

□ 원 저 □

## 고립성폐결절의 진단시 FDG-PET의 임상적 유용성에 관한 연구

삼성서울병원 호흡기내과, 핵의학과\*, 영상의학과\*\*, 흉부외과\*\*\*, 진단병리과\*\*\*\*

천은미, 김병태\*, 권오정, 김호중, 정만표, 이종현, 한용철, 이경수\*\*,  
심영목\*\*\*, 김진국\*\*\*, 한정호\*\*\*\*

= Abstract =

### Diagnostic Efficacy of FDG-PET Imaging in Solitary Pulmonary Nodule

Eun Mee Cheon, M.D., Byung-Tae Kim, M.D.,\* O. Jung Kwon, M.D.,  
Hojoong Kim, M.D., Man Pyo Chung, M.D., Chong H. Rhee, M.D.,  
Yong Chol Han, M.D., Kyung Soo Lee, M.D.,\*\* Young Mog Shim, M.D.,\*\*\*  
Jhingook Kim, M.D.,\*\*\* Jungho Han, M.D.,\*\*\*\*

*Division of Pulmonology, Departments of internal Medicine, Nuclear Medicine\*, Radiology\*\*,  
Thoracic Surgery\*\*\*, and Pathology\*\*\*\*, Samsung Medical Center*

**Background :** Over one-third of solitary pulmonary nodules are malignant, but most malignant SPNs are in the early stages at diagnosis and can be cured by surgical removal. Therefore, early diagnosis of malignant SPN is essential for the lifesaving of the patient.

The incidence of pulmonary tuberculosis in Korea is somewhat higher than those of other countries and a large number of SPNs are found to be tuberculoma. Most primary physicians tend to regard newly detected solitary pulmonary nodule as tuberculoma with only noninvasive imaging such as CT and they prefer clinical observation if the findings suggest benignancy without further invasive procedures. Many kinds of noninvasive procedures for confirmatory diagnosis have been introduced to differentiate malignant SPNs from benign ones, but none of them has been satisfactory.

FDG-PET is a unique tool for imaging and quantifying the status of glucose metabolism. On the basis that glucose metabolism is increased in the malignant transformed cells compared with normal cells, FDG-PET is considered to be the satisfactory noninvasive procedure which can differentiate malignant SPNs from benign SPNs.

So we performed FDG-PET in patients with solitary pulmonary nodule and evaluated the

diagnostic accuracy in the diagnosis of malignant SPNs.

**Method** : 34 patients with a solitary pulmonary nodule less than 6 cm of its diameter who visited Samsung Medical Center from September, 1994 to September, 1995 were evaluated prospectively.

Simple chest roentgenography, chest computer tomography, FDG-PET scan were performed for all patients. The results of FDG-PET were evaluated comparing with the results of final diagnosis confirmed by sputum study, PCNA, fiberoptic bronchoscopy, or thoracotomy.

**Results** : (1) There was no significant difference in nodule size between malignant (3.1 1.5cm) and benign nodule(2.81.0cm)( $P>0.05$ ).

(2) Peak SUV(standardized uptake value) of malignant nodules (6.93.7) was significantly higher than peak SUV of benign nodules(2.71.7) and time-activity curves showed continuous increase in malignant nodules.

(3) Three false negative cases were found among eighteen malignant nodule by the FDG-PET imaging study and all three cases were nonmucinous bronchioloalveolar carcinoma less than 2 cm diameter.

(4) FDG-PET imaging resulted in 83% sensitivity, 100% specificity, 100% positive predictive value and 84% negative predictive value.

**Conclusion** : FDG-PET imaging is a new noninvasive diagnostic method of solitary pulmonary nodule that has a high accuracy of differential diagnosis between malignant and benign nodule.

FDG-PET imaging could be used for the differential diagnosis of SPN which is not properly diagnosed with conventional methods before thoracotomy. Considering the high accuracy of FDG-PET imaging, this procedure may play an important role in making the decision to perform thoracotomy in difficult cases.

---

**Key words** : solitary pulmonary nodule, FDG-PET

## 서 론

원발성 폐암의 빈도와 사망율은 국내외적으로 지난 50년간 지속적으로 증가하고 있으며 20% - 30%만이 진단 당시 수술이 가능한 상태이다<sup>1)</sup>. 고립성 폐결절의 1/3이상이 악성종양이고<sup>2)</sup> 대부분이 원발성 폐암으로 보고되고 있다<sup>3)</sup>. 나머지가 양성 종양으로 결핵종이 절반 이상을 차지한다<sup>4,5)</sup>. 고립성 폐결절로 발견되는 경우는 대부분이 치유 가

능한 병기를 보이므로 발견당시에 악성 유무의 감별 진단을 하는 것은 환자의 예후에 대단히 중요하다. 현재 가장 널리 사용되고 있는 단순흉부방사선촬영이나 흉부전산화단층촬영 같이 형태학적인 차이로 결절의 악성 유무를 평가하는 비침습적 수기들은 감별진단에 있어서 만족스러운 결과를 주지 못하고 있다<sup>6,7,8)</sup>. 경피적 흡인세침술과 기관지경검사 등의 침습적인 진단수기를 사용할 경우에도 상당수에서 악성종양의 가능성을

