

## 정량적 폐관류스캔에 의한 악성폐종양 환자에서의 수술전 평가에 관한 고찰

김 원 곤\* · 서 경 필\*

- Abstract -

### Preoperative Evaluation of Quantitative Perfusion Lung Scintigraphy in the Patients with Lung Cancer

Won Gon Kim, M.D.\* and Kyung Phill Suh, M.D.\*

The purpose of present study is to investigate the significance of preoperative evaluation with perfusion lung scintigraphy in patients with lung cancer.

Lung scans with the use of macroaggregated human serum albumin labeled with technetium-99m were carried out in 35 patients with lung cancer before thoracotomy at Seoul National University Hospital, during the period from November 1981 to September 1983.

The relationship between size of the perfusion defect as seen by perfusion lung scan and size of the mass lesion as seen radiologically was correlated with the presence of regional adenopathy and resectability. Among patients with a larger perfusion defect than mass lesion on chest X-ray film 86% were found to have regional lymph node involvement with 29% resectability, whereas among patients in whom a larger defect was not present only 14% had such extension of the disease with 93% resectability.

The relative pulmonary arterial perfusion of affected lung was calculated from the counts of radioactivity recorded from affected lung on both anterior and posterior scans expressed as a percentage of the total counts in the scan.

The mean relative pulmonary arterial perfusion of the inoperable group (34±9%) is significantly different from both that of the pneumonectomy group (39±8%) and that of the lobectomy group (48±5%). (p<0.01)

#### I. 서 론

악성폐종양으로 개흉술을 받는 환자의 약 1/3에서 병변의 국소확산과 주요 기관의 침윤 등으로 종양의 근치절제가 불가능한 것으로 알려져 있다<sup>1)</sup>. 그러므로 이런 환자들에서 불필요한 수술을 피하기 위한 비관혈적 수

술전 평가 방법의 필요성이 오래 전부터 요망되어 왔다. 흉부 X선 촬영은 가장 널리 쓰이는 검사법중의 하나로 비관혈적이며 용이하게 시행할 수는 있지만 수술여부 및 예후를 판정하는데는 완전하지 못하다. 또 종격동경검사는 악성폐종양 환자에서 규칙적으로 시행할 경우 30~40%에서 종격동임파절로의 전이를 발견할 수 있어<sup>2)</sup> 수술전 평가에 큰 도움을 주나 관혈적인 방법이라는 단점이 있다. 몇몇 보고자들은 1963년 폐관류스캔이 처음 소개된 이래<sup>3,4)</sup>, <sup>99m</sup>Tc-Macroaggregated Albumin (M.A.A.)을 이용한 폐관류스캔이 악성폐종양 환자에서 간단

\* 서울대학교 의과대학 흉부외과학교실

\* Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, College of Medicine, Seoul National University.

하고 비관절적이면서도 관류상태에 따른 수술전 평가에 비교적 도움이 된다고 보고하였다<sup>1-3)</sup>.

이에 저자는 악성폐종양 환자에서 폐관류스캔에 의한 수술전 평가의 임상적 의의 및 유용성을 알아보고자, 1981년 11월 부터 1983년 9월까지 서울대학교병원에 입원하여 악성폐종양으로 확진되어 수술받은 35명의 환자를 대상으로 수술전 <sup>99m</sup>Tc-M.A.A. 를 이용한 폐관류스캔을 시행하고 컴퓨터에 의한 관류비를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

## II. 대상 및 방법

### 1. 대 상

1981년 11월 부터 1983년 9월까지 서울대학교병원에 입원하여 검사상 악성폐종양으로 확진되어 수술받은 환자중에서 수술전 폐관류스캔을 시행한 35명의 환자를 대상으로 하였다. 악성폐종양의 진단은 객담세포검사, 기관지경검사나 개흉술시의 생검조직 검사, 그리고 절제된 종양의 병리소견 등으로 확진되었다. 환자의 연령은 39세에서 70세까지 분포되어 있었으며, 평균 연령은 57세였다. 전체 환자중 남자가 29명, 여자는 6명이었다. 병리소견상 편평상피세포암이 32예, 선암 등 기타가 3예였다. 또한 악성폐종양 이외에 결핵 등과 같은 폐의 국소병변을 동반한 경우에는 대상에서 제외하였다.

