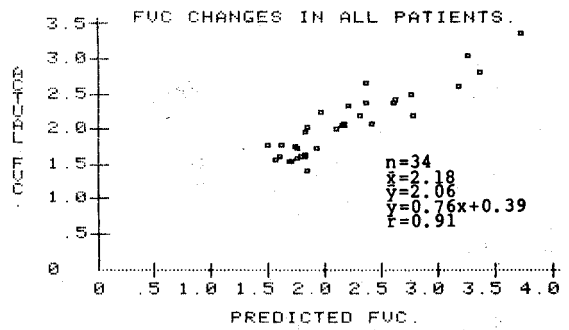


Fig. 5. Predicted postoperative FVC(Liter) was estimated with perfusion lung scan using Tc^{99m}. Actual FVC(Liter) was measured 2 to 14 months postoperation.

전체 환자의 강제 폐활량의 평균 예견치는 2.18 l 이고, 술후 실제 측정치는 2.06 l 로서 그 차이는 0.12 l이며, 상관관계 회귀직선은 $Y = 0.76X + 0.39$ ($r = 0.91$) 로서 유의성 있는 상관관계를 보이고 있다(그림 5).

역시 전체 환자의 일초내 강제 호기량 측정치도 분석에서 평균 예견치는 1.54 l/sec 이고, 술후 실제 측정치는 1.53 l/sec 로서 두 평균치의 차는 0.01 l/sec 로서 매우 경미하며, 상관관계 회귀직선은 $Y = 0.88X + 0.17$ ($r = 0.96$) 로서 통계학적으로 역시 매우 유의성 있는 상관관계를 보이고 있다(그림 6).

이와 같이 정량 폐활량 스캔을 이용한 폐기능 예견평가에서도 일초내 강제 호기량이 강제 폐활량 보다는 상관관계가 보다 우수하며, 일측 전폐 절제술보다 폐엽 절제술이 약간 더 우수한 상관관계를 보이고 있음을 알 수 있다. 이는 폐 절제술후 폐기능 변화에 관한 연구논문에서도 보았듯이 강제 폐활량은 아무래도 개흉술의 영향을 더 받게 됨으로 술후 호흡기능 제한요인으로 강제

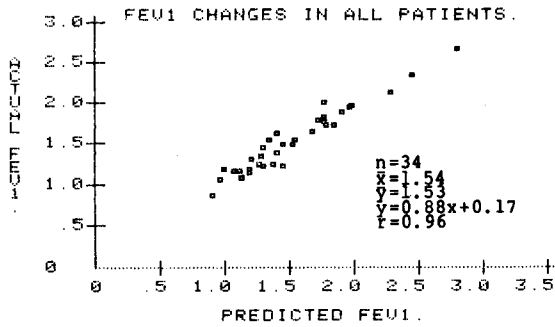


Fig. 6. Predicted postoperative FEV1(Liter/Sec) was estimated with perfusion lung scan using Tc^{99m} . Actual FEV1(Liter/Sec) was measured 2 to 14 months postoperation.

폐활량의 감소를 하게 됨으로 예견치보다는 실제 측정치가 약간 낮게 나올 것으로 기대되었는데, 본 연구 분석에서도 예견치의 평균은 2.18 l인 반면, 실제 측정치의 평균은 2.06 l로서 약간 낮게 나오게 됨도 주지의 사실 이겠다²¹⁾. 더불어 일초내 강제 호기량은 여러 측정 척도중 연령증가에 대한 감소변화가 가장 적고, 폐장 이외의 인자에 대하여 영향을 가장 적게 받는 지표로 알려졌듯이, 일초내 강제 호기량이 강제 폐활량보다 폐실질 감소에 따라 정확한 상관관계를 보이고 있음은 폐관류 스캔을 이용한 예견치의 통계적 평가에서도 보이고 있다. 그러나 폐엽 절제술이 일측 전폐 절제술보다 약간 우수한 상관관계를 보이고 있는 이유는 전술한 바와 같은 개흉술 영향외에도 분명치는 않지만, 이것은 환자 개개인의 회복속도와 술후 실제 측정되는 기간에 따라 서로 약간의 차이가 있을 것으로도 추측되며, 그 원인은 매우 복잡적일 것으로 생각된다.