배제할 수 없어 개흉술이 요구되는 실정이다<sup>9,11)</sup> Keagy 등은<sup>12)</sup> 악성결절로 의심되지만 개흉술외의 다른 진단수기로 확진되지 못해 수술한 224명의 환자중 112명이 양성질환으로 수술후 진단되었다고 보고하였다. 국내는 외국에 비해 결핵종의 이환율이 높기 때문에 악성결절을 결핵종으로 간과하기 쉬워 더욱 감별진단에 주의를 요한다<sup>13-16)</sup>. 미정형 고립성 폐결절의 진단과 치료에서 가장 중요한 점은 수술로 완치 가능한 악성결절은 조기에 발견하여 절제하고 양성결절은 진단을 위해 개흉술과 같은 침습적인 수기의 빈도를 감소시키는데 있다. 양전자방출 단층촬영술(Positron Emission Tomography, PET)은 비침습적인 진단수기로써 2-[F-18]-fluoro-2-deoxy-D-glucose(FDG)를 사용하여 중앙세포에서 정상세포에 비해 당대사가 증가된다고 보고되었으며<sup>17,18)</sup> 폐암조직에서도 당대사가 의미있게 증가된다고 하였다<sup>19,20)</sup>.

이러한 이론에 근거하여 저자들은 현재까지 사용되고 있는 방사선학적 수기로 감별이 어려운 6cm미만의 고립성 폐결절의 악성과 양성결절의 감별진단에 있어서 PET의 임상적 유용성을 평가하고자 전향적으로 이 연구를 시행하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 대 상

1994년 9월부터 1995년 9월까지 삼성서울병원 호흡기내과에 내원하거나 타질환의 진료중 발견된 고립성 폐결절을 가진 환자를 대상으로 전향적 연구를 시행하였다. 고립성 폐결절은 단순흉부방사선촬영에서 원형내지 다원형의 형태를 가지며 주위가 모두 정상 폐조직으로 둘러 싸이고 임파선 증대나 무기폐, 혹은 폐렴과 연관이 없는 6cm미만의 결절로 정의하였다.

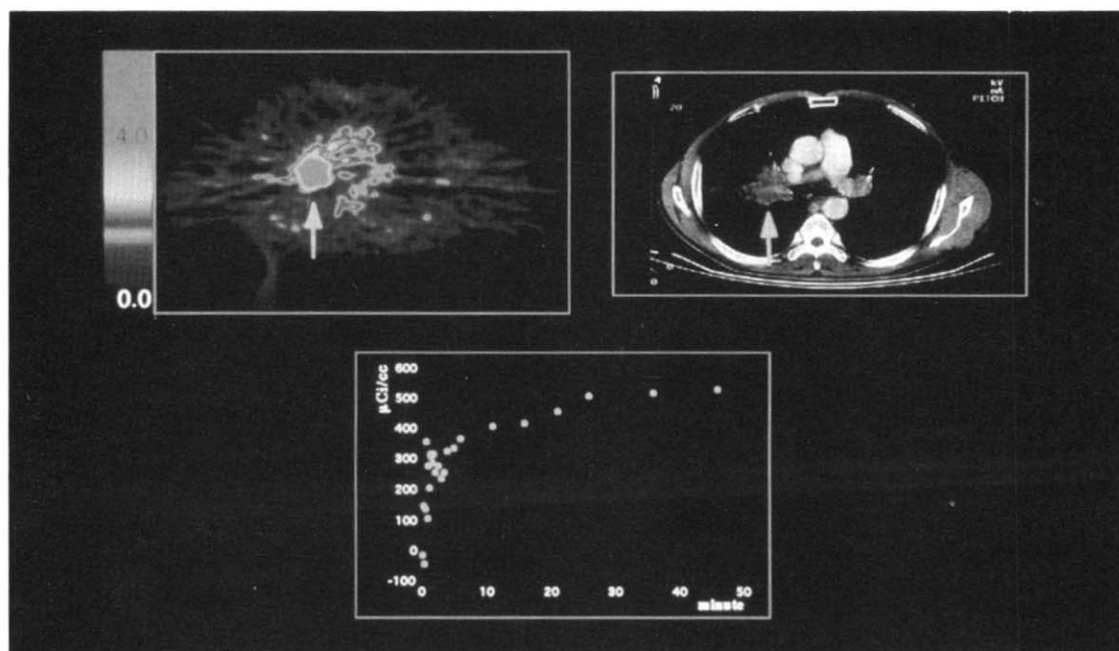
### 2. 방 법

모든 대상 환자들은 단순흉부방사선촬영과 흉부전산화단층촬영을 시행받았다. 결절의 크기는 단순흉부방사선촬영상 측정되는 최대 직경으로 구하였다. 대상환자의 성별과 연령이외의 다른 임상 정보를 갖지 않은 진단방사선과 전문의에 의해 흉부전산화단층촬영상 나타난 결절의 특징에 따라 악성과 양성을 감별진단하여 최종적인 조직학적 진단과 정확도를 비교하였다. 악성결절의 최종 진단은 객담, 기관지경검사, 경피적 흡인세침술 그리고 개흉술등의 검사를 통하여 조직학적으로나 세포병리학적으로 확진하였고 양성결절은 위와 동일한 방법으로 세균학적으로나 조직학적으로 진단하였다.

