

□ 원 저 □

비소세포폐암의 병기 판정에 있어서 N staging에서의 PET의 역할

서울대학교 의과대학 내과학교실 및 폐연구소

유지훈[†], 권성연, 유철규, 이춘택, 김영환, 한성구, 심영수

= Abstract =

Thoracic Nodal Staging in Non-small Cell Lung Cancer by FDG-PET

Ji-Hoon Yoo, M.D., Sung-Youn Kwon, M.D., Chul-Gyu Yoo, M.D.,
Choon-Taek Lee, M.D., Young-Whan Kim, M.D.,
Sung-Koo Han, M.D., Young-Soo Shim, M.D.

*Department of Internal Medicine and Lung Institute,
Seoul National University College of Medicine*

Background : Current non-invasive methods for evaluating the mediastinum by computed tomographic (CT) scan have limited sensitivity and specificity. The recently introduced PET was reported to be a more sensitive and specific method for the mediastinal staging of NSCLC (sensitivity : 76-100%, specificity : 81-100%) than CT or MRI. We assessed the usefulness of PET in the mediastinal staging of NSCLC.

Methods : We reviewed the medical records of NSCLC patients that had undertaken staging work-up by both CT and PET before thoracotomy between January 1997 and December 1998. A total of 23 patients were enrolled in the study (14 males and 7 females) with a mean age of 61 ± 9 years.

By comparing the clinical(CT and PET) and pathologic stagings, we evaluated the sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value and accuracy of PET in thoracic nodal staging.

Results : Sensitivity, specificity, positive predicted value and negative predicted value were 38%, 40%, 25% and 50% respectively for computed tomography, and 50%, 60%, 30% and 69% for PET. The accuracy of

[†]현 주소는 중앙대학교 의과대학 내과학교실

Address for correspondence :

Sung Koo Han, M.D., PhD.

Department of Internal Medicine, Seoul National University Hospital

28, Youngun-dong Chongno-gu, Seoul, Korea, 110-744

Phone : +82-2-760-2391 Fax : +82-2-762-9662 E-mail : hansk@plaza.snu.ac.kr

FDG-PET in our study was lower than that reported by previous other studies.

Conclusion : The addition of FDG-PET to CT scanning has limited benefit for the thoracic nodal staging of NSCLC, but its value in our study was lower than that observed by others. (Tuberculosis and Respiratory Diseases 2000, 49 : 290-297)

Key words : PET, Non-small cell lung cancer, CT.

서 론

비소세포폐암(non-small cell lung cancer)은 매년 새롭게 진단되는 폐암의 80% 이상을 차지한다¹. 비소세포폐암의 치료는 현재까지 수술적 제거가 주가 되며 이에 따라 정확한 병기 판정은 치료 계획을 수립하는데 중요하다. 병기판정에서 환자의 예후를 결정하는 주요 인자의 하나가 종격동 림프절의 전이 여부이다. 종격동 림프절의 침범여부는 환자의 예후와 밀접한 연관이 있으며 일부 보고에 의하면 종격동 림프절을 침범한 경우 5년 생존율이 10%로 침범하지 않았을 경우의 50%보다 매우 불량함이 보고된 바 있다^{2,3}.

현재, 종격동 림프절의 전이 여부를 평가하는 방법에는 CT나 MRI와 같이 림프절의 크기로 평가하는 방법과 PET와 같이 조직의 대사활동 증가로 평가하는 방법, 또한 직접 림프절을 채취하여 병리학적으로 검사하는 mediastinoscopy, thoracoscopy 등이 있다.