술전에 예견 일초내 강제 호기량치가 1.0 l/sec 근처로 술후 호흡합병증의 위험성이 예상되었던 폐엽 절제술군의 증례 1, 19, 22 환자들의 예견치는 각각 0.97 l/sec, 0.91 l/sec, 1.0 l/sec 이었는데, 술후 실제치는 각각 1.07 l/sec, 0.87 l/sec, 1.19 l/sec 이었다. 증례 1은 낭포성 폐기종과 재발성 기흉으로 좌상엽 절제술을 시행하였는데, 폐관류 스캔상 좌측 상엽의 관류가 거의 되지 않았던 환자로 술후 호흡곤란 정도는 약 2도 정도였으며, 증례 19는 폐암환자로서 우측 중 및 하엽 절제술을 시행하였는데, 술후 호흡곤란 정도는 3도 정도로 일상생활중에도 호흡곤란을 호소하였다. 증례 22는 기관지확장증 및 우하엽 폐의 허탈 등과 간헐적인 각혈로 인하여 우측 중 및 하엽 절제술을 시행하였는데, 술후 환자는 제 2도 정도의 호흡장애가 있었으나 일상생활에

는 불편을 느끼지 못한다고 하였다. 그리고 이들 세 환자 모두에서 술후 조기 호흡합병증은 없었으며, 동맥혈 가스검사상에 산소분압이 연령증가에 따른 약간의 감소가 있었으나, 의미있는 저산소증이나, 과탄산가스 증상을 보인 경우는 없었으며, 술후 경과도 비교적 양호하였다.

역시 일측 전폐 절제술이 시행된 환자중 술전에 예견 일초내 강제 호기량치가 1.0 l/sec 이하이었던 환자는 없었으며, 술후 역시 실제 측정치가 1.0 l/sec 이하이었던 환자도 없었다.

이와 같이 일초내 강제 호기량의 측정치가 1.0 l/sec 이하이거나, 그 근처의 낮은 수치를 보였던 환자들의 임상 추적관찰중의 호흡기능 상태는 폐 절제술후 폐 기능 변화에 관한 연구관찰에서 보인 바와 같았으며²¹⁾, 일초내 강제 호기량 측정척도가 임상증세와도 관련하여 가장 민감하고, 호흡기능의 예후 측정에도 중요한 척도가 됨을 시사하고 있었다.

IV. 고 안

각종 흉부질환 중에서도 특히 폐암환자에게서 종양절제술이 가능하다면 가장 좋은 결과를 가져다주고 있는 것은 주지의 사실이다. 대부분 술전 폐활량측정법 (spirometry)에 의하여 이러한 환자들에게서 폐기능 상태를 검토하고 각종 측정척도를 분석하여 유용한 치료의 지침으로 삼고 있다.

Kristersson 등이 Xenon¹³³ 이나 Technetium⁹⁹ - macroaggregated albumin 등을 이용한 방사성 폐활량 측정법을 시행하여 술후 폐기능 변화에 대한 예견을 시행하였고^{9,19)}, 과거에도 많은 연구방법에 의하여 폐절제술의 부적응이나, 술후 기능변화를 추측키 위한 분석들이 보고되었다. 그중 폐활량법, 기관지경하가스분석 (bronchoscopic respiratory gas sampling), 동맥혈 가스검사, 잠정적 일측 폐동맥 폐쇄법 (temporary unilateral pulmonary artery occlusion), 술중 폐동맥압 측정법, 투시법, 기관지 폐활량 측정법 (bronchospirometry), 방사성 폐활량 측정법 (radiospirometry), 폐관류 및 환기 스캔, 운동부하검사등을 사용하여 술전, 술중 및 술후 위험도 및 지침을 정하는데 적용하고 있다.^{1,3,8,10,13,18)}

술전 각종 폐기능 검사의 측정척도들은 폐 절제술 후 폐실질의 적절한 보유를 감지하고자 시행되고 있고, 더불어 술전 정확한 평가에 의하여 술후 폐실질 감소후에

오는 호흡장애에 의한 일상생활의 제한으로부터 정상적인 생활을 유지할 수 있도록 절제술의 범위를 정하는데도 사용될 것으로 기대된다^{10,13)}.

Olsen 등은 술후 예견 일초내 강제 호기량이 800 ml 이상이어야 정상적인 혈중 탄산가스분압을 유지하는데 최소량이라 하였으며, 그 이하의 상태는 호흡부전을 초래할 수 있다 하였고^{3,7)}, 술전 예견의 방법으로 정량적 폐 스캔의 정확성을 예시하였으며, Neuhaus와 Cherniak은 기관지 폐활량 측정법을 시행하였고, Kristersson 등도 Xe¹³³ 동위원소를 이용한 폐활량법으로 같은 결과를 보고하였다^{9,19)}.