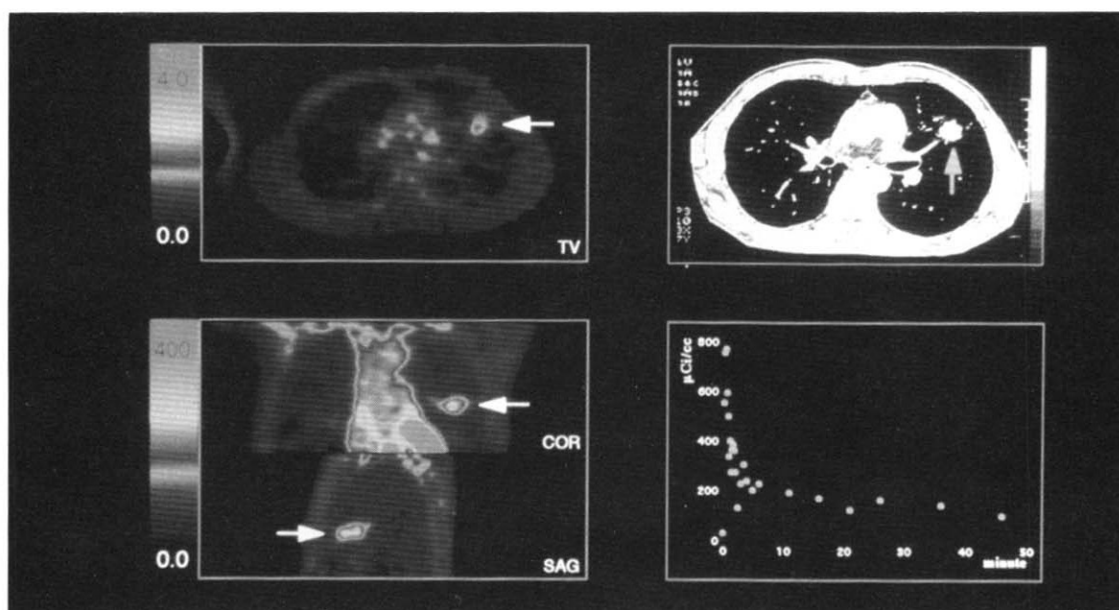
### PET Imaging

PET 영상은 PET Signa Advance scanner(General Electric Milwaukee, MN, USA)를 사용하여 얻었다. PET 영상은 FDG를 주사하기전 20분동안 투과스캔을 얻었으며 환자가 움직이지 않은 상태에서 FDG를 10mCi 정맥주사후 56분에 걸쳐 동적 영상을 얻었고 이어 5분씩 4-8 frame의 정적 영상을 얻었다. 악성결절일 경우 PET영상에서 보이는 병소 부위의 가장 중요한 특징은 폐결절에 한정되어 정상 주위조직보다 악성의 강도에 따라 섭취가 증가된 부위가 밝게 나타나는 것이다(Fig. 1). 반면 양성결절일 경우는 대사과정의 활동성 정도에 따라 약간의 차이는 있지만 주위조직과 밝기가 거의 비슷하거나 약간 증가되는 정도로 나타난다(Fig. 2). 얻어진 PET 영상은 핵의학과 전문의에 의해 판독 되었다.

반정량적 지표(semiquantitative index)인 SUV (standardized uptake value)는 모든 환자의 transaxial 영상에서 고립성 폐결절 주위의 영역에서 컴퓨터로 측정하였다. 또한 FDG의 섭취가 없거나 너무



**Fig. 1.** FDG-PET and CT scan imaging of malignant nodule. FDG-PET scan showed higher uptake (arrow site). SUV of nodule was 7.8. Time-activity curve was a constantly increasing pattern in malignant nodule.



**Fig. 2.** FDG-PET and CT scan imaging of benign nodule. SUV is 2.3 and similar to heart intensity. Time-activity curve did not increase continuously in benign nodule.

적어서 PET영상에서 보이지 않는 경우에는 흉부 전산화단층촬영의 병변 부위를 중심으로 최대 SUV값을 구하였다. PET 영상에서 악성의 진단은 SUV가 4이상이며 시간-방사능 곡선(time-activity curve)이 지속적으로 증가하는 경우로 정의하였다.

$$SUV = \text{Tissue Concentration (mCi/g)} \div \{ \text{Injected dose (mCi)} \times \text{body weight (kg)} \}$$

### 3. 통계적 분석

고립성 폐결절의 양성과 악성의 감별진단의 정확도는 민감도(sensitivity), 특이도(specificity), 양성 예측도(positive predictive value)와 음성예측도(negative predictive value)로 구하였다.

$$\text{Sensitivity} = \text{True Positives} \div (\text{True Positives} + \text{False Negatives}) \times 100$$

$$\text{Specificity} = \text{True Negatives} \div (\text{True Negatives} + \text{False Positives}) \times 100$$

$$\text{Positive Predictive Value} = \text{True Positives} \div (\text{True Positives} + \text{False Positives}) \times 100$$

$$\text{Negative Predictive Value} = \text{True Negatives} \div (\text{True Negatives} + \text{False Negatives}) \times 100$$

악성과 양성결절의 크기와 SUV의 비교는 t-test를 이용하여 구하고 p가 0.05이하인 경우를 의미 있는 값으로 판정하였다.

## 결 과

대상환자의 성별은 남자와 여자가 각각 21명과 13명이었고 평균연령은 악성 결절이 59.6세(38세-78세)였고 양성결절이 50.4세(32세-68세)였다.

환자들의 과거의 흡연 여부는 두 군 사이에 유의한 차이를 보이지 않았다. 고립성폐결절의 크기는 단순흉부방사선촬영이나 흉부전산화단층촬영에서 최대 지름을 기준으로 크기를 측정하였다. 악성결절의 평균크기는  $3.1 \pm 1.5\text{cm}$ 였고 양성결절의 평균

크기는  $2.8 \pm 1.0\text{cm}$ 으로 두 군간의 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p = 0.407$ )(Fig. 3).

