

전폐절제술시 폐관류스캔을 이용한 폐기능의 예측에 대한 평가

김길동* · 정경영*

=Abstract=

Evaluation of the Predictive Pulmonary Function After Pneumonectomy Using Perfusion Lung Scan

Kil Dong Kim, M.D.*, Kyung Young Chung, M.D.*

Surgical resection of lung cancer or other disease is recently required in patients with severely impaired lung function resulting from chronic obstructive pulmonary disease or disease extension. So prediction of pulmonary function after lung resection is very important in thoracic surgeon. We studied the accuracy of the prediction of postoperative pulmonary function using perfusion lung scan with 99m technetium macroaggregated albumin in 22 patients who received the pneumonectomy.

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

- 1) $Y(\text{ml}) = 0.713X + 381$ in FEV1 ($r = 0.719$), ($P < 0.01$)
- 2) $Y(\text{ml}) = 0.645X + 556$ in FVC ($r = 0.675$), ($P < 0.01$)

In conclusion, the perfusion lung scan is noninvasive and very accurate for predicting postpneumonectomy pulmonary function.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 1995;28:371-5)

Key words : 1. Pneumonectomy
2. Pulmonary function test
3. Lung scan

서론

폐절제술 후 폐기능이 감소하는 정도는 폐절제의 범위, 절제부위의 폐기능 기여도, 정상 폐실질의 손실정도, 수술로 인한 영향 등 여러 요인이 관여되며 이외에도 수술 후 남아있는 폐조직의 조직학적 변화 및 심폐기능의 변화도 폐기능을 결정하는 중요한 인자이다.

최근들어 발생율에 있어서 급격한 증가를 보이는 폐암의 치료에 있어서 현재까지 가장 확실한 근치적 방법으로

는 병변의 근치적 절제와 광범위한 종격동 임프절의 절제로 알려져 있다. 폐암이외에도 우리나라에서는 아직도 절제를 요하는 폐결핵, 기관지결핵 및 기관지 확장증 등이 많다. 그러나 이들 환자들의 상당수가 고령이거나 장기간의 흡연력을 가지고 있으며 만성 폐쇄성 기관지염이나 기관지 천식을 동반하고 있어 이로 인한 폐기능의 저하나 폐실질의 감소로 수술후 심각한 호흡부전을 초래하는 수가 있다. 이는 외과의사에게 있어서 수술 후 합병증이나 사망을 일으킬 수 있는 중요한 인자인 수술 후 보존되는 폐기

* 연세대학교 의과대학 흉부외과학교실

* Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

논문접수번호: 941011 논문통과일: 94년 11월 16일

통신저자: 김길동, (120-752) 서울시 서대문구 신촌동 134, Tel. (02) 361-5594, Fax. (02) 393-6012

Table 1. Clinical characteristics (N = 22)

Age	Range	27~68
	Mean	54.2 ± 11.6
Male: Female		18: 4
Operation site	Right: Left	9: 13
Underlying disease		
Primary lung cancer		18
Destroyed lung		3
Metastatic lung cancer		1

능의 평가가 매우 중요하고 실질적인 문제라 하겠다.

과거로부터 수술후에 올수 있는 호흡부전을 예방하기 위하여 폐절제술 후 잔여 폐기능을 예측하기 위한 방법들로서 기관지 폐활량 측정법 (bronchspirometry)¹⁾, 측위 폐활량 측정법 (lateral position test)²⁾, 환기 가스 분석법 (ventilatory gas analysis)³⁾, 운동부하 검사법 (exercise tolerance test)⁴⁾, 폐동맥압 측정법⁵⁾ 등이 있으며 최근에 가장 널리 시행되고 있는 방법으로는 99m technetium 표지 거대응집 알부민 (macroaggregated albumin)을 이용한 폐관류 스캔 (lung perfusion scan)이 있으며 이방법에 대한 정확성과 유용성에 대해 많은 연구들이 시행되어 왔다^{6, 7)}.