이와 같이 폐 절제술의 위험성이 높은 환자들로서 고평, 만성 폐쇄성 폐질환, 전폐 절제술이 필요한 환자들에서 저자는 술후 비교적 안전한 호흡기능을 보유하고, 술전 폐 절제범위를 추정할 수 있도록, Tc^{99m}-MAA를 이용하여 폐 관류스캔과 술전, 술후 폐기능 검사를 시행하여 폐 절제술 후 폐기능 보유에 대한 예견을 평가하여, 그 유용성을 밝히고, 향후 위험도가 높은 환자군에서, 술전 적절한 평가를 통하여 수술사망과 치명적 호흡 합병증을 줄이고자 하였다.

Wernly 등은⁷⁾ 술전 일초내 강제 호기량이 2.0ℓ/sec 이상이면 전폐 절제술이 가능한 환자이며, 2.0ℓ/sec 이하에서는 위험하다고 판단하였다. 이러한 환자에서 Burrows 등은 폐관류 스캔을 시행하여 술후 일초내 강제 호기량치를 예견하여, 그 예견치가 1.0ℓ/sec 이상이면 안전하게 수술하였고, 그 이하에서는 수술의 부적응으로 간주하였다^{7,14,19)}. 폐엽 절제술도 역시 전폐 절제술 만큼 폐기능 장애를 초래하지 않지만, 일초내 강제 호기량이 1.5ℓ/sec 이하인 환자에서는 이러한 술전 예견 평가가 필요하다 하였으며, 그들이 시행한 결과로는 10%이내의 오차가 관찰되었고, 폐관류 스캔이나 환기 스캔 모두 큰 차이가 없었다고 하였다⁷⁾.

Nakahara 등은 폐관류나 환류스캔을 이용하지 않고 술후 예견 일초내 강제 호기량을 기관지경이나 기관지 조영술을 시행하여, 전체 아폐구역기관지(Subsegment) 42개중 폐쇄, 협착된 부분과, 절제된 부분을 고려하여 그 비율로서 예견치를 측정함으로써, 술후 위험성이 있을 것으로 추측되는 폐암 환자에서 폐기능의 예견 방법으로 좋은 상관관계를 얻었다고 보고하였다⁹⁾.

폐기능 검사의 여러 측정척도중 강제 폐활량과 일초내 강제 호기량이 여러 다른 측정척도보다 폐실질의 감소와 관련하여 가장 신뢰있고 유용한 기능 평가의 측정척도라고 간주되며, 그것들이 측정이 폐기능 평가에 필

수적이라 하였다¹²⁾. 특히 일초내 강제 호기량이 폐실질 감소와 더불어 보였던 상관관계는 상관계수 $r = 0.96$ 으로, 강제 폐활량에서 보였던 상관관계의 상관계수 $r = 0.91$ 보다 우수하였고, 임상증세와도 관련하여 더욱 우수한 측정척도임을 알 수 있었다²¹⁾.

Ali 등이 보고한 폐관류, 폐환기 스캔으로 예견 상관계수는 폐관류 스캔이 $r = 0.88$, 폐 환기스캔이 $r = 0.90$ 을 보고하였고, 예후와 관련하여서는, 술후 예견 일초내 강제 호기량치가 40% 이상에서 단기 및 장기 생존률이 좋다고 하였다¹¹⁾. Bria 등이 보고한 흉부수술 후 폐기능 예견 평가에서도 폐관류 스캔에 의한 강제 폐활량의 상관계수 $r = 0.93$, 일초내 강제 호기량의 상관계수 $r = 0.88$ 이었고, 폐환기 스캔에 의한 강제 폐활량의 상관계수 $r = 0.95$, 일초내 강제 호기량의 상관계수 $r = 0.88$ 로 각각 보고하였으며, 역시 이들 연구에서도 상당히 좋은 예견방법임을 시사하였다²⁰⁾. Wernly 등은 전폐 절제술 환자에서는 폐관류 스캔에 의하여 예견된 일초내 강제 호기량의 상관관계 상관계수 $r = 0.81$ 을 보이고, 그 반면 폐엽 절제술 환자에서는 상관계수 $r = 0.95$ 로 더욱 신빙성이 있었다고 보고하였다⁷⁾.

