

肺灌流 스캔에 의한 肺切除術後 肺機能 豫測

박 국 양* · 유 회 성* · 김 주 현**

— Abstract —

Prediction of Postoperative Pulmonary Function Following Thoracic Operations — Perfusion Lung Scanning Method —

Park, Kook Yang, M.D.*, Yu, Hoe Sung, M.D.*, and Kim, Joo Hyun, M.D.**

The purpose of this study is to predict postoperative lung function by perfusion lung scanning method. 40 patients who underwent lobectomy or pneumonectomy between 1983-1985 were analysed. Mean preoperative FEV1 was 2.36 L in lobectomy cases and 1.73 L in pneumonectomy cases. Preoperative and postoperative lung function were measured by routine spirometry in sitting position. Perfusion lung scanning was performed by ^{99m}Tc -MAA radioisotope. Postoperative FEV1 and VC were predicted by the formula: Postoperative FEV1 (VC)=Preoperative FEV1 (VC) × percent function of regions of lung not to be resected. In this study, I concluded that perfusion lung scanning is a simple and useful method to predict postoperative ventilatory function after pneumonectomy of lobectomy.

I. 序 論

肺切除術은 各種 肺疾患의 外科의 治療의 基本이다. 特히 結核과 같은 炎症性 疾患이 많은 우리나라에서 肺切除術을 施行할 때는 殘存 肺機能이 重要하다. 뿐만 아니라 最近 肺癌人口가 增加하고 있고, 肺癌에 있어서 肺切除術이 가장 效果의인 治療法임을 감안할 때, 術後 肺機能을 어떤 方法으로든지 術前에 豫測해야 할 必要

가 있다.

全體 肺機能은 FEV1, VC 및 MBC를 測定하면 充分하지만, 局所的 肺機能은 特殊한 方法이 必要하다.

主로 左·右 肺機能 分別에 使用되었던 이 特殊한 檢査方法으로는 側臥位檢査法³⁾, Balloon을 利用한 肺動脈 遮斷으로 反對側 肺動脈壓을 알아보는 法¹²⁾, Ventilation scan法¹¹⁾, 氣管支呼吸計測法 (Bronchosprometry)¹⁴⁾ 및 肺灌流스캔에 의한 局所 肺機能豫測法^{1,10)} 등이 있다.

이들 方法中 肺灌流스캔에 의한 局所 肺機能豫測法은 使用이 쉽고, 正確性이 높아, 最近 많은 著者들에 依해 發表되었다^{1,2,3,5,10)}.

本 論文의 目的은 手術前 FEV1 과 VC, 肺灌流스캔으로, 手術後 殘存 肺機能을 豫測한 바 그 有用性을 立證코자 施圖되었다.

* 국립의료원 흉부외과

* Dept. of Thoracic and Cardiovascular Surgery, National Medical Center

** 서울대학교병원 흉부외과학교실

** Dept. of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Seoul National University Hospital

1986년 6월 10일 접수

II. 研究材料 및 方法

患者는 1984年 6月부터 1985年 7月사이 國立醫療院 胸部外科에서 手術을 받은 34名과 1983年度 서울 大學校病院에서 手術을 받은 6名을 對象으로 하였다. 이중 肺葉切除術을 施行한 例가 22例, 一側肺全摘出術이 18例였으며, 患者의 平均 나이는 39歲였다(표 1).

患者의 診斷的 分類는 肺結核이 가장 많았고, 肺癌, 氣管支擴張症, 진균증의 順이었다(表 2).

術後 肺機能檢査는 大部分 退院전날 施行하였으며(平

均 14日), 外來 追跡이 잘 된 경우는 3年後에 施行한 例도 있었다. 術後 肺機能이 痛症 및 많은 咳痰量 등으로 充分히 발휘가 안되었다고 생각되면 며칠후 反復하였다. 術前 肺機能은 全例에서 1주일 以內에 實施되었다.

肺機能 測定은 Jaeger 會社의 Transferscreen II⁰로 하였으며 앉은 자세에서 實施되었다. 肺灌注스캔은 99m Technetium-Macroaggregated Albumin 5mCi를 靜脈注射하여 實施하였으며, Scanner로는 SIEMENS社의 LFOV gamma camera를 使用하였다.