이에 저자 등은 가장 정확하게 절제 범위와 손실된 폐기능의 양을 알 수 있는 전폐절제술을 시행한 환자를 대상으로 수술전 폐기능 검사와 폐관류 스캔을 시행하여 술후 잔여 폐기능을 예측하고 수술 후 폐기능검사를 시행한 후 서로의 상관관계를 구하여 폐관류 스캔을 이용한 술후 잔여 폐기능 예측에 대한 유용성을 평가 하고자 한다.

연구대상 및 방법

1. 대상

1988년 1월 부터 1993년 1월까지 연세대학교 의과대학 신촌 세브란스병원 흉부외과학교실에서 전폐절제술을 시행한 환자중 수술전 폐기능검사와 폐관류스캔을 동시에 받고 수술 후 폐기능 검사를 받은 환자를 대상으로 하였으며 수술 후 시행된 폐기능 검사 당시 반대편 폐에 암종의 전이가 있거나 폐렴 등 폐기능에 영향을 줄 수 있는 합병증이 있는 환자를 제외한 22명을 대상으로 하였다.

대상환자중 남자 18명 여자 4명 이었고 연령은 27세부터 68세까지로 평균연령은 54.2 ± 11.6세 이었다. 환자의 질환별 분포는 원발성 악성 폐종양이 18예로 대부분을 차

지 하였고 결핵 및 결핵성 농흉에 의한 일측폐 파괴 (Destroyed Lung)가 3예 전이성 폐암종이 1예 있었다 (Table 1).

2. 방법

수술전 폐기능 검사와 99m technetium 폐관류 스캔을 시행 하였으며 폐관류 스캔은 거대응집 알부민을 부착한 99m technetium 동위원소 3-5micro curi를 정맥 주사한 후 전후면, 좌측면, 우측면, 좌전사면, 우전사면 등의 방향에서 감마 카메라 (Orbiter 7500, Siemens)로 촬영 하였고 절제될 측과 보존될 측이 차지하는 폐기능의 비율을 구하기 위하여 전산기 (Micro DELTA, Siemens)로 동위원소의 활성도를 분석 하였다. 수술 후 잔여 폐기능의 예측은 술전 시행한 폐기능치에 수술 후 남게될 측의 폐관류비를 곱하여 구하였다. 수술 후 시행한 폐기능 검사는 술후 1개월에서 48개월 사이에서 시행되었으며 중앙값은 4개월 이었다.

본 연구는 Student's t-test와 Pearson's correlation coefficient를 구하여 통계처리 하였다.

결 과

수술전 폐관류 스캔을 이용하여 예측한 1초간 강제호기량과 노력성 폐활량 및 수술 후 실측된 폐기능검사의 수치는 다음과 같다 (Table 2). 수술전 예측된 1초간 강제호기량은 960~2250ml까지 평균 1442.2 ± 367ml였으며 수술 후 실측된 1초간 강제호기량은 840~2360ml까지 평균 1409.1 ± 364ml이었다. 수술전 예측된 노력성 폐활량은 1150~3540ml까지 평균 1894.9 ± 560ml였으며 수술 후 실측된 노력성 폐활량은 894~3190ml까지 평균 1779.3 ± 535ml이었다.

수술전 예측치와 수술 후 실측치와의 상관계수는 1초간 강제호기량이 0.7190으로써 노력성 폐활량의 0.6753보다 높아 수술 후 보존되는 폐기능의 예측은 1초간 강제호기량이 더 좋은 지침이 되었다. 그러나 이들 상관계수는 각각 P값이 0.01미만으로 1초간 강제호기량이나 노력성 폐활량 모두 수술후 보존될 폐기능의 예측에 적합한 항목임을 보여주고 있다.