### 2. 방 법

폐관류스캔은 환자를 양와위로 위치시킨 후 <sup>99m</sup>Tc-M.A.A. 5 mCi 를 정맥 주사한 직후에 gamma scintillation camera (Dyna camera)로 검사하였으며, 전면, 후면, 그리고 양측면의 영상을 얻었다.

방사능 계측비 측정은 후면상의 계수를 64×64 matrix of on line computer (PDP 11, DEC사)에 수록하여 양측 폐의 관심영역 (Region of Interest)를 설정하고 다음과 같은 공식으로 폐관류의 지표를 얻었다.

$$\text{관류비 (\%)} = \frac{\text{병변측폐 방사능계수}}{\text{양측폐 총방사능계수}} \times 100$$

또 폐관류 소견과 흉부 X선 소견에 의한 분류를 하였던 바, 환자를 다음과 같이 3군으로 분류하여 비교 관찰하였다(표 1). 즉 제 I군은 폐관류스캔상, 흉부 X선상에서 보이는 병변과 일치하는 크기의 관류결손 소견을 보이는 경우이고, 제 II군은 흉부 X선상의 병변보다 더 큰 관류결손 소견을 보이는 경우이며, 제 III군은 흉부 X

Table 1. Classification of Lung Scintigraphic Findings

Group	Criteria of Classification	No. of Cases
Group I	Perfusion defect of same size as mass lesion	14
Group II	Confluent perfusion defect larger than mass lesion	11
Group III	Multiple perfusion defect or perfusion defect in contralateral lung	10

선상의 병변과 불연속적인 곳이나 병변이 있는 폐의 반대측 폐에 관류결손을 보이는 경우로 분류하였는데, 각각의 전형적인 예는 그림 1, 2 및 3과 같다.

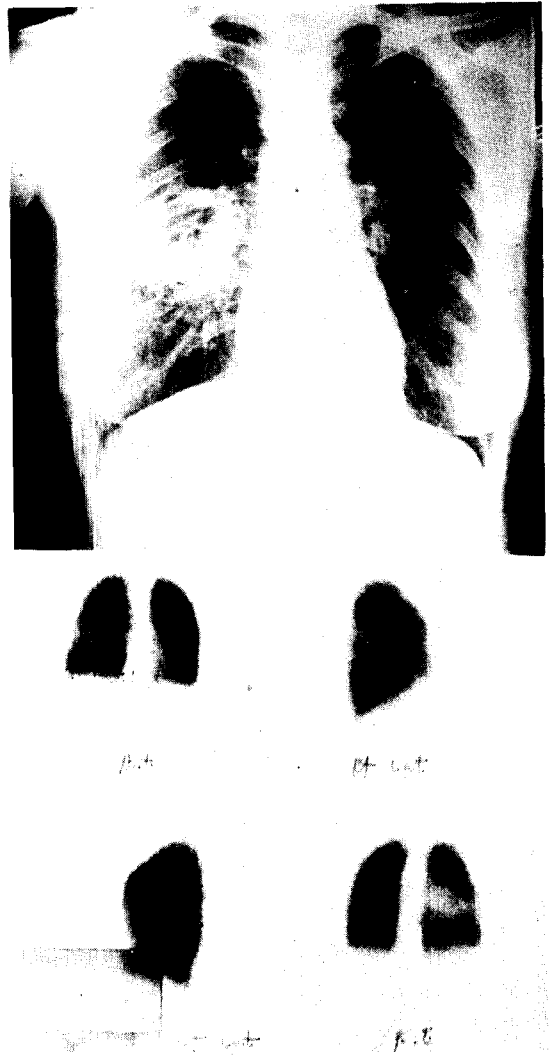


Fig. 1. Typical radiologic and scintigraphic findings of patients in Group I.