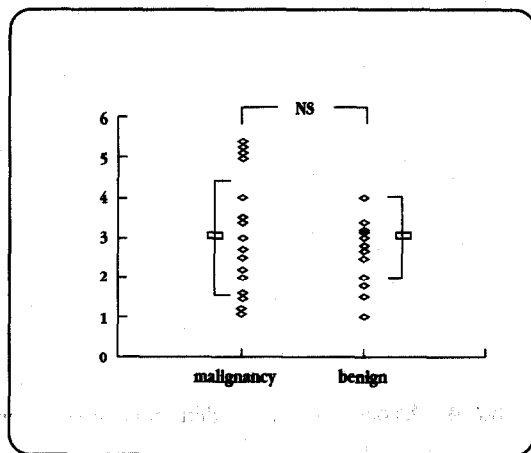
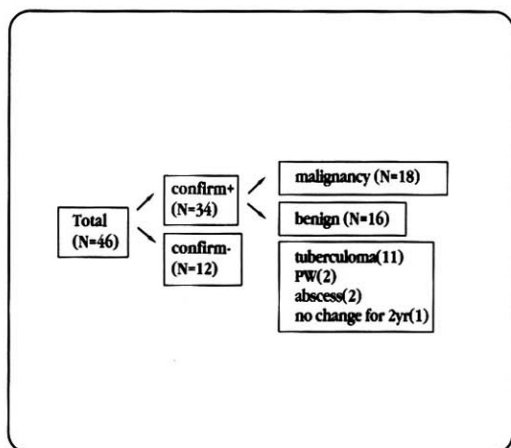


Fig. 3. Difference of nodule size between benign (n=16) and malignant nodules(n=18).

There was no statistically difference in size between two groups( $P > 0.05$ ).

6cm 미만의 고립성 폐결절을 가진 46명의 환자 중 34명이 확진이 가능하였고 그중 악성결절이 18명(52.9%)이었고 양성결절이 16명(47.1%)이었다(Fig. 4). 확진이 되지 못한 12명은 임상적으로 양성결절이 강력히 의심이 되나 조직학적 확진이 어려워 경과관찰을 하기로 한 경우들로 본 연구대상에서는 제외시켰다. 확진 방법으로는 객담검사로 6례에서 결핵으로 1례에서 편평세포암으로, 경피적 흡인세침술로 악성이 4례와 양성이 4례가 확진되었고, 기관지경검사로 4례에서 악성으로 2례에서 양성으로 진단되었다. 이상의 방법으로 확진이 되지 않은 환자는 수술(VATS or lobectomy)을 시행하여 9례에서 악성으로 4례에서 양성으로 확진되었다. 악성결절은 전부가 폐암이었으며 세기관지폐포암(bronchioloalveolar cell carcinoma)을 포함한 선암(adenocarcinoma)이 13례(72%)로 가장 빈도가 높았고 양성결절에서는 결핵종이 11례(68.8%)로 가장 높은 빈도를 나타냈다.

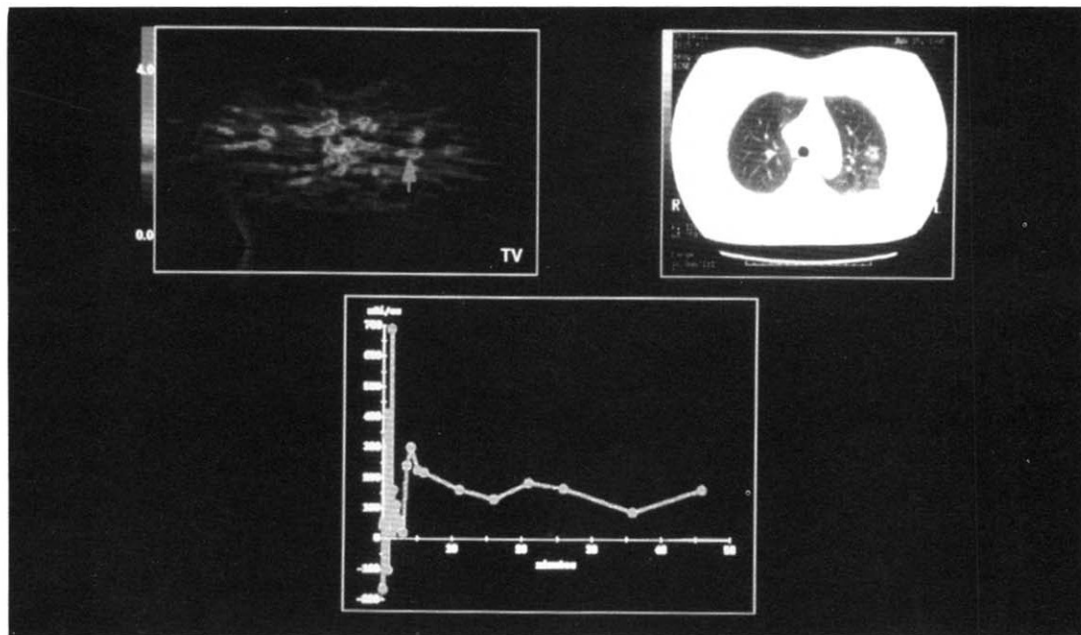


**Fig. 4.** Among 34 cases, thirty-four cases were confirmed with tissue diagnosis, but twelve cases could not be confirmed due to difficult diagnosis.