術後 肺機能 豫測値는 다음과 같은 式에 依해 산출하였다.

$$\text{手術後 肺機能 豫測値(FEV1 or VC)} = \frac{\text{手術前 肺機能(FEV1 or VC)} \times \text{殘存 肺스캔量}}{\text{全肺스캔量}}$$

Table 1.

| | Lobectomy | Pneumonectomy |
|--------------|-----------|---------------|
| No. of cases | 22 | 18 |
| Afe (yr) | | |
| mean | 39 | 39 |
| range | 21-70 | 22-62 |
| Sex | | |
| male | 17 | 10 |
| female | 5 | 8 |

Table 2.

| | Lobectomy | Pneumonectomy |
|---------------|-----------|---------------|
| Diagnosis | | |
| Tuberculosis | 12 | 10 |
| Lung Ca. | 3 | 7 |
| Mycetoma | 2 | |
| Bronchiectais | 5 | 1 |



Fig. 1. Pneumonectomy case 11z

殘存 肺스캔 량은 胸部 X線촬영상 切除豫測範圍를 定하여 表示한 뒤, 스캔을 할 때 分割을 같은 比率로 定하여 컴퓨터에 의한 gamma-ray의 定量的 比率를 計算하였다.

一側肺全摘出術을 施行할 경우, 스캔의 分割에 어려움은 없었으나 肺葉切除術의 경우는 약간 곤란하였다. 따라서 無氣肺 및 肺損傷이 없는 경우에는 다음과 같이 分割의 原則을 定하였다. 則 左·右 上·下 肺葉切除術 施行時 肺스캔 分割은 各各 上·下 1/2씩을 取하였으며, 右中葉 切除術時엔 右肺野를 4等分하여 3번째 1/4等分을 取하였다. 大部分의 患者에서는 직접 胸部X線사진을 觀察하여 切除豫測範圍를 定한 뒤 分割線을 定하였다(그림 1~5).

III. 結 果

手術前·手術後의 實測值 및 豫測值의 FEV1 및 VC는 <表3> 및 <表4>와 같다. 手術前 VC가 2.0以下인 患者는 葉切除에서 4例, 全摘出術에서 6例 있었으며, 手術後 FEV1이 0.8以下인 患者는 葉切除에서 3例, 全摘出術에서 2例 있었으나, 術後 呼吸不全으로 因한 死亡例는 없었다.

手術로 因하여 喪失된 肺機能은 葉切除術의 경우 F FEV1이 0.69 L, VC가 0.94 L였고, 全肺摘出術은 F

Table 3. Measured lung function in pneumonectomy

| Case No. | FEV1 (L) | | | VC (L) | | |
|----------|----------|---------|--------|--------|---------|--------|
| | Preop. | Postop. | (Est.) | Preop. | Postop. | (Est.) |
| 1 | 0.80 | 1.00 | (0.73) | 1.28 | 1.20 | (1.17) |
| 2 | 1.70 | 1.30 | (1.19) | 2.20 | 1.70 | (1.54) |
| 3 | 1.23 | 0.80 | (1.02) | 1.43 | 0.95 | (1.18) |
| 4 | 2.20 | 1.50 | (1.90) | 2.70 | 1.70 | (2.30) |
| 5 | 2.40 | 1.30 | (1.27) | 3.00 | 1.70 | (1.59) |
| 6 | 2.07 | 1.70 | (1.78) | 2.90 | 2.40 | (2.49) |
| 7 | 1.10 | 0.90 | (0.90) | 1.60 | 1.20 | (1.30) |
| 8 | 2.00 | 1.60 | (1.80) | 2.40 | 1.90 | (2.16) |
| 9 | 2.10 | 1.16 | (1.47) | 2.40 | 1.44 | (1.68) |
| 10 | 1.80 | 1.00 | (1.30) | 2.60 | 1.30 | (1.87) |
| 11 | 2.40 | 1.40 | (1.60) | 3.40 | 1.70 | (2.30) |
| 12 | 1.60 | 0.85 | (0.72) | 1.90 | 1.08 | (0.91) |
| 13 | 0.75 | 0.80 | (0.70) | 1.64 | 1.50 | (1.54) |
| 14 | 2.00 | 0.90 | (1.04) | 2.70 | 1.10 | (1.40) |
| 15 | 1.50 | 0.85 | (1.50) | 2.46 | 1.89 | (2.46) |
| 16 | 2.52 | 2.62 | (1.46) | 3.38 | 2.24 | (1.96) |
| 17 | 1.51 | 1.31 | (0.74) | 3.06 | 2.13 | (2.50) |
| 18 | 1.63 | 1.49 | (1.63) | 1.92 | 1.60 | (1.91) |
| Mean | 1.73 | 1.19 | (1.26) | 2.39 | 1.60 | (1.79) |