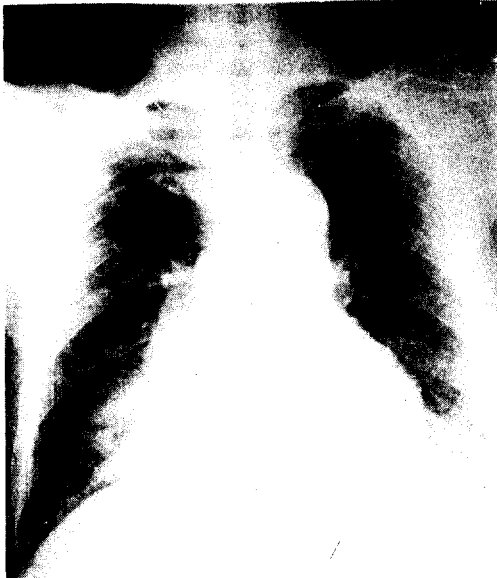


Fig. 2. Typical radiologic and scintigraphic findings of patients in Group II.

임파선 전이의 유무는 수술 및 병리소견에 따라 결정하였으며, 그 분류는 “American Joint Committee for Cancer staging and End Results Reporting” 에서 추천한 방법중<sup>15)</sup>, 임파선 분류법만을 사용하였는데 그 기준은 표 2 와 같다.

### III. 결 과

#### 1. 폐관류스캔소견과 수술소견 및 임파선 전이 여부와의 비교

총 35명의 대상 환자중 제 I 군이 14에, 제 II 군이 11에, 제 III 군은 10에였다. 각 군의 환자들을 수술소견



Fig. 3. Typical radiologic and scintigraphic findings of patients in Group III.

Table 2. Classification of Regional Adenopathy in Patients with Lung Cancer.

N	Criteria of Classification
N0	No demonstrable metastasis to regional lymph nodes
N1	Metastasis to lymph node in the ipsilateral hilar area
N2	Metastasis to lymph node in the mediastinum

과 비교하면 표 3 과 같다. 즉 절제가 가능했던 19에 중 제 I 군은 13에, 제 II 군은 5에였고 제 III 군은 1에밖에 없었다. 원격전이는 없었으나, 종격동경검사 또

**Table 3. Results of Operative Findings and Perfusion Index Ratios in Patients with Lung Cancer.**

Resectability		Group I n P.I. (%)	Group II n P.I. (%)	Group III n P.I. (%)	Total n P.I. (%)
Resectable	Pneumonectomy	7	1	3	11(39.2±8.1%)
	Lobectomy	6	0	2	8(47.6±5.0%)
	Subtotal	13	1	5	19(43.1±7.8%)
Nonresectable (without distant metastasis)		1	10	5	16(33.8±8.6%)
Total		14(44.6±5.9%)	11(35.1±8.8%)	10(34.3±9.1%)	35

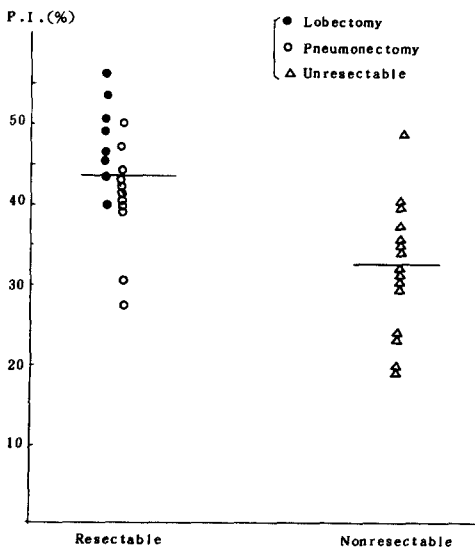
P.I.: Perfusion Index (Mean±S.D.)

는 수술시에 절제가 불가능했던 16예의 환자는 제Ⅱ군이 10예, 제Ⅲ군이 5예였으며, 제Ⅰ군은 1예밖에 없었다. 또 각 군의 환자들을 지역 임파절 전이에 따라 분류하면 표 4와 같은데, 즉 제Ⅰ군의 경우 총 14예중 12예에서 지역 임파절 전이가 없었으나, 제Ⅱ군의 경우에는 11예중 10예, 제Ⅲ군의 경우, 10예중 8예에서 지역 임파절 전이가 관찰되었다.