Eighteen cases were malignant and sixteen were benign. Tuberculoma is the most common case of benign nodule

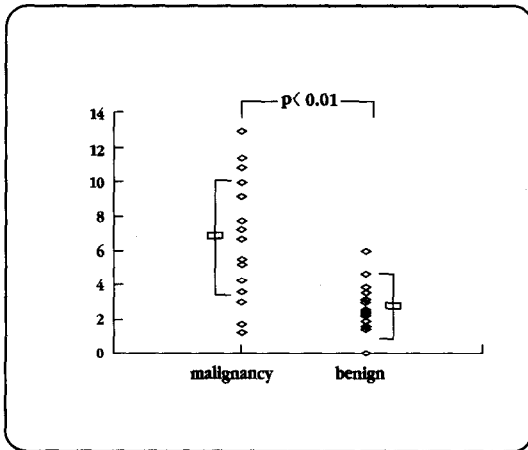
PET영상은 최종적으로 악성결절로 진단된 18명 중 15명을 악성으로 판독했다(선세포암, 7; 세기관지폐포암, 6; 편평세포암, 5). 악성결절중 FDG-PET의 섭취가 증가되지 않은 3명은 모두가 2cm 미만의 비점액성(nonmucinous type) 세기관지폐포암이었다(Fig. 5). PET영상은 16명의 양성결절을 모두 정확히 양성으로 판독하였다(결핵, 11; 폐농양, 2; 폐흡충, 2; 하마토마, 1). PET상 양성결절로 판독된 2례의 폐농양과 1례의 결핵종을 흉부전산화단층촬영에서는 악성결절로 판독하였다.

SUV값은 전체적으로 1.6~12.9까지의 범위를 보였으며 악성결절이  $6.9 \pm 3.7$ (mean  $\pm$  SD)로  $2.7 \pm 1.7$ (mean  $\pm$  SD)의 양성결절에 비해 의미있게 높았다( $P < 0.01$ )(Fig. 6). PET영상에서 악성결절로 판독된 경우는 SUV값이 4이상이었으나 위음성으로 나온 3례는 모두 3이하였다. 위음성인 경우들은 PET영상에서 FDG의 섭취가 거의 없어 병소를 발견할



**Fig. 5.** FDG-PET imaging of false negative case. Ground-glass opacity of doughnut shape was noted at the LUL in CT scan. No visible uptake was seen in FDG-PET scan at the same site. Time-activity curve did not show continuously increasing pattern.

수가 없어 흉부전산화단층촬영의 병소 부위에 일치하는 지점의 SUV값을 구하였다. 양성결절에서는 대다수가 4이하의 낮은 값을 나타냈으나 2례의 폐농양이 각각 3.9와 5.3, 1례의 폐흡충이 4.7로 비교적 높은 SUV값을 보였다. 그러나 시간-방사능 곡선에서 FDG의 섭취가 지속적으로 증가하지 않아 양성결절로 판독하였다.



**Fig. 6.** Difference of SUV (standardized uptake value) between benign(n=16) and malignant nodule(n=18).

Mean SUV of malignant nodule(6.9) was higher than that of benign nodule(2.7). There was a significant difference in SUV between two groups.

Accuracy	PET
Sensitivity	15/18(83%)
Specificity	16/16(100%)
Positive Predictive	15/15(100%)
Negative Predictive	16/19(84%)

False Negative(3) : nonmucinous bronchioloalveolar cell carcinoma

**Table. 1.** Diagnostic efficacy of FDG-PET scan in Differential diagnosis of SPN. Specificity and positive predictive values were 100%. All of the three false negatives were nonmucinous bronchioloalveolar cell carcinoma.

FDG-PET영상은 악성결절에 대해 83%의 민감도와 100%의 특이도의 정확도를 보였으며 100%의 양성예측도와 84%의 음성예측도를 보였다 (Table 1, 2).

	Malignancy	
	+	-
PET +	15(18)	0(3)
(CT) -	3(0)	16(13)

**Table 2.** Comparison of accuracy for differential diagnosis of SPN between FDG-PET and CT imagings. Three cases of false positive were noted on CT scan and three cases of false negative were noted on FDG-PET scan

## 고 찰

본 연구의 결과에서 새로운 비침습적 진단 수기인 FDG-PET가 감별이 어려운 고립성 폐결절에서 악성과 양성의 감별진단에 사용시 기술상의 부작용이 없이 현재까지 사용되던 다른 수기들과 비교하여 높은 정확도를 보인다는 사실을 알 수 있었다. 본 연구는 SUV만을 악성과 양성의 감별 기준으로 이용한 다른 보고들과는 달리 악성세포는 대사가 계속 진행되는 특징을 가지므로 시간-방사능 곡선의 지속적인 증가를 동시에 만족 하는 경우에만 악성으로 판정 하였다<sup>21-23)</sup>.

PET영상에서 위 음성을 보이는 경우는 Dewan<sup>23)</sup> 등의 보고에서는 1cm미만의 반흔성선세포암(scar adenocarcinoma)으로써 대다수의 조직이 섬유반흔 조직으로 대체되고 소수의 악성세포를 포함한 경우였다. 본 연구의 3례의 위음성의 경우는 모두 2cm미만의 비점액성 세기관지폐포암의 특성을 가지고 있었다. 또한 세기관지폐포암이라도 점액성의 경우는 비점액성 때와 달리 대다수가 진단 시 종양의 크기가 비교적 크며 빠르게 증식하여

예후가 좋지 않은 것으로 알려져 있는데 본 연구에서도 모두 FDG의 섭취가 증가되는 양상을 보였다. 위의 결과로 PET 영상에서 FDG의 섭취가 증가되기 위해서는 일정량 이상의 대사가 활발한 악성종양세포의 존재가 필요한 것을 알 수 있다.