병기 판정에 가장 많이 이용되는 CT는 양성의 판정 기준이 림프절의 크기로 정상 림프절보다 전이된 림프절의 크기가 크다는 것에 그 이론적 배경을 두고 있다. 하지만 많은 경우에서 정상 크기의 림프절에도 악성세포의 전이가 많으며 커진 림프절의 상당수는 양성이었다는 보고가 있다⁴⁻⁶. 실제로 CT의 종격동 림프절 전이의 민감도는 40-80% 특이도는 40-90%로 다양하다⁷⁻¹¹. PET는 암세포의 대사가 활발하여 주위 조직보다 포도당 섭취율이 높다는 것을 이용하여 PET의 표지자로 사용되는 fluorine-18-fluorodeoxyglucose(FDG)로 영상을 얻는 방법으로 최근의 보고들에서 폐암의 림프절 병기 판정에 PET를 이용

하여 우수한 민감도와 특이도를 보였다는 보고들이 많이 있고 점차 이용되는 빈도가 늘어나고 있다¹²⁻²¹.

이에 저자들은 폐암의 림프절 병기 판정에서 PET의 민감도와 특이도를 기존의 림프절 병기판정에 이용되는 CT와 비교함으로써 그 정확도를 평가하고자 하였다.

연구대상 및 방법

1997년 1월부터 1998년 12월까지 서울대학교 병원에서 비소세포 폐암으로 수술을 시행 받은 23명의 환자를 대상으로 후향적 연구를 진행하였다. 대상환자 중 남자는 14명, 여자는 9명이었고 연령은 42세부터 77세였으며 평균 나이는 61세였다. 환자들은 병기 판정을 위해 흉부 단순촬영과 CT를 시행하였고 CT 단독만으로 병기 판정이 어려운 경우(흉곽내 폐전이, 원격전이 여부 등) 명확한 병기 판정을 위해 PET를 시행한 후 수술을 시행 받았다. 영상진단에서 N3 병변이 의심되었던 경우 수술 전 종격동경으로 확인후 근치적 절제를 시행하였다. CT에서의 종격동 림프절 전이의 양성 판정 기준은 림프절 단경의 길이가 1cm 이상인 경우로 하였고 PET의 경우 양성의 판정기준은 종격동 림프절 동위원소의 섭취정도가 주위 종격동 조직보다 높은 경우 또는 표준 섭취 계수(standardized uptake value, SUV)가 3.0 이상인 경우로 하였다. PET의 촬영은 Siemens사의 ECAT EXACT 47 PET 스캐너를 사용하였다. 종격동 림프절의 분류는 미국 흉부학회에 의하였다. CT와 PET의 종격동 림프절 병기 판정과 수술 후 병리 소견을 비교하여 CT와 PET의 민감도와 특이도 양성예측율, 음성

예측을, 정확도를 평가하였고 그 방법은 다음과 같다.

민감도

= true positive의 수 / (true positive의 수 + false negative의 수)

특이도

= true negative의 수 / (false positive의 수 + true negative의 수)

양성 예측율

= true positive의 수 / (true positive의 수 + false positive의 수)

음성 예측율

= true negative의 수 / (true negative의 수 + false negative의 수)

정확도

= (true positive의 수 + true negative의 수) / 전체 환자수

결 과

(1) 대상 환자의 수술 후 폐암 조직형은 편평상피세포암이 9예(39%), 선암이 10예(43%), 기관지 폐포암 2예(8%), 기타 2예였으며 수술 전 기관지경 검사나 경피적 세침 검사 등의 조직형과 동일하였다 (Table 1).

(2) 대상 환자들의 수술 전 병기는 CT를 이용한 종격동 림프절 병기는 N0 : 11예, N1 : 1예, N2 : 6예, N3 : 5예 였고 PET를 의한 경우 N0 : 13예, N1 : 1예, N2 : 5예, N3 : 4예 이었다. 병리적 병기는

Table 1. Histologic distribution of tumors

Cell type	No. (%)
Adenocarcinoma	10(43%)
Squamous cell ca.	9(39%)
Bronchioloalveolar cell ca.	2(8%)
Large cell ca.	1(4%)
Carcinoid tumor	1(4%)

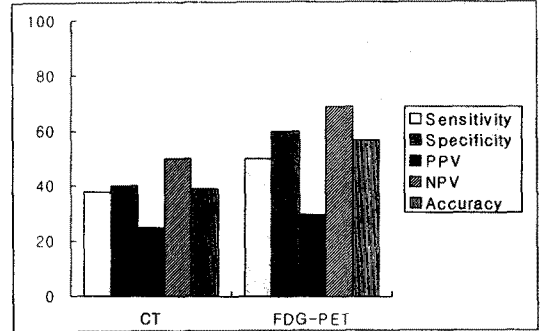


Fig. 1. Test performance characteristics of CT and FDG-PET in the detection of metastatic hilar and mediastinal lymph nodes.