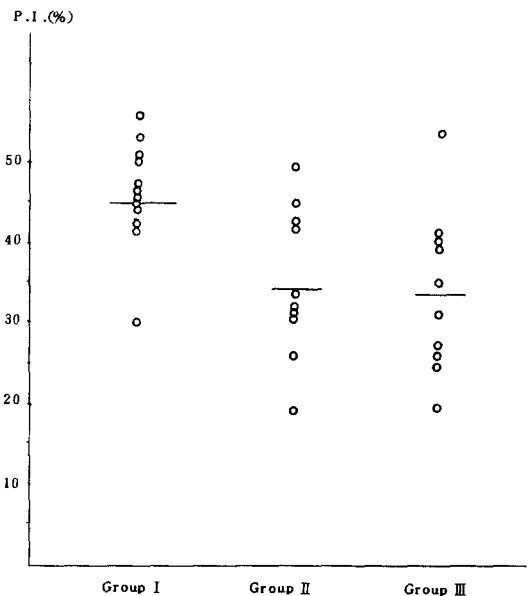
**2. 관류비에 따른 비교**

수술로 증양의 절제가 가능했던 19명의 환자군에서의 폐관류비는 43.1±7.8% (Mean±S.D.) 이었고, 절제가 불가능했던 16명의 환자군에서는 33.8±8.6%로 후자에서 유의하게 감소되어 있었다(표 3, 그림 4).

(P < 0.01) 또 수술 절제가 가능했던 환자군 중에서도 폐절제술(Pneumonectomy)을 받은 환자군에서의 폐관류비는 39.2±8.1%이고, 폐엽절제술(Lobectomy)을 받은 환자군에서의 비는 47.6±5.0%로 역시 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(표 3, 그림 4). (P < 0.05) 폐관류스캔 소견에 따라 분류한 각 환자군에서의 관류비는 표 3, 그림 5와 같은데, 즉 제Ⅰ군은 44.7±5.9%이고, 제Ⅱ군은 35.1±8.8%이며, 제Ⅲ군은 34.3±9.1%로서 제Ⅰ군에 비해 제Ⅱ군과 제Ⅲ군은 유의하게 감소되어 있었으며(P < 0.01) 제Ⅱ군과 제Ⅲ군 사이에는 유의한 차이가 없었다.



**Fig. 4. Perfusion Index (P.I.) Ratio(%) according to Resectability in Patients with Lung Cancer.**



**Fig. 5. Perfusion Index (P.I.) Ratio(%) according to Lung Perfusion Scan type.**

**Table 4. Relationship between perfusion Lung Scan Group and Regional Adenopathy**

Lung scan type	No. of cases	Presence of regional adenopathy			
		N0	N1	N2	N1+2
Group I	14	12	1	1	2
Group II	11	1	6	4	10
Group III	10	2	7	1	8
	35				

#### IV. 고 안

폐관류스캔은 1963년에 처음 소개된 이후 폐혈전색전증의 진단에 가장 명확한 방법으로 널리 사용되어 왔으며<sup>4,5,16)</sup>, 이후 폐결핵이나 폐기종 환자에서 수술전 폐동맥의 혈류상태를 파악하는데 이용되거나 만성 기관지염, 천식, 선천성 폐동맥기형, 우좌 심장단락, 폐농양 및 폐성고혈압 등 다양한 폐 질환에서의 폐기능 평가에 유용하게 이용되었다<sup>3)</sup>. 폐관류스캔은 폐의 혈류상태 특히 폐동맥에 의한 혈류를 반영하는데 보다 어렵고 많은 기술이 요구되는 bronchspirometry로 측정할 혈류량과 일치하는 것으로 알려져 있다<sup>7-10)</sup>. 이같이 폐동맥 혈류의 변화를 보다 간단하면서도 정확히 나타내는 폐관류스캔을 악성폐종양 환자에서 수술전에 수술 가능성 내지는 절제가능성 또는 그 예후 판정에 이용하고자 하는 시도는 여러 학자에 의해 연구되어 왔다<sup>1-3,6,14)</sup>.