Walkup 등은 측위측정법(lateral position test)을 일반 폐기능 검사와 병행하여 술후 폐기능변화를 예견하여 좋은 상관관계를 보고하여, 방사성 동위원소를 취급치 못하는 곳에서도 쉽고 경제적으로 시행할 수 있다 하였으며, Marion 등도 역시 일측 폐기능 평가에 분명히 유용한 것으로 보고하였다^{5,17)}. Kristersson 등이 Xe¹³³를 이용하여 시행한 방사성 폐활량 측정법도 술후 예견상관관계에서 폐활량은 상관계수 $r = 0.73$ 이었고, 일초내 강제 호기량의 상관계수 $r = 0.63$ 이였으며, 술전, 술후 동맥혈 가스 변화는 관찰하지 못하였다¹⁹⁾.

Peters 등은 유속, 폐활량, 환기 및 관류스캔등을 측정, 시행하여 되도록이면 수술사망의 감소, 폐기능 부전의 방지와, 술후 폐기능 부전이 예상되는 환자에서 수술절제율을 향상시키기 위하여, 술전 기능의 평가를 역동류(dynamic flow)뿐만아니라, 정적 폐용적(Static lung volume) 측정도 중요하다 하였다¹⁵⁾.

Boysen 등은 폐환기 및 관류스캔의 상관관계를 분석하였는데, 통상 환기와 관류의 국소적인 불균형이 있지만 전체적으로 크게 차이가 나지 않으며, 관류비율에 대부분의 환기비율도 거의 비슷하게 나옴을 볼 수 있었는데, 이는 대부분 감염이나 만성 폐쇄성 폐질환 등 폐실질의 병변이 있는 경우에는 관류장애는 환기장애를 동

반되기 때문이므로^{2,4)}, 간단한 폐 관류스캔을 이용하여
 술후 예견 일초내 강제 호기량치를 측정할 수 있다고 생
 각하였다¹⁴⁾.

이와 같이 방사성 동위원소를 이용한 폐 관류스캔은
 간단하면서도 안전한 폐기능 변화예견의 방법으로 사료
 되고, 그외에 대부분의 환자에서 환기와 관류에 대한 전
 체적인 비는 상당히 밀접한 관계를 가지고 있음을 볼 수
 있어, 폐 관류스캔을 이용하여 술후 폐기능 변화예견측
 정이 정확함을 보이고 있다. 특히 근래 70세이상의 고
 령인 폐암환자의 수술적응확대가 강조되고^{6,16)}, 수술후
 생존률의 향상을 위해서는 술전 심폐기능의 평가가 더
 욱 절실하며, 단순히 흉부 X-선 사진과 폐활량법검사만
 으로는 불충분한 폐기능 저하환자에서 술후 기능을 예
 견하여 수술적응의 확대에도 기대되고 있다.

V. 결 론

서울대학교병원 흉부외과에 입원하여 일측 전폐 절제
 술이나 폐엽 절제술을 시행받은 34예의 환자에서, 폐기
 능 변화에 대한 예견의 방법으로 방사성 동위원소를 이
 용한 폐 관류스캔과, 술전 및 술후 폐기능 검사를 시행
 하여, 술후 폐기능 변화예견에 대한 평가를 통하여 다
 음과 같은 결과를 얻었다.

1. 일측 전폐 절제술을 시행한 환자에서 술후 예견
 강제 폐활량치와 술후 실제 측정치와의 상관관계 회귀
 직선은 $Y = 0.83X + 0.22$ ($r = 0.89$) 이었고, 일초내 강
 제 호기량의 상관관계 회귀직선은 $Y = 0.86X + 0.22$
 ($r = 0.90$) 으로 상관계수 r 은 모두 통계학적으로 유의
 하였다.

2. 폐엽 절제술을 시행한 환자에서 술후 예견 강제
 폐활량치와 술후 실제 측정치와의 상관관계 회귀직선은
 $Y = 0.77X + 0.39$ ($r = 0.90$) 이었고, 일초내 강제 호기
 량의 상관관계 회귀직선은 $Y = 0.90X + 0.13$ ($r = 0.97$)
 으로 상관계수 r 은 모두 통계학적으로 유의하였다.

3. 폐 절제술이 시행된 34예 전체 환자에서 술후예
 견 강제 폐활량치와 술후 실제 측정치와의 상관관계 회
 귀직선은 $Y = 0.76X + 0.39$ ($r = 0.91$) 이었고, 일초내
 강제 호기량의 상관관계 회귀직선은 $Y = 0.88X + 0.17$
 ($r = 0.96$) 으로 상관계수 r 은 모두 통계학적으로 유의
 하였다.