(Est.) = Estimated value (L).

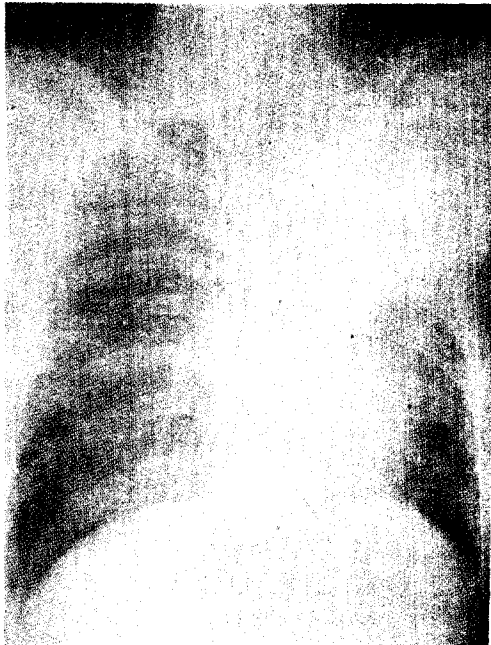


Fig. 2. Pneumonectomy case 9

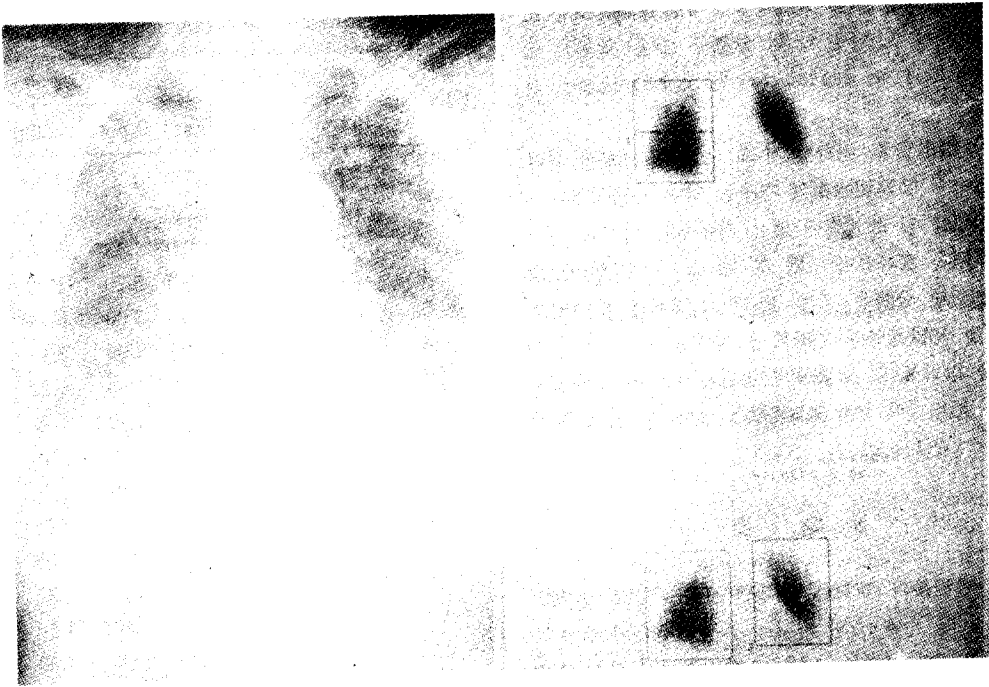


Fig. 3. Lobectomy case 16



Fig. 4. Lobectomy case 12

EV1이 0.54 L, VC가 0.79 L였다. 術後 實測値와 灌流스캔에 의한 豫測値를 比較하여 相關關係를 直線式으로 나타낸 것이 <그림 6~9>이다.