악성폐종양 환자에서 흉부 X선 사진상에 보이는 병변 부위의 크기에 일치하는 폐동맥 관류결손이 보이는 것은 악성종양이 폐동맥에서가 아니라 체동맥의 하나인 기관지동맥에서 혈류공급을 받기 때문으로 이해될 수가 있으나, 1965년 Hatch 등<sup>14)</sup>과 Wagner 등<sup>6)</sup>이 기술한 바와 같이 어떤 환자들에서 볼 수 있는 흉부 X선 사진상의 병변부위보다 더 큰 관류장애나 심지어 폐엽이나 폐 전체의 관류결손을 보이는 기전에 관해서는 많은 해석이 있음에도 불구하고 아직 그 정확한 병리생리학적 기전은 밝혀지지 않고 있다. Wagner 등<sup>6)</sup>은 1965년 동물실험에서 기관지의 부분적인 폐쇄가 폐관류스캔에 쉽게 발견될 정도의 국소 폐혈류 감소를 일으킴을 보고하고 기관지폐쇄가 흉부 X선상 병변부위보다 큰 관류결손을 일으키는 주된 원인이라고 설명하였다. 그러나 Secker Walker 등<sup>17)</sup>은 1971년 기관지경 검사상에 정상소견을 보이는 환자 34명에서도 이러한 이상관류 장애를 관찰할 수 있다고 하였으며, Tauxe 등<sup>13)</sup>과 Garnett 등<sup>18)</sup>은 관

류결손을 보이는 환자에서 산소를 주어도 관류장애는 아무런 변화가 없다고 보고하면서 기관지 폐쇄로 인한 국소 저산소증에 의해 이러한 이상관류 장애가 보이는 것은 꼭 아니라고 하였다. 그리고 원발성 종양이나 임파절 종대에 의해 인근 폐동맥 분지가 압박받거나 염착을 일으킴으로서 관류결손이 생긴다는 설명이 있는데<sup>1,2)</sup>, Quinn과 Head는<sup>19)</sup> 1966년 폐동맥 혈류를 감소시키는 가능한 원인중에서 특히 종양이 폐문부위에 위치할 경우 아마도 이 기전이 가장 중요한 원인이 될 것이라고 하였다. 그밖에 폐동맥이나 폐정맥으로의 종양 침윤이나 폐동맥 혈전에 의한 것으로 설명하기도 하고<sup>14,18)</sup>, Wagenvoort와 Wagenvoort<sup>20)</sup> 같이 부검 소견을 근거로 폐동맥의 중막비대와 내막 섬유화가 원인이 된다고 하기도 한다. 또 Hatch 등<sup>14)</sup>은 이러한 기계적 원인이 발견되지 않은 경우를 보고하면서 혈류의 동적전이 (dynamic shift)때문으로 해석하였으며, Oeser와 Ernst<sup>3)</sup>는 폐문 병변이 없는 말초부위의 병변일 경우 어떤 기전에 의해 모세관 확장을 일으키거나 동정맥 문합 부위의 통로가 열려 입자가 포획되지 않고 폐모세 혈관을 통하여 빠져나감으로서 관류결손이 생긴다는 이론을 주장하기도 했다.

그러나 이런 여러 해석에 관계없이 이러한 이상폐관류 장애를 사용하여 폐관류스캔을 폐악성종양 환자에서의 수술 예후 판정에 이용해 보고자 하는 연구가 여러 학자들에 의해 시도되어 왔는데, 일반적으로 관류장애가 적으면 수술절제의 가능성이 높고 병변부위와 관류결손과의 크기 차이가 크면 클수록 절제의 가능성이 떨어진다는 것은 확실하나<sup>1,14,17,21)</sup> 이 절제 가능성의 결정을 폐관류스캔 단독으로는 할 수가 없다는 것도 공통적인 견해이다<sup>21,22)</sup>. 폐관류스캔상 보이는 소견은 보고자에 따라서 6개 군으로 분류한 경우<sup>13)</sup>, 3개 군으로 분류한 경우<sup>2,3)</sup> 등이 있는데, Macumber 등<sup>2)</sup>에 의하면 폐관류스캔 소견에 따라 환자를 정상 폐스캔을 보인 군 (N), 흉부 X선과 일치하는 관류장애를 보인 군 (E), 그리고 흉부 X선 소견보다 큰 관류장애를 보인 군 (L)으로 나누었을 때 L군에서 국소 임파절 침윤의 빈도가 높음을 보고하면서 악성 폐종양 환자에서 흉부 X선 사진상의 병변 부위보다 큰 관류결손을 보이면 폐문부위나 중격동 임파절로의 악성 전이의 빈도가 높음을 뜻하기 때문에 따라서 예후가 불량함을 예견하는 지표가 된다고 주장하였다. 또 그는 병변부위의 위치에 따라 관류결손의 빈도가 다르다고 하였는데, 폐문부 종양에서는 57%에서 관류결손을 보이나 말초부위 종양에서는 단지 24%의 환

자에서만이 관류결손을 보인다고 하였다. Mayard 등<sup>31</sup>도 I군에서 절제가 불가능한 폐악성 종양의 빈도가 높으며, 특히 병변이 폐문에 있을 때 관류장애가 더 크다고 일치된 보고를 하였다.

저자의 결과에서도 제II군과 제III군에서 국소 임파절 전이의 빈도와 수술시 절제가 불가능했던 빈도가 높았고, 제I군의 경우에는 총 14예 중 1예를 제외하고는 모두 절제가 가능했으며, 2예에서만 국소 임파절 전이를 보였는데, 이는 제II군과 제III군에서 그만큼 종양세포의 침윤이 심하다는 것을 보여 주며, 다른 보고자들의 보고와 유사한 결과로 생각된다.

Secker Walker 등<sup>11</sup>은 전체 폐의 방사능에 대한 병변이 있는 폐의 상대적 방사능비를 구하여 절제가 불가능한 환자군에서 유의하게 감소되었음을 보고하였는데, 병변이 있는 폐의 방사능이 전체의 1/3 이하인 10명의 경우 모두 종양 절제가 불가능하였으며, 34~40%에 해당하는 11명의 환자군에서는 10명에서 폐 절제술이 가능하였고, 나머지 1명은 절제가 불가능한 경우였으며, 40% 이상인 세번째 환자군에서는 22명의 환자중 12명에서 폐엽절제술, 4명에서 폐절제술, 2명에서 폐분절상 절제술, 그리고 나머지 4명에서는 종양 절제가 불가능하였다고 하였다. 그는 위 성적을 토대로 병변이 있는 폐의 방사능비가 전체의 1/3 이하일 경우 종양의 절제가 불가능한 것으로 생각되고, 그의 대상 환자 43명 중 15명이 수술시 종양절제 불가능으로 35%의 절제 불가능율을 보이던 것을 상기 기준을 사용하면 33명만이 수술 대상이 되어 5명의 환자에서 절제 불가능으로 15%의 절제 불가능율을 보여 20%의 현저한 감소를 나타낸다고 하였다.

저자의 경우에도 절제가 불가능한 환자에서 전체 폐에 대한 병변이 있는 폐의 관류비가  $33.8 \pm 8.6\%$ 로 유사한 결과를 보였으며, 이러한 결과 역시 절제가 불가능한 환자에서 병변이 있는 폐의 심한 종양세포 침윤을 반영하는 것이라 하겠다. 또한 이와 같은 관류비를 구하는 것은 단순한 폐관류스캔 소견에 의한 분류보다 더 객관적으로 환자의 예후를 판정하는 지표가 될 수 있을 것으로 생각되어 의의가 크다고 하겠다. 이밖에 Hatch 등<sup>14</sup>은 악성 폐종양 환자에서 방사선 치료 후에 관류장애가 개선된 예를 보고하고 폐관류스캔을 치료의 추적검사상의 한 지표로 이용할 수 있음을 시사하기도 했다.

폐관류스캔의 안정성에 관해서는 1973년 Harding 등<sup>20</sup>이 실험을 통해 폐관류스캔시 폐동맥의 변화를 관찰하였는데, MAA 입자에 의해 1,000개의 폐세동맥 중 1개

이하의 비로 폐쇄되어 혈류역동학적인 영향이 없음을 확인하면서 그 안정성이 매우 크다고 보고하였다. 그러나 심한 폐동맥성 고혈압이 있는 경우에는 이미 혈관들이 감소되어 있어 입자에 의해 폐쇄되는 혈관의 비가 상대적으로 상당히 크기 때문에 폐관류스캔에 상대적 금기조건이 되며<sup>2,31</sup>, 우좌 심장단락이 있는 경우에도 입자가 단락을 통하여 뇌신장, 관상동맥 등을 폐쇄시키기 때문에 역시 상대적 금기조건이 되어<sup>2,31</sup>, Rhodes 등<sup>26</sup>은 MAA 입자로 생긴 일시적 허혈성 병변을 보고한 바 있으나, 이러한 영향은 매우 드물고, 입자수를 줄여서 시행하면 되므로 매우 안전한 검사법이라 하겠다.

## V. 결 론

악성폐종양 환자에서 폐관류스캔을 이용한 수술전 평가의 임상적 유용성과 의의를 관찰하고자 악성 폐종양으로 확진되어 수술받은 35명의 환자를 대상으로 <sup>99m</sup>Tc-MAA로서 폐관류스캔을 수술전 시행하고 그 소견 및 관류비를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 폐관류스캔 소견에 따라서 흉부 X선 사진상의 병변과 일치하는 관류결손을 보인 군(제I군), 흉부 X선의 병변보다 크고 주위로 연속된 관류결손을 보인 군(제II군) 및 흉부 X선의 병변과 불연속적인 곳이나 반대측 폐에 관류결손을 보인 군(제III군)으로 분류하였을 때 제I군이 14예, 제II군이 11예, 그리고 제III군이 10예였다.

2) 절제가 가능했던 19예 중 제I군이 13예, 제II군이 1예, 제III군이 5예였으며, 원격 전이는 없으나, 절제가 불가능했던 16예에서 제II군이 10예, 제III군이 5예였고, 제I군은 1예 밖에 없었다.

3) 각 환자군에서의 국소 임파절 전이의 여부를 보면 제I군에서 No가 12예, N<sub>1</sub> 및 N<sub>2</sub>가 각 1예로 대부분에서 임파절 전이가 없었으며, 제II군에서는 No가 1예, N<sub>1+2</sub>가 10예이고, 제III군에서는 No가 2예, N<sub>1+2</sub>가 8예로 제II군 및 제III군에서는 국소 임파절 전이의 빈도가 높았다.

4) 양측 폐 전체의 방사능계수에 대한 병변측 폐의 방사능계수의 비는 절제가 가능한 19명의 환자에서  $43.1 \pm 7.8\%$  (Mean  $\pm$  S.D.)이었고, 절제가 불가능했던 16명의 환자군에서는  $33.8 \pm 8.6\%$ 로 후자에서 유의하게 감소되어 있었다 ( $p < 0.01$ ).

5) 폐관류스캔 소견에 따른 각 환자군에서의 관류비는 제I군에서  $44.7 \pm 5.9\%$ 이고, 제II군은  $35.1 \pm 8.8\%$ 이며, 제III군은  $34.3 \pm 9.1$ 로서 제I군에 비해 제II군과

제Ⅲ군은 유의하게 감소되어 있었다 ( $p < 0.01$ ). 제Ⅱ군과 제Ⅲ군 사이에는 유의한 차가 없었다.

이상의 결과에서  $^{99m}\text{Tc}$ -MAA를 이용한 폐 관류스캔이 악성 폐종양 환자에서의 수술 및 예후 판정에 비관혈적으로 사용될 수 있는 간단하고도 안전하며, 유용한 검사법임을 알 수 있었다.