N0 : 15예, N1 : 2예, N2 : 6예, N3는 없었다 (Table 2).

(3) CT의 종격동 림프절에 대한 민감도는 38%, 특이도는 40%, 양성예측도 25%, 음성예측도 50% 정확도는 39% 였다(Fig. 1).

(4) PET의 종격동 림프절에 대한 민감도는 50%, 특이도는 60%, 양성예측도 30%, 음성예측도 69%, 정확도는 57% 였다(Fig. 1).

(5) PET를 이용한 임상적 병기판정에서 수술 후 병리적 병기판정과 일치율이 CT 보다 더 높았다. PET의 경우(23예 중 13예에서 일치하였고 6예에서 up-staging을 4예에서 down-staging을 하였고 CT의 경우 8예에서 병리적 병기 판정과 일치하였고 9예에서 up-staging을 6예에서 down-staging을 하였다). PET의 Up-staging한 환자 중 2예에서 결핵성 림프선염을 시사하는 조직 소견이 관찰되었다.

고 찰

원발성 폐암에서 치료 방법을 결정하고 환자의 수명을 예측하는 데 가장 중요한 요소는 종양의 진행 정도, 즉 병기를 판정하는 것이다. 여러 진단기기와 침습적 보조 진단 방법(thoracoscopy, mediastinoscopy)을 이용하여 병기 판정을 시행한 후 근치적 수술을 시행

Table 2. Comparison of thoracic nodal staging by CT, PET, and histologic result.

Patient	Sex	Age	Nodal status			Pathology	Tumor(T)SUV
			CT	PET	Histology		
1	M	62	N0	N1	N1	Adenocarcinoma	Mean 4.8
2	M	61	N0	N0	N0	Large cell	Mean 6.4
3	F	42	N0	N0	N2	Adenocarcinoma	Mean 6
4	F	57	N1	N2	N2	Adenocarcinoma	Mean 12.54
5	F	59	N0	N0	N0	Squamous cell	Mean 7.52
6	F	57	N3	N0	N0	Squamous cell	Mean 7.01
7	M	68	N3	N0	N0	Squamous cell	Mean 5.83
8	M	50	N3	N0	N0	Carcinoid tumor	Mean 5.7
9	M	57	N2	N2	N2	Squamous cell	Mean 15.25
10	M	59	N0	N0	N0	Squamous cell	Mean 4.28
11	M	73	N2	N3	N0	Bronchioloalveolar	Mean 3.3
12	F	51	N0	N0	N1	Bronchioloalveolar	Mean 2.83
13	M	71	N2	N0	N0	Adenocarcinoma	Mean 19.3
14	M	68	N0	N2	N0	Adenocarcinoma	Mean 3.10
15	M	64	N0	N3	N0	Squamous cell	Max8.98
16	F	60	N0	N0	N0	Adenocarcinoma	Max 4.63
17	F	42	N0	N0	N2	Adenocarcinoma	Max 21
18	F	77	N2	N3	N0	Adenocarcinoma	Max 5.18
19	M	62	N3	N2	N0	Squamous cell	Max 7.83
20	F	47	N2	N0	N2	Adenocarcinoma	Max 6.54
21	M	76	N0	N3	N2	Adenocarcinoma	Max 11.2
22	M	68	N2	N0	N0	Squamous cell	Max 10.7
23	M	66	N3	N2	N0	Squamous cell	-

하여도 많은 환자들은 사망하는데, 대부분의 원인은 국소 재발이나 원격 전이이며 이 중 국소 재발의 가장 흔한 부위는 종격동 림프절이다. 종격동 림프절의 정확한 병기 판정이 비소세포폐암에서 중요한 이유는 불필요한 수술을 방지하는 것 외에도 술전 보조 항암요법 등 치료 방침이 달라지기 때문이다.