肺葉切除의 경우, 豫測値에 비해 實測値가 FEV1은 0.19 L, VC는 0.32 L 不足하였고, 全摘出術은 FEV1이 0.07 L, VC는 0.19 L 不足하였다.

IV. 考 察

術後 呼吸不全을 일으킬 수 있는 限界機能에 對하여는 一致된 견해가 없지만, Bria¹⁾ 및 Boysen등¹⁰⁾은 F EV1이 0.8 L 이하인 경우로 보고 있다. 精確한 基準으로 삼기에는 매우 經驗的인 수치라고 그들도 認定했지만, 手術前에 이러한 殘存 肺機能을 豫測할 수 있어 術後 呼吸不全으로 因한 合病症을 豫防할 수 있다면 術者에게는 큰 도움이 될 것이다.

Bria등¹⁾에 의하면 術後 FEV1이 0.8 L 以下인 경

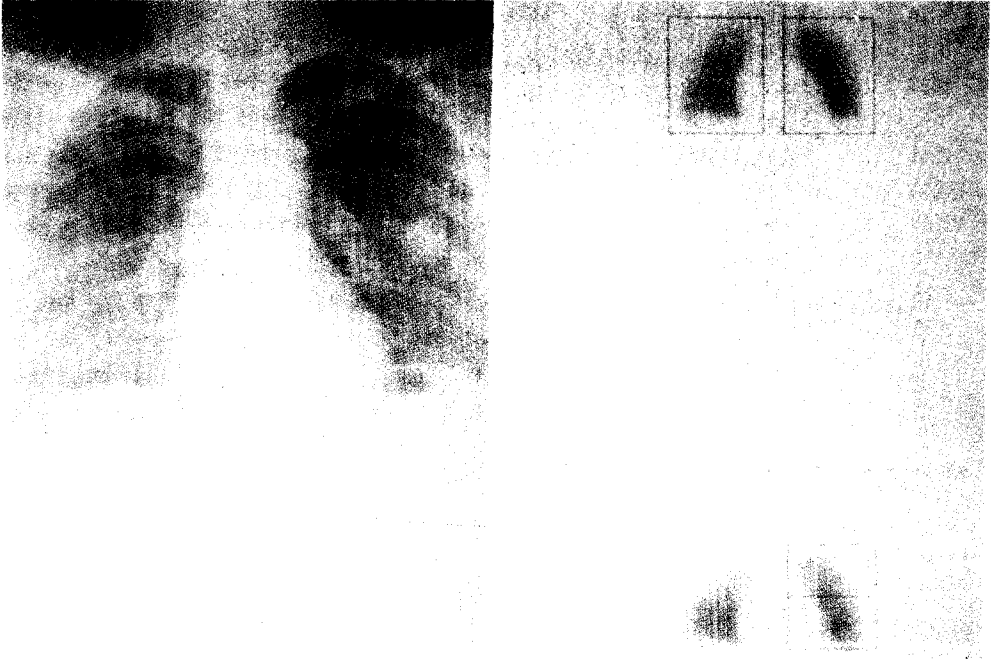


Fig. 5. Lobectomy case 14

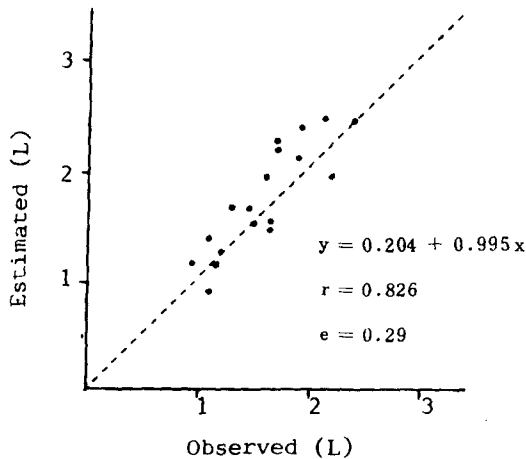


Fig. 6. Pneumonectomy - VC

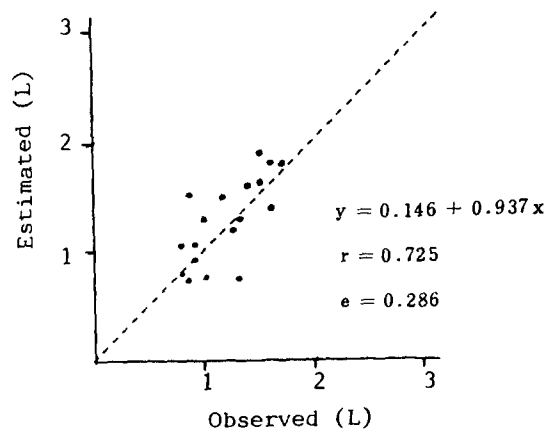


Fig. 7. Pneumonectomy - FEV1

Table 4. Measured lung function in lobectomy

| Case No. | FEV1 (L) | | | VC (L) | | |
|----------|----------|---------|--------|--------|---------|--------|
| | Preop. | Postop. | (Est.) | Preop. | Postop. | (Est.) |
| 1 | 2.77 | 1.80 | (1.72) | 3.10 | 1.94 | (1.93) |
| 2 | 2.00 | 1.30 | (1.39) | 2.52 | 1.70 | (1.97) |
| 3 | 2.25 | 1.90 | (2.00) | 2.87 | 2.10 | (2.55) |
| 4 | 1.00 | 0.70 | (0.73) | 1.74 | 1.24 | (1.27) |
| 5 | 1.67 | 0.80 | (1.35) | 1.88 | 0.90 | (1.50) |