FDG의 섭취는 악성세포뿐 아니라 aspergilloma나 폐농양 그리고 결핵종처럼 비교적 크기가 크고 대사적으로 활발한 염증 질환의 경우는 어느 정도 증가된다고 알려져 있다<sup>22,23)</sup>. 이러한 경우에는 SUV값은 증가하지만 시간-방사능 곡선은 증가하지 않는 특징이 있다. 본 연구에서는 폐농양과 같이 심한 염증 질환인 경우는 SUV값만으로는 악성으로 생각할 수 있었으나 시간-방사능 곡선이 지속적으로 증가하는 양상을 보이지 않아 모두 양성으로 판독한 반면 흉부전산화단층촬영에서는 방사선허학적 소견상 악성으로 판정하였다.

PET영상의 분석 기준은 폐결절에서 FDG의 섭취가 증가된 부위를 확인하여 그곳에서의 SUV값이 4이상이고 시간-방사능 곡선을 구하여 지속적으로 곡선이 증가하는 경우로 정하였다. SUV값의 기준을 이전의 보고에서는 2.5이상인 경우를 악성으로 정하였으나 이는 평균 SUV수치를 표시한 것이었다. 그러나 종양조직의 모든 부분이 균일하지는 않으므로 본 연구에서는 최대 SUV값을 사용하였으며 4를 기준으로 할 경우 가장 변별력이 높았다. SUV의 값이 악성과 양성의 중간수치인 때는 SUV의 수치만으로 악성과 양성의 감별은 매우 힘들다. 양성결절인 경우에는 염증이 심하여 대사과정이 어느정도 증가되어 있어도 SUV값은 약간 증가할 수 있으나 악성결절인 경우와는 달리 시간이 지나도 FDG의 섭취가 지속적으로 증가하지는 않으므로 시간-방사능 곡선에서 지속적인 증가를 보이지 않는다. 이러한 관점에서 감별진단의 기준으로 SUV의 수치와 함께 시간-방사능 곡선의 형태를 동시에 적용하는

것이 타당성이 높을 것으로 사료된다.

Dewan<sup>23)</sup>등의 결과와 비교할 때 민감도는 83%로 95%에 비해 낮지만 특이도는 100%로 80%에 비해 매우 높게 나타났다. 1cm의 반흔성 선세포암의 1례가 위음성이었던 보고와 달리 본 연구에서는 1cm 인 선세포암의 경우는 악성결절로 나온 반면 위음성인 3례가 모두 크기는 선세포암보다 큰 1.5-2cm크기의 비점액성 세기관지폐포암으로써 일반 단순흉부방사선촬영에서는 영상이 적고 분명하지 않아 간과하기 쉬운 형태로 흉부전산화단층촬영상에서 중앙에 기포를 포함한 tabulated 변연의 간유리 형태의 종양으로 개흉술에 의해서만 조직학적 확진이 된 경우로 이전에 보고된 바 없는 새로운 형태의 비점액성 세기관지폐포암이었다<sup>24)</sup>. 이전의 보고에서 이러한 형태의 비점액성 세기관지폐포암이 연구에 포함되지 않은 것은 암의 특성상 대단히 느리게 성장하며 악성세포의 밀도가 낮아 단순흉부방사선촬영상의 정상으로 보일 정도로 영상이 확실하지 않으며 임상적 증세가 전혀 없으므로 발견되지 않아 연구에서 누락된 결과로 보여진다. 본 연구에서 발견된 3례는 건강 검진과정이나 다른 질환으로 치료중 우연히 발견된 경우들이었다.

미정형의 고립성 폐결절의 진단과 치료의 방법으로는 기관지경검사, 경피적 흡인세침술, 개흉술과 경과관찰이 있다<sup>25)</sup>. 경과관찰은 임상적으로 악성의 가능성이 없는 환자나 악성이 의심은 되지만 심폐질환으로 인해 수술에 고위험군일 때 적용된다<sup>26)</sup>. 기관지경검사는 크기가 2cm이상의 결절시 일반적으로 시행하며 40%-80%의 진단율을 보이나<sup>27,28)</sup> 크기가 2cm미만이거나 병기의 결정을 위해서 시행하는 것은 효과가 낮은 것으로 알려져 있다<sup>29)</sup>.

말초성의 폐결절에서는 경피적 흡인생검(percutaneous fine needle aspiration)이 일반적으로 가장



먼저 시행되는 진단수기이다<sup>29,30</sup>). 악성결절인 경우는 크기와 위치에 따라 50%-95%의 진단율을 보이거나 양성결절시는 12%-50%의 낮은 정확도를 나타낸다<sup>31,32</sup>). 동반되는 합병증으로는 30%-40%의 기흉과 12%정도의 객혈을 유발한다<sup>33,34</sup>). 이러한 합병증과 더불어 특히 문제가 되는 점은 비특이적인 특징을 가진 양성결절로 판명되는 경우의 40%가 최종적으로는 악성으로 진단되어 이러한 경우는 확진을 위해 결국에는 개흉술을 시행해야 한다<sup>35</sup>). 현재까지는 고립성폐결절의 진단에 가장 적절한 단일 수기는 없는 실정이다. 외과적 절제술이 가장 정확한 진단 수기로 알려져 있지만 미정형의 고립성 폐결절에 적용하는데에 어려움이 있는 이유는 양성결절로 나올 경우 불필요한 수술과 연관된 부작용을 감수해야하기 때문이다. 최근 흉강경을 이용한 비디오 흉부수술(vidio-assisted thoracoscopic surgery)은 수술후 합병증의 감소와 재원기간의 단축이 가능하여 말초성 고립성 폐결절의 진단과 치료에 활발히 사용되고 있다. 하지만 조직결과가 악성일 경우는 다시 개흉술을 시행해야 하며, 양성일 경우도 시술에 따른 위험과 의료비의 문제가 있기 때문에 모든 고립성 폐결절을 가진 환자에서 적용할 수는 없다. 악성일 경우는 진단을 위해 수술전에 침습적인 수기를 최대한 줄이고 될수록 빨리 개흉술을 시행하고 양성일 경우는 침습적인 수기를 줄여 합병증과 의료비를 감소시키는 것이 중요하므로 비침습적이고 정확도가 높은 진단수기의 선택이 매우 중요한 문제이다.