현재 종격동 림프절 병기 판정에 가장 많이 사용되는 CT는 림프절의 크기를 기준으로 한 것으로 비침습적이라는 장점이 있지만 그 정확도에 대해서는 보고자에 따라 다양하다. Martini 등⁹이 34명의 환자를 대

상으로 한 연구에서 CT는 87%의 sensitivity와 79%의 specificity를 보였고 그후 다른 연구자들의 초기보고에서도 대략 70-90%의 민감도와 80% 정도의 특이도를 보여 비소세포폐암의 종격동 림프절 침범을 알아내는 데 유용하다고 하였다. 그러나 Webb 등¹¹은 CT가 약 52%의 민감도와 69%의 특이도를 보여 CT만으로 수술의 절제여부를 판정하는 것은 불가능하다고 하였고 최근에 Gdeedo 등²²은 74명의 환자를 대상으로한 연구에서 CT는 종격동 림프절에 대해 48%의 민감도와 53%의 특이도를 보이며 양성 예측도

와 음성예측도는 40%, 61%에 지나지 않다고 보고하였다.

이러한 CT의 낮은 민감도는 위음성이 많기 때문이며 CT상 정상 크기의 림프절에도 전이가 많다는 것을 의미한다. Arita 등⁶은 정상크기의 림프절을 보인 비소세포성 폐암을 수술 후 소견과 비교하여 보았을 때 약 21%에서 전이가 발견되었다고 보고하였고 국내에서는 차 등⁴이 단층 촬영상 림프절 종대가 없는 비소세포폐암 환자 41명을 대상으로 하였을 때 수술 후 7예에서 N1, 6예에서 N2 림프절이 발견되어 31%의 환자에서 정상 크기의 림프절의 전이를 보여 크기에 의한 전이 여부 판정은 수술 여부를 결정하는 데 적합하지 않고 종격동경 등의 추가 검사가 술전에 필요하다고 주장하였다. MRI 역시 비침습적 방법으로 광범위하게 연구된 바 있으나 그 결과는 CT보다 우월하지 않은 것으로 생각되고 있다⁹⁻¹¹.

종격동경(mediastinoscopy) 검사는 그 정확도가 CT 보다는 높은 것으로 보고되어 있다. Patterson 등¹⁰에 의하면 종격동경은 대략 85-90%의 민감도, 100%의 특이도, 95%의 정확도를 보여 N2 staging의 우수한 진단법으로 생각되고 있으나 침습적이라는 점에서 제한적이다.

최근에 종양학 분야에서 많이 시행되는 양전자 방출 단층 촬영(Positron Emission Tomography)은 종양세포의 포도당 대사가 주위 정상 조직보다 증가되어 있는 점을 이용한 대사 영상 진단 방법으로 최근 몇년간 광범위하게 연구되어 왔다. 종격동 림프절 전이 여부를 판정하는 데 있어서는 보고자들에 따라 다르지만 그 민감도는 80-100%, 특이도는 대개 90-100%에 달하는 것으로 되어 있다. 최근에 발표된 Dwamena 등²³에 의한 보고에 의하면 총 14개 연구, 514명을 meta-analysis 하였을 때 PET는 79%의 민감도와 91%의 특이도를 보였고 이에 비해 CT는 60%의 민감도와 77%의 특이도를 보여 종격동 림프절 전이 여부에 PET가 우월함을 보고한 바 있다.