| 6 | 3.10 | 2.10 | (2.57) | 3.40 | 2.20 | (2.80) |
| 7 | 2.90 | 1.61 | (1.79) | 3.83 | 1.78 | (2.35) |
| 8 | 1.95 | 1.73 | (1.47) | 2.86 | 2.20 | (2.30) |
| 9 | 0.56 | 0.70 | (0.49) | 1.13 | 1.45 | (1.04) |
| 10 | 1.90 | 1.10 | (1.40) | 2.38 | 1.57 | (1.76) |
| 11 | 3.14 | 2.10 | (2.50) | 3.54 | 2.10 | (2.86) |
| 12 | 3.40 | 2.10 | (2.70) | 4.30 | 3.00 | (3.44) |
| 13 | 3.40 | 2.10 | (2.70) | 4.10 | 2.40 | (3.28) |
| 14 | 2.30 | 1.00 | (1.80) | 2.70 | 1.10 | (2.10) |
| 15 | 1.20 | 1.00 | (1.10) | 1.90 | 1.60 | (1.77) |
| 16 | 1.75 | 1.60 | (1.47) | 2.24 | 1.80 | (1.88) |
| 17 | 3.10 | 2.40 | (2.48) | 3.60 | 2.30 | (2.80) |
| 18 | 3.14 | 1.90 | (2.40) | 3.60 | 2.30 | (2.80) |
| 19 | 2.25 | 1.60 | (1.94) | 3.20 | .84 | (2.75) |
| 20 | 3.10 | 2.34 | (2.26) | 4.09 | 3.37 | (3.40) |
| 21 | 2.90 | 2.81 | (2.75) | 3.78 | 4.14 | (3.59) |
| 22 | 2.12 | 1.99 | (2.00) | 3.11 | 2.50 | (2.95) |
| Mean | 2.36 | 1.67 | (1.86) | 3.02 | 2.08 | (2.42) |

(Est.) = Estimated value (L).