## REFERENCES

1. Secker Walker, R.H., Provan, J.L.: *Scintillation scanning of lungs in preoperative assessment of carcinoma of bronchus. British Medical Journal*, 3:327, 1969.
2. Macumber, H.H., Calvin, J.W.: *Perfusion lung scan patterns in 100 patients with bronchogenic carcinoma. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 72:299, 1976.
3. Maynard, C.D., Miller, R.P., Heaphy, L.J., Whitley, J.E.: *Pulmonary scanning in bronchogenic carcinoma. Radiology*, 92:903, 1969.
4. Haynie, T.P., Calhoun, J.H., Nasjleti, C.E., Nofar, M.M., Beierqaltes, W.H.: *Visualization of pulmonary artery occlusion by photoscanning. J.A.M.A.*, 185:306, 1963.
5. Wagner, H.N., Jr., Sabiston, D.C., Jr., Ito, M., McAfee, J.G., Meyer, J.K., Langan, J.K.: *Regional pulmonary blood flow in man by radioisotope scanning. J.A.M.A.*, 187:601, 1964.
6. Wagner, H.N., Jr., Lopez-Majano, V., Tow, D.E., Langan, J.K.: *Radioisotope scanning of lungs in early diagnosis of bronchogenic carcinoma. Lancet*, 1:344, 1965.
7. Garnett, E.S., Goddard, B.A., Machell, E.S., Macleod, W.M.: *Quantitated scintillation scanning for the measurement of lung perfusion. Thorax*, 24:372, 1969.
8. Rogers, R.M., Kuhl, D.E., Hyde, R.W.: *Measurement of the vital capacity and perfusion of each lung by fluoroscopy and macro-aggregated albumin lung scanning. Ann. Intern. Med.*, 67:947, 1967.
9. DeMeester, T.R., Van Heertum, R.L., Karas, J.R., Watson, R.L., Hansen, J.E.: *Preoperative evaluation with differential pulmonary function. Ann. Thorac. Surg.* 18:61, 1974.
10. Tisi, G.M., Landis, G.A., Miale, A., Jr., Moser, K.M.: *Quantitation of regional pulmonary blood flow. Am. Rev. Resp. Dis.*, 97:843, 1968.
11. Fraser, H.S., Macleod, W.M., Garnett, E.S., Goddard, B.A.: *Lung scanning in the preoperative assessment of carcinoma of the bronchus. Am. Rev. Resp. Dis.*, 10:349, 1970.
12. Maxfield, W.S., Hatch, H.B., Jr., Ochsner, J.L.: *Perfusion lung scanning in evaluation of patients with bronchogenic carcinoma. Surg. Clin. N. Amer.*, 46:1389, 1966.
13. Tauxe, W.N., Carr, D.T., Thorsen, H.C.: *Perfusion lung scans in patients with inoperable primary lung cancer. Mayo Clin. Proc.*, 45:337, 1970.
14. Hatch, H.B., Maxfield, W.S., Ochsner, J.L.: *Radioisotope lung scanning in bronchogenic carcinoma. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 50:634, 1965.
15. American Joint Committee for Cancer staging and End Results Reporting: *Clinical Staging System for Carcinoma of the Lung. 55 East Erie St., Chicago*, 111:60611, Sept., 1973.
16. Quinn, J.L., III and Whitley, J.E.: *Lung Scintiscanning. Radiology* 83:937, November 1964.
17. Secker Walker, R.H., Provan, J.L., Jackson, J.A., et al: *Lung Scanning in Carcinoma of the Bronchus, Thorax* 26:23, 1971.
18. Garnett, M.B., Goddard, B.A., Fraser, H.S., et al: *Lung Perfusion Patterns in Carcinoma of Bronchus, Br. Med. J.* 2:209, 1968.
19. Quinn, J.L., III, and Head, L.R.: *Pulmonary Photoscanning: Current status. (In) Recent Advances in Nuclear Medicine, ed by M.N. Croll and L.W. Brady New York, Appleton-Century-Crofts, 1966, pp. 173-187.*
20. Wagenvoort, C.A., and Wagenvoort, N.: *Pulmonary Arteries in Bronchial Carcinoma. Arch. Pathol* 79:529, 1965.
21. Maynard, C.D., and Cowan, R.J.: *Role of the Scan in Bronchogenic Carcinoma. Semin. Nucl. Med.* 1:195, 1971.
22. Secker Walker, R.H., Alderson, P.O., Wilhelm, J., et al: *Ventilation-Perfusion Scanning in Carcinoma of the Bronchus. Chest* 65:660, 1974.
23. Secker Walker, R.H.: *Radionuclide Studies of the Lung. General Thoracic Surgeng (second edition) ed. by Shields T.W. pp. 170-179.*
24. Harding, L.K., et al: *The proportion of lung Vessels blocked by albumin microspheres. J. Nucl. Med.* 14:579, 1973.
25. Rhodes, B.A., et al: *Lung Scanning with  $^{99m}\text{Tc}$ -microspheres. Radiology* 99:613, 1971.
26. Anderson, R.W. and Arentzen, C.E.: *Carcinoma of the lung. Surg Clin. North Am.* 793-814, Aug., 1980.