이번 연구에서 PET의 종격동 림프절의 종양 침범에 대한 민감도와 특이도는 기존 외국 보고보다 낮게

나타났다. 그 이유로는 첫째, 후향적 연구이기 때문에 대상 환자군의 PET 시행 목적이 다양했다는 점으로 종격동 림프절 전이 판정 외에 T staging이나 M staging을 보완하려는 목적이 많아 표본 추출에서의 오차가 있을 수 있었다. 둘째, 포함된 환자들의 많은 경우(13/23)에서 N0, N1 림프절이었으며 실제 종격동 림프절을 침범한 경우가 상대적으로 낮아 PET의 민감도를 낮게 하였을 가능성이 있었다. 셋째, 비특이성 림프절 종대의 가능성이다. PET에는 몇 가지 위양성들이 있을 수 있는 데 만성 육아종성 염증 질환(결핵, 유육종증, aspergillosis, coccidiomycosis, histoplasmosis)이나 급성 감염성 질환에 의해서도 림프절의 대사가 증가할 수 있어 위양성을 보일 수 있다^{23, 25-27}. 위양성을 보인 환자 중 1예의 종격동 림프절 병리 조직에서 항산균 염색에서 비록 음성이었지만 결핵을 시사하는 만성 육아종성 염증을 보였고 다른 1예에서는 anthracofibrosis 소견을 보여 결핵과 관련이 있을 것으로 생각되었다.

실제로 활동성 폐결핵이 있는 환자에서 PET가 양성으로 나타날 수 있으며 결핵성 림프선염의 경우에도 역시 동위원소의 섭취가 증가할 수 있어 결핵 등 만성 육아종성 염증에 의한 비특이적 림프절 대사활동 증가가 실제 우리나라와 같은 폐결핵이 높은 유행율을 보이는 지역에서는 문제가 될 수 있으며 그 특이도를 낮게 할 수 있을 것으로 생각된다. 현재 PET의 표지자로 가장 이용되는 fluorine-18-fluorodeoxyglucose(FDG) 이외의 표지자로 carbon-11-methionine이 있는데 폐암의 병기 판정에서 정확도는 FDG와 비슷한 것으로 알려져 있으며 한 연구에서 FDG와 carbon-11-methionine을 병합하여 시행한 PET 검사가 이들의 단독 검사보다 정확하다는 보고²⁸가 있어 이에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결론적으로 비소세포폐암에서 종격동 림프절 전이 여부를 판정하기 위한 PET의 적용은 외국의 연구 결과에 비해 본 연구에서 민감도나 특이도가 떨어지는 것으로 나타났으며 그 원인에 대해서는 좀 더 많은 대상군을 이용한 연구로 규명이 필요할 것으로 생각된다.

다. 현재까지 우리나라에서 비소세포성폐암환자의 병기 판정에서 PET를 적용시키는 것은 경제적인 측면이나 그 정확도에서 아직까지는 재고되어야 할 것으로 생각된다.

요 약

연구배경 :

비소세포폐암의 병기 판정에 있어서 가장 문제되는 것 중의 하나가 림프절 병기 판정이다. 전이된 림프절의 크기를 기준으로 하는 CT의 병기 판정은 많은 제한이 있다. 최근에 폐암의 N병기 판정에 Positron Emission Tomography(PET)를 이용하여 우수한 민감도와 특이도를 보였다는 외국의 보고들이 많이 있어 그 이용이 늘어나고 있다. 이에 본 교실에서는 비소세포 폐암으로 수술을 시행 받은 환자 중 흉부 전산화 단층촬영과 PET를 시행했던 환자를 대상으로 병리학적 병기와 임상적 병기를 비교함으로써 PET의 유용성을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법 :

1997년 1월부터 1998년 12월까지 서울대학교 병원에서 비소세포폐암을 진단 받고 CT만으로는 명확한 병기 판정이 어려워 PET를 시행한 후 수술을 시행 받은 23명의 환자(남자 14명, 여자 9명 평균나이 60.7±9.7세)를 대상으로 의무기록을 분석하였다. CT에서 N 병기판정은 림프절의 크기를 단축 1cm 이상을 의미 있는 것으로 정의하였으며 PET에서는 림프절의 동위원소 활성화도가 주위 종격동과 연부 조직의 활성화도보다 높은 것을 의미 있는 것으로 판단하였다.