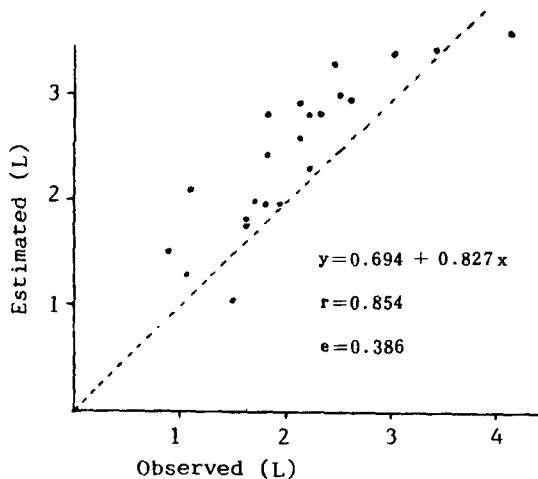


Fig. 8. Lobectomy - VC

우 CO₂ 저류가 증가되며, 呼吸機補助가 必要하였다고 하였다. Boysen 등¹⁰⁾도 術前 FEV1이 2.0 L 이하일 경우, 左·右側別 肺機能檢査를 實施하여 術後 豫測值가 FEV1이 0.8 L 이상인 경우에만 手術을 實施하였다.

術後 左·右別 또는 局所 肺機能 測定方法은 여러가지가 있다. 이중 側臥位法 (lateral position test)³⁾은 費用이 적게 들며, 使用에 複雜한 器具가 必要 無다는 點에서 1960년대 以後 利用되고 있지만 몇가지 問題點이 있다. 첫째는 反復 實施했을 때 3% 이하의 差異를 나타내야 正確한 값으로 認定하므로 時間消耗가 많고, 둘째는 測定하려고 하는 部分의 肺機能이 相對적으로 적을 때 誤差가 많이 난다는 點이며, 셋째는 胸壁及 終隔이 疾病으로 因하여 굳어 있을 때 이 檢査의 意義가 줄어들어 있다는 點 등이 있다³⁾. 氣管支呼吸計測法 (Broncho-spirometry)은 左·右 肺機能 分別에 正確성을 附與하였으나, 氣管插管下에 測定해야 하며, 熟達된 專門人이 必要하고, 費用이 드는 短點이 있다^{5,10)}.

이러한 問題點들을 解決하기 爲한 方法으로 方射線同位原素를 利用한 肺스캔法이 發達되었다. 이 肺스캔法은 1955년 Knipping 등이 ¹³³Xe을 肺癌診斷에 試圖한 以來 肺呼吸生理研究 및 肺動脈塞栓症 診斷 등에 利用되었으며⁴⁾, 最近에는 肺癌의 手術適應度 및 豫後判定^{8,15,17)}, 局所 肺血流測定 및 術後 肺機能豫測에 利用되고 있다.

初期에는 灌流스캔이 아닌 Ventilation scan이었으며, 동위원소로는 ¹³³Xe 등을 使用하였다^{3,11,16)}. 1972年 Kristersson 등¹¹⁾은 一側 全摘出術 施行 患者 19名을

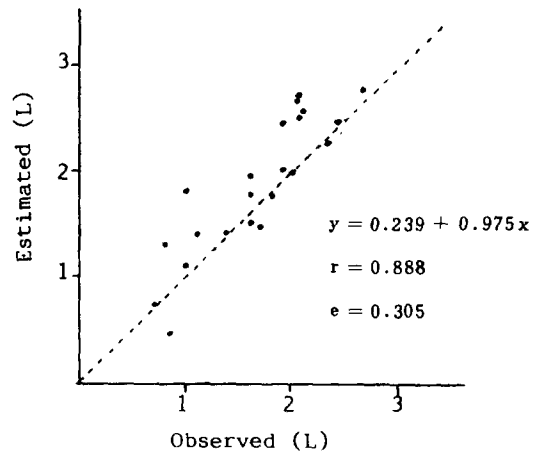


Fig. 9. Lobectomy - FEV1

對象으로 ^{133}Xe -Radiospirometry法을 利用하여 術後 肺機能을 豫測하였다. 則 ^{133}Xe 을 閉鎖된 Spirometer 系에 넣고 吸入을 시킨 뒤 肺-Spirometer 系에 平衡이 오면, 最大 吸入時와 最大 呼氣時에 放射能을 各各 測定하여 最大 換氣量을 計算하였다. 左·右에 Detector 가 따로 있기 때문에 左·右別 肺機能을 따로 測定할 수가 있었던 것이다. 이들은 術後 實測值과 術前 豫測值을 比較하였는데, 그 結果 相關關係가 높아서 臨床應用이 可能하다고 하였다.

^{133}Xe 을 利用한 Radiospirometry法은 Detector가 많이 必要한데다, 檢査方法이 複雜하였으며, ^{133}Xe 의 貯藏期間이 많은 短點이 있다. 이러한 Ventilation scan은 그후 99m Technetium을 利用한 灌流스캔(Perfusion scan)으로 代置되었는데^{1,2,5,10}, 著者の 경우처럼 Ventilatory function과 Perfusion scan의 곱으로 術後 肺機能을 豫測한다는 것은 問題가 없을 수 없다. 왜냐하면 Ventilation Perfusion比가 肺의 모든 部分에서 一致하지는 않을 것이기 때문이다¹⁰. 실제 例로서 Tisi 등²은 氣管內 異物로 右側 主氣管支 閉鎖가 發生하여 Perfusion scan上 正常이었으나, Ventilation Scan上 完全缺損을 보인 경우를 들기도 했다. 그러나 一般적으로 手術의 適應이 되는 患者에서 一側肺나 肺葉全體를 생각하면 Ventilation-Perfusion比가 類似하다고 보는 것이 타당하다¹⁰. 1983年 Bria 등¹¹도 肺葉切除術 18例와 全摘出術 2例에서 Ventilation scan 및 Perfusion 스캔을 同時에 施行하여, 術後 肺機能을 各各 豫測하였는 바, 術後 實測值과 比較할 때 FEV1은 相關係數가 各各 0.88 (Ventilation scan), 0.88 (Perfusion scan)이었고, FVC는 0.95 (Ventilation scan), 0.93 (Perfusion scan)이었다.

Rogers 등⁵의 研究는 氣管支呼吸計測法과 ^{131}I -MAA를 利用한 肺灌流스캔法을 同時에 施行하여 比較하였는 바, 2%~16%까지의 差異를 보였으나 大體로 一致한다고 報告하였다.

Boysen 등¹⁰은 1977年 FEV1이 2.0 L 이하인 危險도가 큰 33名의 患者에게 99m TC-MAA 肺灌流스캔法을 利用하여 術後 肺機能 豫測하였다. 術後 豫測 肺機能이 0.8 L 以上인 患者에게만 一側全摘出術을 施行하였다. 이들은 Perfusion scan이 다른 方法보다 使用이 쉬운 點을 들어 術後 肺機能 豫測에 一般病院에서 使用도 可能하다고 하였다.

術後 肺機能의 回復期間에 對하여는 異論이 있을 수 있다.

李 등⁶은 單一肺葉切除術이 肺機能에 미치는 影響에 關한 研究에서 一換量(Tidal Volume)의 減少는 術後 24時間內에 뚜렷하였으나 術後 1週日에는 術前과 同一하였으며, 分時換氣量(Minute Ventilation)은 術後 72時間까지 增加하였으나 術後 1週値는 術前과 同一하였다고 報告하였다.

박 등⁹은 一側 肺切除術을 받은 22名에 대하여 術前·術後 3週·4週 月 및 12個月에 各各 最大 呼氣流曲線과 努力性 肺活量을 測定하였다. 努力性 肺活量의 경우, 正常值에 比해 各各 $76.8 \pm 3.4\%$, $52.3 \pm 1.6\%$, $61.2 \pm 2.2\%$, $64.6 \pm 3.4\%$ 를 보여 術後 1年동안 12.3%만큼 增加되었으며 ($P < 0.01$), V 50*의 경우 各各 $81.6 \pm 5.2\%$, $65.8 \pm 3.8\%$, $65.8 \pm 2.4\%$, $68.4 \pm 3.7\%$ 로 術後 1年동안 2.6%의 增加를 보였다.

本 著者の 경우 術後 肺機能 檢査까지의 期間이 平均 14日로 充分치 못했으며, 그럼에도 兩切除術群에서 相關關係가 比較的 좋았던 것은 術後 Stein 등⁷이 말했던 물리치료를 積極적으로 施行한 點과, 患者가 肺機能 測定機에 익숙해진 點, 結果가 미흡했을 때 며칠 後 反復했던 點 등이 도움이 되었다고 생각된다.

術後 充分한 時間을 갖고 追跡研究를 한다면 더 좋은 相關關係를 보일 것으로 사료된다.

* V50 = Maximal expiratory flow at 50% of vital capacity

V. 結 論

1. 本 研究의 對象은 1983年~1985年 사이 國立醫療院과 서울大學校病院 胸部外科에 入院한 40名의 患者로 男子 27名, 女子 13名이었으며, 肺葉切除術을 施行한 경우가 22名 一側全摘出術이 18名이었다.

2. 研究 對象者들의 疾患別 分類는 結核이 22例, 肺癌이 10例, 氣管支擴張症 6例, 진균성 疾患 2例 등이었다.

3. 術前 肺機能檢査(FEV1 및 VC)와 99m TC-MAA Perfusion scan을 施行하여 術後 肺機能을 豫測하였고 術後 實測 肺機能을 x 축, 術前 豫測值를 y 축으로 하였을 때 相關直線式 및 分布圖는 <그림 6>~<그림 9>와 같다.

4. 이들의 相關係數는 一側 全摘出術의 경우 FEV1이 0.725, VC가 0.826, 肺葉切除術은 FEV1이 0.888, VC가 0.854였다.

REFERENCES

1. William F. Bria: *Prediction of postop. pulmonary function following thoracic operations*, *J Thorac Cardiovasc Surg* 86:186-192, 1983.
2. Gennaro M. Eisi: *Preop. evaluation of pulmonary function*, *am Rev Respir Dis* 119:293, 1979.
3. De Meester, T.R. et al: *Preop. evaluation with differential pulmonary function*, *Ann Thorac Surg* 18:61, 1974.
4. Wagner, H.B.: *The use of Radioisotope Techniques for the evaluation of patients with pulmonary disease*, *Am Rev Respir Dis* 113:203, 1976.
5. Rogers, R.M. et al.: *Measurement of the Vital capacity and perfusion of each lung by Fluoroscopy and M A A lung scanning*, *Ann Int Med*, 67:947, 1967.
6. 李賢雨 : 폐절핵 환자에서 폐절제술이 폐기능에 미치는 영향에 관한 연구. 대한흉부외과학회지 6 : 7, 1973.
7. Stein, M. et al.: *Preoperative pulmonary evaluation and therapy for Surgery patients*. *J A M A*, 211:787, 1970.
8. 김원곤 외 : 정량적 폐관류스캔에 의한 악성 폐종양 환자에서의 수술전 평가에 관한 고찰. 대한흉부외과학회지, 17 : 94, 1984.
9. 박재길 외 : 일측 폐절제술 후 폐기능의 추적관찰. 대한흉부외과학회지, 16 : 539, 1983.
10. Boysen, P.G.: *Prospective evaluation for pneumonectomy Using the ^{99m}Tc quantitative perfusion lung scan*. *Chest*, 72:422, 1977.
11. Kristersson Sven et al.: *Prediction of pulmonary function loss due to pneumonectomy using ¹³³Xe- Radiospirometry*. *Chest* 62:694, 1972.
12. Olsen, G.N. et al.: *Pulmonary function evaluation of the lung resection candidate. a Prospective study*. *Am Rev Respir Dis*, 111:379, 1975.
13. Tammeling, G.J. et al.: *An analysis of the pulmonary function of 90 patients following pneumonectomy for pulmonary tuberculosis*. *J Thorac Surg* 37:148, 1959.
14. Neuhaus Herbert et al.: *A bronchspirometric method of estimating the effect of pneumonectomy on the maximal breathing capacity*. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 55:144, 1968.
15. Fraser, H.S. et al.: *Lung scanning in the preop. assessment of carcinoma of the bronchus*. *Am Rev Respir Dis*, 101:349, 1970.
16. Juhl, B. & Frost, N.: *A comparison between measured and calculated changes in the lung function after operation for pulmonary Carcinoma*. *Acta Anesth Scand Suppl*, 57:39-45, 1975.
17. Secker, R.H.: *Scintillation scanning of lungs in preoperative Assessment of Carcinoma of Bronchus*, *British M Journal*, 3:327, 1969