악성세포가 당대사과정인 양성세포에 비해 매우 활발하여 당 섭취가 증가되는 특징을 이용하여 FDG-PET가 여러 종양의 발견이나 전이 유무의 감별에 사용되고 있다. 폐암에서의 FDG-PET의 정확도를 30명의 환자에서 민감도, 특이도, 양성예측도 그리고 음성예측도가 각각 95%, 80%, 90%,

89%로 보고된바 있다<sup>23</sup>). 본 연구의 결과는 각각 83%, 100%, 100%, 84%로 이전의 연구와 비교하여 특이도와 양성예측도가 매우 높았다. 민감도가 낮게 나온 이유는 3례의 위음성이 모두 비점액성 세기관지폐포암이었고 Dewan등의 보고에서는 본 연구에 포함되었던 사례들이 대상에서 제외되었기 때문으로 생각되며 Dewan의 연구에서 위음성으로 나온 1cm의 선세포암은 본 연구에서는 악성으로 진단하였다. 양성결절에서 PET로 기존의 연구보다 정확히 진단할 수 있었던 것은 이전의 보고들이 단지 SUV값만을 진단 기준으로 정한 반면 저자들은 SUV값과 시간-방사능 곡선을 같이 적용하여 SUV가 4.0보다 크더라도 시간-방사능 곡선이 지속적으로 증가하지 않으면 양성으로 판정하였기 때문으로 사료된다. 특이도와 양성예측도가 각각 100%로서 기존의 어떠한 진단수기보다도 양성결절에 대해 높은 정확도를 보여 불필요한 침습적인 진단 수기의 감소를 가져 올 수 있을 것으로 사료된다.

외과적 절제술을 받은 3cm이하의 악성결절은 5년 생존율이 50-80%로 진단시 수술이 가능한 10-20%와 비교할 때 초기의 진단의 중요성이 강조된다<sup>36</sup>). 본 연구의 결과를 바탕으로 보면 PET에서 악성으로 나올 경우는 더이상의 검사 없이 직접 수술을 권유할 수 있을 것으로 사료된다. 수술에 대해 부정적인 환자나 수술에 고위험군인 경우라도 수술전 검사에서 강력히 악성결절을 의심할 수 있다면 환자의 동의를 얻을 수 있으며, 양성으로 나올 경우는 비침습적인 진단수기와 수술을 피할 수 있을 것으로 사료되므로 PET의 검사결과는 환자의 치료방침을 결정하는데 큰 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

결론적으로 고립성폐결절에서 FDG-PET 영상은 악성결절과 양성결절의 감별진단에 높은 정확도를 보이는 비침습적 진단수기로써 침습적인 진단

수기에 의한 이환율과 사망율을 줄이고 불필요한 수술을 감소시킬 수 있는 새로운 진단 방법으로 생각된다. 이러한 FDG-PET의 역할을 이용하여 폐암의 N2 병기의 진단에도 적용할 수 있으리라 사료된다.

## 요 약

**연구배경 :** 고립성 폐결절의 3분의 1 이상이 악성결절로 알려져 있으나 고립성 폐결절로 발견될 때는 상당수에서 치유 가능한 병기이다. 국내는 특성상 결핵종이 많아 고립성 폐결절의 진단에 주의를 요한다. 현재까지 사용되고 있는 진단수기들로 진단이 되지 않아 때에 따라서는 불필요한 개흉술을 해야되는 경우가 많은 실정이다. 최근 새로운 비침습적 진단수기인 FDG-PET가 악성과 양성 결절의 감별진단에 활발히 사용되고 있다.

**방법 :** 1994년 9월부터 1995년 9월까지 삼성서울병원에 내원한 환자중 6cm미만의 고립성 폐결절을 가진 34명의 환자를 대상으로 전향적 연구를 시행하였다. 모든 환자는 단순흉부방사선촬영, 흉부전산화단층촬영 그리고 FDG-PET를 시행한 후 FDG-PET의 결과와 객담세포진 검사, 경피적 흡인세침술, 기관지경검사와 개흉술의 조직학적 결과와 비교하여 FDG-PET의 정확도를 비교하였다. PET영상은 SUV 값이 4.0이상이고 시간-방사능 곡선(time-activity curve)이 지속적으로 증가하는 경우를 악성으로 판정하였다.

**결과 :** 1) 악성결절( $3.1 \pm 1.5\text{cm}$ , mean  $\pm$  SD)과 양성결절( $2.8 \pm 1.0\text{cm}$ , mean  $\pm$  SD)의 크기에는 유의한 차이가 없었다( $P=0.407$ ).

2) 악성결절의 최대 SUV는  $6.9 \pm 3.7$ (mean  $\pm$  SD)로써 양성결절의  $2.7 \pm 1.7$ (mean  $\pm$  SD)보다 의미있게 높았으며 시간-방사능 곡선은 악성결절에서

지속적인 증가를 보였다( $P<0.05$ ).