1초간 강제호기량의 수술전 예측치와 수술후 실측치의 산포도 (Fig. 1.)는 회기직선 방정식 $Y=0.713X+381$ 로써 통계학적으로 의미있는 상관관계를 보였고 (P=0.0002) 노력성 폐활량 역시 수술전 예측치와 수술 후 실측치의 산포도 (Fig. 2.)는 회기직선 방정식 $Y=0.645X+557$ 로써 통계학적으로 의미있는 상관관계를 보였다 (P=0.0006).

Table 2. Pulmonary function studies

Case	Age/Sex	site	FEV ₁ (ml)		FVC(ml)	
			Pred.	Meas.	Pred.	Meas.
1	63/M	Rt.	1606	1560	1700	2010
2	58/M	Lt.	1243	1300	1606	1660
3	36/F	Rt.	1400	1360	1770	1550
4	55/M	Rt.	1080	1200	1288	1270
5	39/M	Lt.	2220	2360	2490	2910
6	67/M	Rt.	1490	1320	1806	1600
7	64/M	Lt.	1190	1130	1510	1350
8	63/M	Lt.	2250	2080	3540	3190
9	65/M	Lt.	1060	1080	1720	1470
10	46/M	Lt.	1710	1280	2360	1860
11	56/M	Lt.	1650	1150	2219	1300
12	27/F	Lt.	1270	1440	1634	2010
13	64/M	Lt.	1080	1080	1803	1740
14	52/M	Lt.	2010	1560	2390	1870
15	68/M	Rt.	1180	1280	1303	1480
16	63/M	Rt.	1570	1600	1890	1860
17	62/M	Lt.	1660	2730	1200	1640
18	58/M	Rt.	1233	1360	1621	1600
19	48/F	Lt.	960	840	1150	894
20	34/F	Lt.	1150	1120	1341	1340
21	51/M	Rt.	1278	2000	1522	2540
22	54/M	Rt.	1340	1560	1781	2000
Mean ± SE			1442 ± 78	1409 ± 78	1894 ± 119	1779 ± 114

FEV₁: Forced Expiratory Volumes in 1 second
FVC: Forced Vital Capacity, SE: Standard Error
Pred.: Predicted value, Meas.: Measured value

고 찰

흡연과 공해, 고령화로 인한 만성 폐쇄성 호흡기 질환이나 폐암의 증가는 폐절제술의 빈도를 증가 시킬뿐 아니라 폐기능의 저하로 폐절제술 후 호흡부전 등으로 인한 사망률과 합병증 발생율을 증가 시키고 있다.

이에 폐절제술에 있어서의 안전한 폐기능의 평가방법들을 찾기 위한 그동안의 많은 연구 결과 일상적으로 시행하는 많은 폐기능 항목중 1초간 강제호기량과 노력성 폐활량이 가장 좋은 항목으로 알려졌으며 이 둘중에서도 1초간 강제호기량이 제일 예후측정에 적합하다고 보고⁸⁻¹⁰⁾하고 있다. 노력성 폐활량의 경우 실측치가 예상치의 50%미만 이거나 실측치가 1.75~2.0L 미만인 경우 높은 사망률과 합병증이 발생한다고 하였으며⁹⁾, Wernly 등은¹¹⁾ 전폐절제술의 수술전 조건으로 1초간 강제호기량이 2.0L 이상 되어야 한다고 하였다. 따라서 Boysen 등은⁹⁾ 수술전에 측정

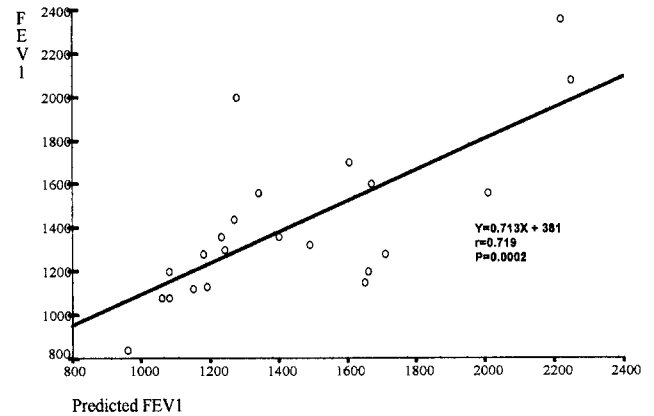


Fig. 1. The comparison between the predicted and measured FEV₁ after lung resection

FEV₁: Forced Expiratory Volume in 1 second

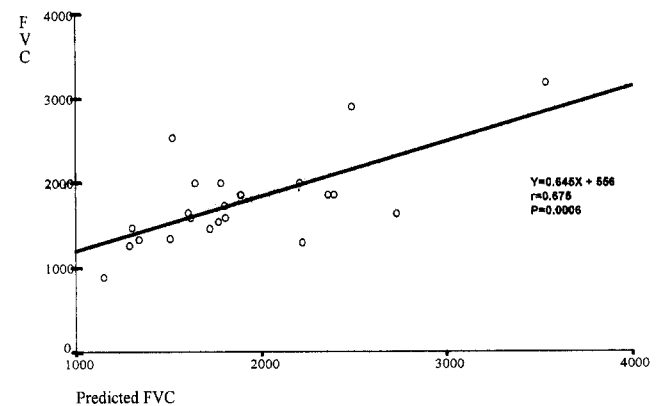


Fig. 2. The comparison between the predicted and measured FVC after lung resection

FVC: Forced Vital Capacity

한 1초간 강제호기량이 2.0L미만일 경우 좌우측의 폐기능을 따로 실시하여 수술 후 보존될 1초간 강제호기량이 0.8L 이상일때만이 전폐절제술이 가능하다고 하였다. 이는 수술 후 1초간 강제호기량이 0.8L 이하일때 이산화 탄소의 과도한 축적으로 인하여 호흡부전이 온다는 근거에 의한 것이라 하겠다¹²⁾. 이외에도 수술 후 예측된 1초간 강제호기량이 1.0L 이하일 때는 수술의 부적응증으로 보고하는 많은 논문들이 있다^{9, 11, 13)}.

이와같이 폐절제수술을 안전하게 시행할 수 있는 폐기능의 조건들은 결정 되었지만 수술 후 보존될 폐기능을 어떤 방법으로 측정할 것인가에 대한 다양한 연구들이 진행

됐다. 초기에는 주로 침습적인 방법들이 개발되었는데 1949년 Carlens는 부드러운 이중도관(flexible double lumen catheter)을 기도삽관하여 좌우폐의 폐기능을 분리 측정 하였고¹⁴⁾, 기관지 내시경을 이용하여 양측의 폐기능을 알아 내었다. 또한 수술중 일시적 폐동맥 결찰법을 이용한 수술 후 예후를 판단하는 방법도 있다. Nakahara 등¹⁵⁾은 기관지경이나 기관지 조영술을 이용하여 전체 폐를 42개의 아폐구역으로 분류한뒤 병변으로 인한 절제될 부위와 그의 폐쇄되거나 협착된 부위의 비율을 측정하여 수술후 보존될 1초간 강제호기량의 예측치를 구하였다. 그러나 이러한 침습적인 방법들은 기도삽관을 하거나 개흉 등으로 인한 환자의 고통과 숙달된 전문인력이 요구되는 어려움이 있다.

이러한 침습적검사의 단점들을 피하고자 비침습적 방법들이 고안 되었다. Hazlett 등²⁾은 측위검사(lateral position test)를 이용하여 측위상태에서 얻은 산소 소비량과 좌우폐의 매분 환기량과의 상대적 분포가 매우 정확하여 이들의 상관계수가 0.93과 0.90이라고 발표 하였다. 이 방법은 방사선 동위원소를 사용할 수 없는 곳에서도 쉽고 경제적으로 시행할 수 있는 장점이 있으나 반복 시행으로 인해 시간이 많이 걸리고, 측정하려는 부분의 폐기능이 상대적으로 작을때 많은 오차가 나며, 흉벽, 늑막, 종격동이 질병으로 인해 고정되어 있을때 많은 오차를 나타낸다는 단점이 있다.

방사성 동위원소를 이용한 폐관류스캔이 초기에는 폐 호흡 생리연구나 폐동맥 색전증의 진단에 사용 되다가 Kristersson 등¹³⁾이 폐기능의 평가와 수술 후 잔류 폐기능의 예측을 위하여 Xe¹³³을 처음으로 사용 하였다. 이방법은 Xe¹³³을 폐쇄된 폐활량 측정기에 넣고 환자로 하여금 호흡시킨 후 폐와 폐활량 측정기에 Xe¹³³의 농도가 평형이 되면 흡기시와 호기시에 각각의 방사능을 측정하여 최대환기량을 계산하는 방법으로서 좌우에 감지기가 있어 좌우별 폐기능을 각각 측정할 수 있다. 이러한 방법을 이용하여 Kristersson 등¹³⁾은 수술전 예측치와 수술 후 실측치와의 상관관계에서 1초간 강제호기량과 노력성 폐활량의 상관계수는 각각 0.63, 0.73이라고 보고 하였고 Ali 등⁶⁾은 이방법이 강제호기법이 아니고 일반적인 폐기능 검사와 같이 정상 호흡시 시행되므로 수술 후 보존될 폐기능의 예측치가 높게 나와 수술 적응증의 한계를 높일 필요가 있다고 주장하며 1초간 강제호기량의 수술하한계 예측치를 1.0L로 보고 하였다.

Xe¹³³을 이용한 방사선 호흡 계측법은 감지기가 필요하

고 환자가 호흡곤란이 심할 경우는 검사를 지속 시키기 힘들며 경제적으로 많은 부담이 되는 단점이 있다. 이에 비해 거대응집 알부민(macroaggregated albumin)을 이용한 폐관류스캔은 간편하고 비용도 적게들며 전산기의 사용으로 비교적 정확하게 폐기능의 분포를 산출할 수 있게 되었다. Roger 등¹⁶⁾은 기관지 호흡 계측법과 ¹³¹I 표지 거대응집 알부민을 이용한 폐관류스캔을 동시에 시행하여 비교한 결과 2~16%까지의 차이를 보였으나 대체로 일치한다고 하였다. 그러나 최근에는 ¹³¹I 보다는 반감기가 더 짧고 해상력이 좋은 99m Technetium 표지 거대응집 알부민을 이용한다.

Ali 등¹⁷⁾은 폐관류 및 폐환기스캔으로 1초내 강제호기량의 수술전 예측치와 수술후 실측치의 상관계수를 구하였는데 폐관류와 폐환기스캔 각각의 상관계수는 0.88, 0.90이었다. Bria 등¹²⁾은 Ali¹⁷⁾ 등과 같은 방법으로 1초간 강제호기량과 노력성 폐활량의 상관계수를 구했는데 1초간 강제호기량의 경우 폐관류 및 폐환기스캔에서의 상관계수는 각각 0.88, 0.88 이었고 노력성 폐활량의 경우 폐관류 및 폐환기스캔에서의 상관계수는 각각 0.93, 0.95로 보고 하면서 폐관류스캔과 폐환기스캔 사이에는 큰 차이가 없다고 주장 하였다. 이와같은 결과들은 Wernly 등¹¹⁾이나 Olsen 등¹⁸⁾의 보고에서도 일치를 보고있다.

결 론

연세대학교 의과대학 신촌 세브란스병원에 입원하여 전폐절제술을 받은 환자 22명을 대상으로 수술전 폐기능 검사와 폐관류스캔을 시행하여 수술 후 잔류 폐기능의 예측치를 구하고 수술 후 실측치를 구하여 예측치와 실측치와의 상관관계를 구하였다.

1. 1초간 강제호기량의 수술 전 예측치와 수술 후 실측치와의 상관계수는 0.719 로서 통계학적 유의성을 보이고 있으며(P=0.0002) 상관 회기직선 방정식은 $Y(ml) = 0.713X + 381$ 이었다.
2. 노력성 폐활량의 수술 전 예측치와 수술 후 실측치와의 상관계수는 0.675로서 통계학적 유의성을 보이고 있으며(P=0.0006) 상관 회기직선 방정식은 $Y(ml) = 0.645X + 556$ 이었다.
3. 수술 전 비침습적이고 간단한 폐관류스캔을 이용하여 전폐절제술후의 폐기능을 비교적 정확히 예측할 수 있었다.

참 고 문 헌

1. Neuhaus H, Cherniack NS. *A bronchspirometric method of estimation the effect of pneumonectomy on the maximum breathing capacity.* J Thorac Cardiovasc Surg 1968;55:144-8
2. Hazlett DR, Watson RL. *Lateral position test; A simple, inexpensive, yet accurate method of studying the separate functions of the lungs.* Chest 1971;59:276-9
3. Armitage GH, Arnott WM. *Respiratory quotient determination by air, sampling in man.* J Physiol 1950;112:23-30
4. Dester L, Whittewmberger JL, Haynes FW. *Effect of exercise in circulatory dynamics of normal individuals.* J Appl physiol 1951;3:439-53
5. Henry HE, Holmes EC, Gewirtz HE, Ramming KP, Alexander JM. *Role of pulmonary vascular resistance measurements in preoperative evaluation of candidates for pulmonary resection.* J Thorac Cardiovasc Surg 1978;75:519-24
6. Ail MK, Mountain C, Ewer MS, Johnston D, Haynie TP. *Predicting loss of differential lung function after pulmonary resection for bronchogenic carcinoma.* Chest 1980;77:337-42
7. 김용진. 폐절제술시 정량 폐관류스캔을 이용한 폐기능 변화 예견에 대한 평가. 대흉외지 1986;19(2):188-96
8. Boushy SE, Billig DM, North LB, Helgason AH. *Clinical course related to preoperative and postoperative pulmonary function in patients with bronchogenic carcinoma.* Chest 1971;59:383-91
9. Boysen PG. *Assessment for lung resection.* Resp Care 1984;29(5):506-15
10. Tisi GM. *Preoperative evaluation of pulmonary function: validity, indications and benefits.* Am Rev Resp Dis 1979;119:293-310
11. Wernly JA. *Clinical Value of Quantitative Ventilation-Perfusion Lung Scan in the surgical management of bronchogenic carcinoma.* J Thorac Cardiovasc Surg 1980;80:535-43
12. Bria WF. *Prediction of postoperative pulmonary function following thoracic operation: value of ventilation-perfusion scanning.* J Thorac Cardiovasc Surg 1983;86:186-92
13. Kristersson S, Lindell SE, Scanberg L. *Prediction of pulmonary function loss due to pneumonectomy using ¹³³Xe-Radiospirometry.* Chest 1972;62(6):694-8
14. Carlens E. *A new flexible double lumen catheter for bronchspirometry.* J Thorac Surg 1949;19:742-6
15. Nakahara K. *A method for predicting postoperative lung function and its relation to postoperative complications in patients with lung cancer.* Ann Thorac Surg 1985;39:260-5
16. Rogers RM, Kuhl DE, Hyde RW, Mayock RL. *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.* Ann Intern Med 1967;67:947-56
17. Ali MK. *Regional and overall pulmonary function changes in lung cancer: Correlations with tumor stage, extent of pulmonary resection and patient survival.* J Thorac Cardiovasc Surg 1983;86:1-8
18. Olsen GN, Block AJ, Tobias JA. *Prediction of postpneumonectomy pulmonary function using quantitative macroaggregated lung scanning.* Chest 1974;66:13-6