결 과 :

대상 환자의 폐암 조직형은 편평상피세포암이 9예, 선암이 10예, 기관지 폐포암 2예, 기타 2예였다. CT보다는 PET를 이용한 임상적 병기판정에서 수술 후 병리적 병기판정과의 일치율이 더 높았다(23예중 13예에서 일치하였고 6예에서 Up-staging을 4예에서 down-staging을 하였다).

Up-staging한 환자 중 2예에서 결핵성 림프선염을 시사하는 조직 소견이 관찰되었다. 병리결과와 비교하여 보았을 때 CT는 sensitivity 38%, specificity 40%, positive predicted value 25 %, negative predicted value 50 % 였고 PET는 sensitivity 50 %, specificity 60%, positive predicted value 30 %, negative predicted value는 69%로 기존 외국에서의 결과보다는 그 정확도가 떨어진 것으로 나타났다.

결 론 :

기존의 임상적 병기 판정의 흉부 전산화 단층촬영에 PET의 추가 검사는 어느 정도 병기 판정에 도움을 주는 것으로 나타났지만 그 정도는 다른 연구에 비하여 적었다.

참 고 문 헌

1. Ladis SH, Murray T, Bolden S, Wingo PA. Cancer statistics, 1998. CA Cancer J Clin 1998;48:6-29.
2. Mountain CF. Value of the new TNM staging system for lung cancer. Chest 1989;96(suppl 1): 47S-9S.
3. Kadri MA, Dussek JE. Survival and prognosis following resection of primary non small cell bronchogenic carcinoma. Eur J Cardiothorac Surg 1991;5:132-6.
4. 차승익, 김창호, 박재용, 정태훈, 장봉현, 강덕식. 흉부 전산화 단층촬영상 임파절종대가 없는 환자 에 있어서 술전 병기 판정. 결핵 및 호흡기 질환 1994;41:616-23.
5. White PG, Adams H, Crane MD, Butchart EG. Preoperative staging of carcinoma of the bronchus : can computed tomographic scanning reliably identify stage III tumours? Thorax 1995;49: 951-7.
6. Arita T, Kuramitsu T, Kawamura M, Matsu-