3) FDG-PET는 18명의 악성결절중 15명을 악성으로 진단하고 3례의 위음성을 보였다. 3례의 위음성은 모두 2cm미만의 비점액성의 세기관지폐포암이었다.

4) FDG-PET는 83%의 민감도, 100%의 특이도, 100%의 양성예측도와 84%의 음성예측도를 보였다.

**결론 :** 고립성 폐결절에서 FDG-PET는 악성결절과 양성결절의 감별진단에 높은 정확도를 보이는 비침습적 진단수기로써 불필요한 시술로 인한 이환율과 사망율을 줄이고 필요시는 개흉술의 근거를 줄 수 있는 새로운 진단수기로 사료된다.

## 참 고 문 헌

- 1) Boucout KR, Cooper DA, Weiss W, Carnahan WJ : Appearance of first roentgenographic abnormalities due to lung cancer. JAMA 190:1103, 1964
- 2) Lillington GA : Pulmonary nodules : solitary and multiple. Clin Chest Med 3 : 361, 1982
- 3) Swensen SJ, Jett JR, Payne WS, Viggiano RW, Pairlero PC, Trastek VF : An integrated approach to evaluation of the solitary pulmonary nodule. Mayo Clin Proc 91 : 128, 1990
- 4) Khouri NF, Meziane MA, Zerhouni EA, Fishman EK, Siegelman SS : The Solitary pulmonary nodule : assessment, diagnosis, and management. Chest 91 : 128, 1987
- 5) Steele JD : The solitary pulmonary nodule : report of a cooperative study of resected asymptomatic solitary pulmonary nodules in

- males. *J Thorac Cardiovasc Surg* **46** : 21, 1963
- 6) Zerhouni EA, Stitik FP, Siegelman SS : CT of the pulmonary nodule : a cooperative study. *Radiology* **160** : 319, 1986
- 7) Caskey CI, Zerhouni EA : The solitary pulmonary nodule. *Semin Roentgenol* **25** : 85, 1990
- 8) Huston J III, Muhm J Jr : Solitary pulmonary nodules : evaluation with a CT reference phantom. *Radiology* **170** : 653, 1989
- 9) Levine MS, Weiss JM, Herrell JH : Transthoracic needle aspiration biopsy following negative fibroptic bronchoscopy in solitary pulmonary nodules. *Chest* **93** : 1152, 1988
- 10) Calhoun P, Feldman PS, Armstrong P : The clinical outcome of needle aspiration of the lung when cancer is not diagnosed. *Am Thorac Surg* **41** : 592, 1986
- 11) Winning AJ, McIvor J, Seed WA : Interpretation of negative results in fine needle aspiration of discrete pulmonary lesions. *Thorax* **41** : 875, 1986
- 12) Keagy BA, Starck PIK, Murray GF, et al : Major pulmonary resection for suspected but unconfirmed malignancy. *Ann Thorac Surg* **38** : 314, 1984
- 13) 권삼, 조용근, 이원식, 정태훈, 허주희, 이종기 : 고립성 폐결절의 임상적 관찰. 결핵 및 호흡기 질환 **36(1)** : 63, 1989
- 14) 이종인, 이상수, 원구태, 안강현, 이성우, 백순구, 김승률, 용석중, 정순희, 성기준 : 고립성 폐결절에 관한 임상적 고찰. 대한내과학잡지 **44(2)** : 163, 1993
- 15) 김선미, 전석철, 배오근, 최요원, 함창곡, 김창호, 유원돈 : 흉부 세침 흡인 생검 : 1000예의 진단 성적 및 합병증. 대한방사선의학회지 **31(5)** : 897, 1994
- 16) 김영환, 임태환, 김원동, 고기영, 송군식 : 단일 폐결절의 전산화단층촬영 소견. 대한방사선의학회지 **32(1)** : 85, 1995
- 17) DiChiro G, Dela Par RL, Brooks RA, et al : Glucose utilization of cerebral gliomas measured by 18-F-fluoro-deoxyglucose and positron emission tomography. *Neurology* **32** : 1323, 1982
- 18) Wahl RL, Hutchins GD, Buchsbaum DJ, et al : 18-F-2-deoxy-2-fluoro-deoxyglucose uptake into human tumor xenografts. *Cancer* **67** : 1544, 1991
- 19) Nolop KB, Rhodes CG, Brudin LH, et al : Glucose utilization in vivo by human pulmonary neoplasm. *Cancer* **60** : 2682, 1987
- 20) Kobota K, Matsuzawa T, Fujiwara T, et al : Differential diagnosis of lung tumor with positron emission tomography : a prospective study. *J Nucl Med* **31** : 1927, 1990
- 21) Langen KJ, Braun U, Kops ER, Herzog H, Kuwert T, Nebeling B, Feinendegen LE : The influence of plasma glucose levels on fluorine-18-fluorodeoxyglucose uptake in bronchial carcinomas. *J Nucl Med* **34** : 355, 1993
- 22) Gupta NC, Frank AR, Dewan NA, Redepenning LS, Rothberg ML, Mailliard JA, Phalen JJ, Sunderland JJ, Frick MP : Solitary pulmonary nodules : detection of malignancy with PET with 2-[F-18]-Fluoro-2-deoxy-D-glucose. *Radiology* **184** : 441, 1992
- 23) Dewan NA, Gupta NC, Redepenning LS, Phalen JJ, Frick MP : Diagnostic efficacy of PET-FDG imaging in solitary pulmonary nodules. *Chest* **104/4** : 997, 1993
- 24) Hyun-Jung Jang, Kyung Soo Lee, O. Jung

- Kwon, Chong H. Rhee, