

# 결핵성 폐질환의 폐절제술 후 폐기능 및 동맥혈가스 분석에 대한 임상적 고찰

채 성 수\* · 권 오 우\* · 구 자 홍\* · 김 창 회\*

=Abstract=

## Clinical Evaluation of Pulmonary Resection with Arterial Blood Gas Analysis and pulmonary Function Test in the Pulmonary Tuberculosis

Sung Soo Chae, M.D.\* , Oh Woo Kwon, M.D.\* , Ja Hong Ku, M.D.\* , Chang Hoi Kim, M.D.\*

We performed serial pulmonary function test and arterial blood gas analysis at preoperative period and postoperative 1st week in 337 patients who underwent pulmonary resection from May 1988 to April 1992 at Dept. of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Seoul adventist hospital. Follow-up study for PFT and ABGA were possible in 30% of the patients at postoperative 3rd or 4th month.

In patient who underwent pneumonectomy, VC was decreased from 57.7% to 46.1%, FVC was decreased from 53.5% to 41.2% and MBC also decreased from 68.1% to 49.6% at postoperative 1st week. But ABGA revealed that POa<sub>2</sub> was increased from 87.2 mmHg to 92.7 mmHg, and PCO<sub>2</sub> was decreased from 43.2 mmHg to 35.9 mmHg at postoperative 1st week.

In patients who underwent lobectomy, VC was decreased from 78.1% to 68.30%, FVC was decreased from 72.5% to 55.3% and MBC was decreased from 73.5% to 68% at postoperative 1st week. But, ABGA revealed that PO<sub>2</sub> was increased from 95.2 mmHg to 97.9 mmHg and PCO<sub>2</sub> was decreased from 42.3 mmHg to 39.0 mmHg at postoperative 1st week.

The pulmonary function recovered at postoperative 3rd or 4th month and its ratio to preoperative value was 90% in lobectomy cases, but in pneumonectomy cases VC and MBC were recovered 20% and 15% above the preoperative values.

We concluded that resection of atelectasis, destructed lung, open negative and open positive cavity in the pulmonary tuberculosis were benifit to improve ventilation-perfusion ratio, and pulmonary function was recovered nearly to preoperative level at postoperative 3rd or 4th month.

(Korean J Thoracic Cardiovas Surg 1993; 26:856-60)

**Key words :** PFT, ABGA, Pulmonary Tb, Postoperative

## 서 론

폐절제술후 절제범위에 따른 폐기능의 감소는 당연히 예견되는 상태이며, 술후 어느정도의 시기에 어느 정도로 폐기능이 회복되며 잔존하는 기능장애는 어느 정도인가에

관하여는 현재까지도 논란의 대상이 되고 있다. 폐절제술 후의 폐기능장애는 제한성 환기장애이며 기능저하는 절제 범위에 비례하는 것으로 알려져 있으나, 폐기능이 일정수준으로 회복되는 시기는 보고자에 따라 많은 차이를 보이고 있다. 또한 과거에는 수술 전·후의 폐기능변화가 큰 관심거리였고 술전 폐허탈이나 무기폐상태가 경미하고 폐기능이 유지되고 있으면 수술대상으로 생각하지 않았으나, 동맥혈가스 분석을 임상에 적용한 이후 무기폐상태 또는 폐 파괴에 의한 폐허탈, 개방성 음성폐질환 수술후 동

\* 서울위생병원 흉부외과

\* Department of Thoracic & Cardiovascular Surgery, Seoul Adventist Hospital

Table 1. Age

Age	Pneumonectomy		Lobectomy	
	M	F	M	F
-20	4	3	11	2
21-40	33	29	48	27
41-60	28	15	58	44
61-	5	2	18	10

M: male, F: female

맥혈내 탄산가스 분압의 현저한 감소를 보여 폐허탈을 야기하는 폐질환에 대한 수술대상, 특히 폐결핵 환자의 폐절제술에 대한 적응증의 확대를 고려해야할 것으로 보인다.

저자들은 폐절제술 전 후의 폐기능 및 동맥혈가스 분압을 비교 분석함으로써 술전 환자 선택, 수술 방법의 선택, 술후 환자관리 및 합병증 예방에 도움이 되고자 한다.

### 대상 및 방법

1988년 5월부터 1992년 4월까지 4년간 서울위생병원 흉부외과에서 시행한 전폐절제술 119례, 폐엽절제술 218례 등 총 337례의 수술 환자를 대상으로 수술전 및 수술 1, 2주 후 폐기능검사 및 동맥혈가스 분석을 통해 비교분석하였고, 추적 가능한 30%의 환자에서 술후 1주부터 3~4개월까지 폐기능검사를 반복하였다. 폐기능 검사는 Computerized pulmonary function analyzer Model No 1000 IV (SRL 1981)을 사용하여 정적 폐활량 및 폐용량(평상호흡기량: TV, 호기에비량: ERV, 흡기용량: IC, 폐활량: VC), 최대 노력성 호기량(노력성 폐활량: FVC, 1초간 노력성 폐활량: FEV1), 최대 자발성 호흡량(MVV), 최대 호흡량(MBC) 등을 정좌한 자세에서 채운과 수증기의 포화 상태에서 수술전 과 술후 1주, 2주에 실시하고 술후 3~4개월까지 반복해서 검사를 시행하였으며, 같은시기에 동맥혈가스 분석을 시행하였다.

### 결 과

환자의 연령분포는 18세에서 63세로 평균연령은 35세였고, 남녀비는 남자가 205명, 여자가 132명으로 남녀비는 2.6:1 이었다(Table 1). 폐절제술의 원인으로는 결핵에 의한 폐질환이 252례로 가장 많았고, 기관지 확장증이 55례였으며, 이외에 폐암, 폐기포, 폐농양 등이 있었다(Table 2). 전폐절제술의 경우 우측이 31례 좌측이 88례였으며, 폐

Table 2. Disease

Diseases	No of Patients
Pulm. Tbc	252 (75%)
Bronchiectasis	55 (16%)
Lung Ca.	16 ( 5%)
Pulm. Cyst	7 ( 2%)
Lung Abscess	6 ( 2%)
Others	1
Total	337 (100%)

Table 3. Site of pulmonary resection

Site	Number(%)
Right Pneumonectomy	31 ( 9.1%)
Left Pneumonectomy	88 (26%)
Right middle lobectomy	15 ( 4.5%)
Right upper lobectomy	70 (21%)
Right lower lobectomy	24 ( 7.1%)
Right mid.&low.lobectomy	11 ( 3.3%)
Left upper lobectomy	48 (14.2%)
Left lower lobectomy	50 (14.8%)
Total	337 (100%)

엽절제술은 우상엽이 70례, 좌상엽이 48례, 우하엽이 24례, 우중엽이 15례, 기타 11례의 분포를 보였다(Table 3).

전폐절제술의 수술전 후 폐기능검사 결과 폐활량은 술전 평균 57.7%(35~93%)에서 수술 1주후 46.1%(67~37%)로 감소되었으며, 노력성 폐활량은 술전 평균 53.5%(33~86%)에서 술후 41.2%(26~61%)로, 최대 호흡량은 평균 68.1%(40~116%)에서 49.6%(32~81%)로 감소되어 전반적인 폐기능 저하를 보이고 있다(Table 4). 그러나 동시에 실시한 동맥혈가스 분석 결과에서는 폐기능의 감소에도 불구하고 술전 평균 산소분압이 87.2mmHg에서 술후 92.7mmHg로 증가되었고, 탄산가스의 경우는 술전 평균 43.2mmHg에서 39.5mmHg로 감소된 소견을 보여 이론상으로 생각될 수 있는 폐조직의 손실에 의해 예상되는 폐기능의 감소보다는 훨씬 적은 폐기능의 감소를 보였으며, 또한 폐기능의 감소에도 불구하고 혈액의 가스 소견은 술전보다 개선된 상태를 보였다(Table 5).

폐엽절제술의 수술전 후 폐기능검사도 전폐절제술과 거의 유사한 상태를 보였다. 술전 폐활량은 평균 78.1%(40~114%)에서 술후 68.3%(37~98%)로, 노력성 폐활량은 평균 72.5%(40~119%)에서 55.3%(32~76%)로, 최대 호흡량은 평균 75.3%(36~123)에서 68.2%(34~130%)로 감소되

**Table 4.** Preoperative and postoperative PFT in pneumonectomy

	Preop.			Postop. 1wk			Postop. 2wk		
	MAX	Min	MEAN	MAX	MIN	MEAN	MAX	MIN	MEAN
VC	93	35	57.5	67	36	46.1	72	40	52.4
FVC	86	33	53.5	61	26	41.2	79	57	68.2
FEV1	35	33	50.7	58	28	38.8	60	33	50.4
MBC	116	40	68.1	81	32	49.6	90	42	60.2

VC: Vital Capacity, FVC: Forced Vital Capacity, FEV1: Forced Expiratory Volume in 1 Second, MBC: Maximal Breathing Capacity, MAX: Maximum, MIN: Minimum

**Table 5.** Preoperative and postoperative ABGA in pneumonectomy

	Preop.	Postop. 1wk	Postop. 2wk
pH	7.30	7.37	7.40
pCO <sub>2</sub>	43.2	39.5	39.0
pO <sub>2</sub>	87.2	92.7	95.0
HCO <sub>3</sub>	25.0	23.2	23.7
BE	0.67	-1.67	1.0
O <sub>2</sub> CT.	18.7	18.6	18.0
O <sub>2</sub> Sat.	95.9	96.6	97.8
Bar. Pr.	762.8	765.9	765.5
Temp.	37.0	36.9	37.0
Hb	13.6	13.5	12.9

었으나(Table 6), 동맥혈가스 분석에서는 산소분압이 평균 95.2mmHg에서 97.9mmHg로, 탄산가스분압은 평균 42.3mmHg에서 39.0mmHg로 개선된 소견을 보였다(Table 7).

이상의 결과로 대부분의 폐실질 파괴 및 다양한 원인으로 인한 장기적인 무기폐 상태로 폐동정맥단락이 생겼다고 추정되는 경우 병변부위의 절제술은 술후 폐조직 손실, 개흉에 의한 동통으로 인한 흉곽운동의 제한으로 인해 수술 직후 의의있게 폐기능의 감소를 보였으나, 동정맥단락의 해소로 동맥혈가스 분석에서 산소분압의 증가 및 탄산가스분압의 감소 소견을 보였다.

추적검사 결과 수술 직후 보인 폐기능 감소는 술후 3~4개월 경과 후 술전의 약 90% 정도까지 회복되었으며, 특히 전폐절제술의 경우 술전에 비해 폐활량은 20%, 최대호흡량은 15% 증가된 소견을 보이고 있다(Table 8).

## 고 찰

현재 임상에서 이용되고 있는 폐기능 측정법으로는 폐활량계를 이용한 폐기능 검사법, 동맥혈가스 분석, 동위원소를 이용한 폐조영술 및 심도자법에 의한 폐동맥압 측정

법 등을 들 수 있다. 이중 폐활량계를 이용한 방법은 가장 기본적인 검사로 폐절제술을 시행에 있어 수술 가능성의 지표로서 가장 보편적으로 사용되고 있다.

폐활량계를 이용한 폐기능검사는 폐의 생리, 폐질환의 역학, 병태생리, 자연경과 및 치료효과의 판정에 사용되어 왔고, 수술 환자의 술후 합병증의 위험도 예측에 이용되어 왔다. 그러나 Spirometry는 사용이 쉽고 유리한 가격 조건이 있으나, 환자의 협조가 절대적으로 필요하고 환자 개인에 따른 다양한 요소에 의해 영향을 받는 점이 유의해야 할 사항이다. 검사장비, 검사방법 및 검사성적의 분석에 따라서 다양한 검사치가 얻어질 수 있으나, 근래에 들어서는 호출폐용량과 호출기류가 동시에 기록되는 최대호기량 곡선이 사용되고 있어 어느 폐활량 수준에서도 호출기류의 변동을 정량적으로 나타내어 비정상적인 호흡기능 및 기관지 폐색부위의 예측이 가능하게 되었다. 폐절제술 전후에 폐기능 검사에 영향을 미치는 몇가지 요인으로 폐조직 자체의 손실외에 몇가지를 들 수 있다<sup>2)</sup>. 우선 통증 제거를 위한 충분한 시간이 필요하기 때문에 본 연구에서는 흉부절제술의 잔여효과가 제거되는 술후 6주이후에 폐기능 검사를 실시하여 노력성 폐기능 측정의 변수를 제거하였다. 또한 술후 환자의 대부분은 금연을 하기 때문에 간접적인 폐기능의 증가 요인으로 작용할 수도 있다.