4. 방사성 동위원소를 이용한 폐 관류스캔으로 측정
 된 술후 예견 일초내 강제 호기량치가 800 ml/sec 이상
 되는 환자에서 술후 호흡합병증이나 조기사망이 발생된

에는 없었으며, 대부분의 환자에서 비교적 호흡 기능의
 제한없이 외래 추적 관찰되었다.

5. 술전 비침투적이고 간단한 폐 관류스캔을 시행하
 여, 술후 폐기능 변화에 대한 정확한 예견을 함으로서,
 술후 호흡합병증이나 조기사망을 방지하고, 호흡기능 저
 하환자에서 수술적응확대의 가능성을 제시하였다.

REFERENCES

1. David Van Nostrand et al.: *Preresection Evaluation of Risk from Pneumonectomy*. *Surg. Gyn. Obst.* 61:306, 1968
2. Gennar. M. Tisi: *Preoperative Evaluation of Pulmonary Function Validity, Indications and Benefits*. *Am. Rev. Resp. Dis.* 119:293, 1979.
3. Gerald N. Olsen et al.: *Pulmonary Function Evaluation of the Lung Resection Candidate: A Prospective Study*. *Am. Rev. Resp. Dis.* 111:379, 1975.
4. Henry N. Wagner: *The Use of Radioisotope Techniques for the Evaluation of Patients with Pulmonary Disease*. *Am. Rev. Resp. Dis.* 113:203, 1976.
5. Jay M. Marion et al.: *Unilateral Lung Function: Comparison of Lateral Position Test with Radionuclide Ventilation-Perfusion Studies*. *Chest.* 69:5, 1976.
6. J. Duncan Harviel et al.: *Surgical Treatment of Lung Cancer in Patients over the age of 70 years*. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 75:802, 1978.
7. Jorge A. Wernly et al.: *Clinical Value of Quantitative Ventilation-Perfusion Lung Scans in the Surgical Management of Bronchogenic Carcinoma*. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 80:535, 1980.
8. Joseph Reichel: *Assessment of Operative Risks of Pneumonectomy*, *Chest.* 62:570, 1972.
9. Kazuya Nakahara et al.: *A Method for Predicting Postoperative Lung Function and its relation to Postoperative Complications in Patients with Lung Cancer*. *Ann. Thorac. Surg.* 38:260, 1985.
10. Marvin M. Kirsh et al.: *Major Pulmonary Resection for Bronchogenic Carcinoma in the Elderly*. *Ann. Thorac. Surg.* 22:369, 1976.
11. M.K.Ali et al.: *Regional and Overall Pulmonary Function Changes in lung Cancer: Correlations with Tumor Stage, Extent of Pulmonary Resection, and Patient Survival*. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 86:1, 1983.
12. M. Khalil Ali et al.: *Predicting Loss of Pulmonary Function After Pulmonary Resection for Bronchogenic Carcinoma*. *Chest.* 77:337, 1980.

13. Myron Stein et al.: *Preoperative Pulmonary Evaluation and Therapy for Surgery Patient. J.A.M.A. 211:787, 1970.*
14. Philip G. Boysen et al.: *Prospective Evaluation for Pneumonectomy Using the 99m-Technetium Quantitative Perfusion Lung Scan. Chest. 72:422, 1977.*
15. Richard M. Peters et al.: *Extending Resectability for Carcinoma of Lung in Patient with Impaired Pulmonary Function. Ann. Thorac. Surg. 26:250, 1979.*
16. Robert H. Breyer et al.: *Thoracotomy in Patients Over Seventy Years: Ten-year experience. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 81:187, 1981.*
17. Robert H. Walkup et al.: *Prediction of Postoperative Pulmonary Function with the lateral Position test: A Prospective Study. Chest 77:24, 1980.*
18. Robert M. Rogers et al.: *Measurement of the Vital Capacity and Perfusion of Each lung by fluoroscopy and Macroaggregated albumin lung Scanning: An alternative to bronchspirometry for evaluating individual lung function.*
19. Sven Kristersson et al.: *Prediction of Pulmonary Function loss due to Pneumonectomy Using 133 Xe-Radiospirometry. Chest. 62:694, 1972.*
20. William F. Bria et al.: *Prediction of Postoperative Pulmonary Function Following Thoracic operations: Value of Ventilation-Perfusion Scanning. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 86:186, 1983.*
21. Yong Jin Kim: *Change of Pulmonary Function after Pulmonary Resection, Korean J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 18:517, 1985.*