- moto T, Matsunaga N, Sugi K, et al. Bronchogenic carcinoma : incidence of metastases to normal sized lymph nodes. *Thorax* 1995;50:1267-9.
7. Lewis JW Jr, Pearlberg JL, Beute GH, Alpern M, Kvale PA, Gross BH, et al. Can computed tomography of the chest stage lung cancer? Yes and no. *Ann Thorac Surg* 1990;49:591-5.
 8. Staples CA, Muller NL, Miller RR, Evans KG, Nelems B. Mediastinal nodes in bronchogenic carcinoma : comparison between CT and mediastinoscopy. *Radiology* 1988;167:367-72.
 9. Martini N, Heelan R, Westcott J, Bains MS, McCormack P, Caravelli J, et al. Comparative merits of conventional, computed tomographic, and magnetic resonance imaging in assessing mediastinal involvement in surgically confirmed lung carcinoma. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985;90:639-48.
 10. Patterson GA, Ginsberg RJ, Poon PY, Cooper JD, Goldberg M, Jones D, et al. A prospective evaluation of magnetic resonance imaging, computed tomography, and mediastinoscopy in the preoperative assessment of mediastinal node status in bronchogenic carcinoma. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1987;94:679-84.
 11. Webb WR, Gatsonis C, Zerhouni EA, Heelan RT, Glazer GM, Francis IR, et al. CT and MR imaging in staging non-small cell bronchogenic carcinoma : report of the Radiologic Diagnostic Oncology Group. *Radiology* 1991;178:705-13.
 12. Chin R, Ward R, Keyes JW, Choplin RH, Reed JC, Wallenhaupt S, et al. Mediastinal staging of non-small-cell lung cancer with positron emission tomography. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152:2090-6.
 13. Guhlmann A, Storck M, Kotzerke J, Moog F, Plassmann LS, Reske SN. Lymph node staging in non-small cell lung cancer : evaluation by FDG-positron emission tomography. *Thorax* 1997;52:438-41.
 14. Patz EF, Lowe VJ, Goodman PC, Herndon J. Thoracic nodal staging with PET imaging with 18FDG in patients with bronchogenic carcinoma. *Chest* 1995;108:1617-21.
 15. Sazon DA, Santiago SM, Soo Hoo GW, Khonsary A, Brown C, Mandelkern M, et al. Fluorodeoxyglucose-positron emission tomography in the detection and staging of lung cancer. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;153:417-21.
 16. Bury T, Paulus P, Dowlati A, Corhay JL, Weber T, Ghaye B, et al. Staging of the mediastinum : value of positron emission tomography imaging in non-small cell lung cancer. *Eur Respir J* 1996;9:2560-4.
 17. Hagberg RC, Segall GM, Stark P, Burdon TA, Pompili MF. Characterization of pulmonary nodules and mediastinal staging of bronchogenic carcinoma with F-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography. *Eur J of Cardiothoracic Surg* 1997;12:92-7.
 18. Vansteenkiste JF, Stroobants SG, De Leyn PR, Dupont PJ, Verschakelen JA, Nackaerts KL et al. Mediastinal lymph node staging with FDG-PET scan in patients with potentially operable non-small cell lung cancer. *Chest* 1997;112:1480-6.
 19. Berlangieri SU, Scott AM, Knight SR, Fitt GJ, Hennessy OF, Tochon-Danguy HJ, et al. F-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography in the non-invasive staging of non-small cell lung cancer. *Eur J Cardiothorac Surg* 1999;16(suppl. 1):S25-S30.
 20. Kutlu CA, Pastorino U, Maisey M, Goldstraw P. Selective use of PET scan in the preoperative staging of NSCLC. *Lung cancer* 1998;21:177-84.

21. Saunders C, Dussek JE, O'Doherty MJ, Maisey MN. Evaluation of fluorine-18-fluorodeoxyglucose whole body positron emission tomography imaging in the staging of lung cancer. *Ann Thoracic Surg* 1999;67:790-7.
22. Gdeedo A, Schil PV, Corthouts B, Mieghem FV, Meerbeek JV, Marck EV. Comparison of imaging[(i)TNM] and pathological TNM[pTNM] in staging of bronchogenic carcinoma. *Eur J Cardiothoracic Surg* 1997;12:224-7.
23. Dwamena BA, Sonnad SS, Angobaldo JO, Wahl RL. Metastases from non-small cell lung cancer: mediastinal staging in the 1990s-meta-analytic comparison of PET and CT. *Radiology* 1999; 213:530-6.
24. Lowe VJ, Naunheim KS. Current role of positron emission tomography in thoracic oncology 1998; 53:703-12.
25. Bakheet SM, Powe J, Ezzat A, Rostom F-18-FDG uptake in tuberculosis *Clin Nucl Med* 1998; 23:739-42.
26. Yamada Y, Uchida Y, Tatsumi K, Yamaguchi T, Kimura H, Kitahara H, et al. Fluorine-18-fluorodeoxyglucose and carbon-11-methionine evaluation of lymphadenopathy in sarcoidosis. *J Nucl Med* 1998;39:1160-6.
27. Kawabe J, Okamura T, Koyama K, Shakudo M, Sakamoto H, Kobashi T, et al. Relatively high F-18 fluorodeoxyglucose uptake in paranasal sinus aspergillosis : a PET study. *Ann Nucl Med* 1998 ;12:145-8.
28. Nettelblatt O, Sundin A, Valind S, Gustafsson G, Lamberg K, Langstrom B, et al. Combined fluorine-18-FDG and carbon-11- methionine PET for diagnosis of tumors in lung and mediastinum. *J Nucl Med* 1998;39:640-7.