폐절제술 후 폐활량(VC)의 변화에 대해 Smith T.D 등은 술후 2~3일째 최저치를 보이고 1주째는 술전의 60% 수준을 보였다고 하였으며<sup>3)</sup>, 본원의 경우 술후 1주째 전폐적출술에서는 술전의 80%, 폐엽절제술은 술전의 88%에 해당하였다. Anscome 등은 폐절제술이 아닌 개흉술의 경우 폐활량은 약 2주 후 술전 수준으로 회복된다고 하였다<sup>4)</sup>. 수술 수기에 따른 폐활량의 변화로는 전폐적출술시 약 30%, 폐엽절제술시 약 10%의 감소를 보고하고 있으나, 이론적으로 예측할 수 있는 폐활량의 감소보다는 적은 수치로, 그 차이는 제거된 폐조직이 이미 기능을 잃은 상태이고, 적출후 남은 폐조직의 보상에 의한다고 생각된다<sup>5)</sup>.

**Table 6.** Preoperative and postoperative PFT in lobectomy

	Preop.			Postop. 1wk			Postop. 2wk		
	MAX	Min	MEAN	MAX	MIN	MEAN	MAX	MIN	MEAN
VC	114	40	78.1	98	37	68.3	100	40	70.0
FVC	109	40	72.5	76	32	55.3	98	40	57.2
FEV1	106	30	68.7	78	28	51.3	90	30	57.8
MBC	123	36	75.3	130	34	68.2	125	34	68.5

VC: Vital Capacity, FVC: Forced Vital Capacity, FEV1: Forced Expiratory Volume in 1 Second, MBC: Maximal Breathing Capacity, MAX: Maximum, MIN: Minimum

**Table 7.** Preoperative and postoperative AbGA in lobectomy

	Preop.	Postop. 1wk	Postop. 2wk
pH	7.39	7.37	7.42
pCO <sub>2</sub>	42.3	39.0	37.5
pO <sub>2</sub>	95.2	97.9	98.6
HCO <sub>3</sub>	24.5	22.8	22.8
BE	0.13	-1.75	1.7
O <sub>2</sub> CT.	19.0	18.6	18.9
O <sub>2</sub> Sat.	94.5	96.9	98.0
Bar. Pr.	785.8	760.2	760.5
Temp.	37.0	37.0	36.8
Hb	13.9	13.6	12.7

본원의 연구에서는 폐절제술후 3~4개월에 실시한 폐기능 검사 결과 특히 폐허탈에 의한 전폐절제술시 폐활량이 술전에 비해 약 20% 증가되는 소견을 보였다. 노력성 폐활량(FVC), 특히 초기 1초간의 노력성 호기량은 폐쇄성 폐질환의 예후를 반영하는 인자로 폐절제 후 폐실질 감소와 상관 관계가 있으며, 이에 대한 국내 보고로 조광조 등은<sup>6)</sup> 노력 의존부의 지표인 FEV1, FVC, FEF200~1200 등은 수술 4~6주 후 일정 수준에 도달하고, 노력 비의존부인 FEF25~75%, Vmax50은 술후 약 2주째 일정 수준에 도달하며 술전에 비해 감소가 거의 없었다고 보고하였다. 본원의 경우도 술후 3~4개월의 노력성 폐활량이 술전과 비슷한 수준을 보였다.

환자의 노력과 협조가 절대적으로 요구되는 최대 자발성 호흡량(MVV)은 술전 호흡곤란과 유의한 상관 관계를 나타내어 술 후 호흡장애 평가의 추측 지표가 되며, 조광조 등은 술후 약 4~8주에 일정한 수준에 도달하였고 폐절제술의 경우 약 80%의 술전 수준에 도달한다고 보고하였다<sup>6)</sup>. 본원의 경우 술후 3~4개월에 술전의 90% 정도로 회복되는 소견을 보이고 있다.

전폐절제술 후의 잔존폐의 폐기능 및 동맥혈가스 분석 결과에 대해 McIlroy와 Bate<sup>7)</sup> 등은 정상 수준까지 증가하

**Table 8.** Postoperative 3-4 months PFT and ABGA in pneumonectomy and lobectomy

	Pneumonectomy	Lobectomy
VC	68.7	72.7
FVC	61.5	68.8
FEV1	55.8	60.2
MBC	78.3	67.8
pH	7.42	7.38
pCO <sub>2</sub>	37.2	36.0
pO <sub>2</sub>	94.7	98.7
HCO <sub>3</sub>	21.7	21.4
BE	1.2	1.5
O <sub>2</sub> Sat.	99.4	98.9
Hb	13.0	12.9

VC: Vital Capacity, FVC: Forced Vital Capacity, FEV1: Forced Expiratory Volume in 1 Second, MBC: Maximal Breathing Capacity

지 않으며 이는 폐 탄성(Lung compliance)의 감소와 최대 흡기상태에서 최대 늑막내압의 증가 등이 원인이라고 하였다. 본원의 경우 전폐절제술 술전에 비해 초기 약 20% 정도의 폐기능 감소가 있었으나, 3~4개월 후에는 술전보다 약 20% 정도의 폐기능 증가를 보여 수술 직후 폐조직의 손실등 기타 외적 요인에 의한 수술 직후의 폐기능 감소가 3~4개월 후에는 수술전에 비해 증가된 소견을 보였다. 그러나 수술 전후의 동맥혈가스 분압 비교에서는 폐절제로 인한 폐기능 손실에도 불구하고 환기-혈류 비율의 분포 증가로 인해 개선된 소견을 보였다. 폐엽절제술 경우 술후의 유속 변화는 폐용적의 변화에 기인하고 일부에서 나타나는 술후 폐저항 감소는 잔존 폐조직의 과팽창, 절제부위, 폐기종의 존재여부와는 무관하고 단지 금연 및 이환된 기도의 제거에 의한 것으로 보고하고 있으나 폐기능 검사 결과로는 폐전적출술과 별다른 차이점은 없었다<sup>8)</sup>.

폐의 호흡운동과 폐역학간의 기본관계를 이해하는데는 압력-용량 곡선이 이용된다. 폐질환에 있어서는 폐의 탄력

특성이 균등하지 못하므로 각 부위의 환기도 균등하지 못하다. 따라서 인접 폐부위나 인접폐포는 압력-용량 곡선의 성질이 달라진다. 즉 흉막내압이 동일한 압력으로 시작하여도 인접 폐조직의 용적변화는 차이가 있게 된다. 폐엽절제술 후 이 곡선의 변화 요인으로 술전 질환 자체의 분포 상태, 상엽 또는 하엽의 제거가 전체의 탄력성에 영향을 미친다는 점, 잔존 폐조직의 과팽창, 술후 늑막유착의 정도등을 들 수 있다. 이같은 변화로 인해 술전의 혈류분포와 환기분포의 불균형은 생리적 한계를 넘어 폐 가스 교환의 장애 요인이 된다. 폐절제술 시행시 이 불균형의 감소, 즉 병적 단락 요소를 제거 함으로써 혈액학적 가스소견의 개선이 예상된다. 본원에서 시행한 폐엽절제술 및 폐전적출술의 두 경우 모두 약간의 폐기능 감소를 보였으나 동맥혈가스분압의 비교에서는 산소분압의 증가 및 탄산가스분압의 감소를 보였으며, 이는 병적 단락의 제거가 그 원인이라고 사료되며 폐의 만성 질환 특히 폐결핵의 경우 파괴된 폐실질의 제거가 환자의 혈액 가스소견에 도움이 된다고 보여진다.

과거 술후 폐확산 용량의 변화에 대한 보고로는 Dietiker<sup>9)</sup> 등이 폐적출술 직후 일산화탄소의 확산능력의 저하가 있으나 술후 20주까지 술전치보다는 약간 감소된 수준까지 증가한다 하였고, Berend<sup>8)</sup>는 확산능력의 감소는 전폐적출술의 경우 폐용적의 감소와 일치하여 확산능력의 저하가 있었으나, 폐엽절제술의 경우 폐용적의 감소 이상으로 확산능이 감소한다고 하였고 그 이유로 남아있는 폐조직의 혈액공급이 수술 과정상의 방해에 의한 것이라고 하였다. 또한 Gimmeno<sup>10)</sup> 등은 폐절제술후 폐용적의 손실로 예상보다 일산화탄소 확산능의 감소가 크다고 보고하였다. 그러나 최근에 발표된 보고는 폐절제술후 의미있는 일산화탄소 확산능의 변화는 없다고 보고하고 있으며<sup>6)</sup>, 이는 술후 남아있는 폐조직의 과팽창으로 폐포-모세혈관 접촉면적의 증가와 더불어 혈류의 증가는 약 25%의 폐조직 손실을 보상할 수 있다고 하였다. 또한 술후 환기-관류의 고른 분포가 이루어져 폐기능의 보상을 위한 기전으로 설명하고 있다.

본원의 경우 심한 폐조직 손실에의해 현저히 감소된 폐기능을 나타낸 환자의 폐엽절제술의 경우에 있어서도 술후 적응이 비교적 용이하였고, 수술전 후 폐기능의 특별한 변화는 없었으나 동맥혈가스 분석에서는 오히려 개선된 소견을 보였고, 술후 폐기능의 손실은 폐용적의 손실에 기초한다고 사료되며, 술후 3~4개월 후에는 그 기능손실을 거의 회복하는 결과를 얻을 수 있었다.

## 결 론

본원 흉부외과에서 1988년 5월부터 1992년 4월까지 4년간 시행한 폐절제술 337례에 대한 수술전 후 폐기능 및 동맥혈가스 분석의 비교 검토와 추적이 가능한 약 30%의 환자 분석에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 폐절제술의 경우 수술 직후 폐조직의 손실 및 손상, 수술창상의 동통으로 인한 흉곽운동의 제한으로 인해 폐기능의 감소를 초래하나, 사강 및 동정맥단락의 감소로 인해 동맥혈가스 분석 결과 개선된 소견을 보였다.
2. 추적 가능한 환자의 술후 3~4개월에 시행된 폐기능 검사의 결과 술전의 약 90%수준으로 회복되었으며, 특히 전폐절제술시에는 술전에 비해 폐활량이 20%, 최대호흡량은 15%정도 증가된 소견을 보이고 있었으며, 이는 흉곽내 사강 절제로 인해 잔여 폐조직이 팽창됨으로써 폐기능이 호전된 결과로 사료된다.
3. 이상의 결과로 폐허탈을 야기하는 폐질환, 특히 폐결핵 환자의 폐절제술에 대한 수술적응의 확대를 고려해야 할 것으로 사료된다.

## References

1. Buist AS, Sexton GJ, Nagy JM, Ross BB. *The effect of smoking cessation and modification on lung function.* Ann Rev Respir Dis 1976;114:115-22
2. Craig DB. *Postoperative recovery of pulmonary function.* Anesthesia & analgesia 1981;60:46-64
3. Smith TD, Cok FD, Dekornfeld TJ, Siebecker KL. *Pulmonary function in the immediate postoperative period.* J Thorac Cardiovasc Surg. 1960;39:788-93
4. Anscomebe AR, Buxton RL. *Effect of abdominal operations on total lung capacity and its subdivisions.* Br Med J 1985;2:84-7
5. Cartis JK, Helene Baure, Rasmausen HK, Mendenhall JV. *Studies of pulmonary function before and after pulmonary surgery in 450 tuberculous patient.* J Thorac Surg 1959;37:594-8
6. 조광조, 정황규. 개흉술후 폐기능 변화에 대한 연구. 대흉외지 1992;25:1169-79
7. Mcllroy MB, Bates DV. *Respiratory function after pneumonectomy.* Thorax 1956;11:303-11
8. Berend N, Woolcock AJ, Marilyn GE. *Effects of lobectomy on lung function.* Thorax 1980;35:145-50
9. Dietiker F, Lester W, Burrows B. *The effects of thoracic surgery on pulmonary diffusing capacity.* Am Rev Respir Dis 1960; 81:830-8
10. Gimeno f, Kraan JK, Orie NGM, Peset R. *Pulmonary gas transfer 10 years after pneumonectomy for pulmonary tuberculosis.* Thorax 1977;32:80-3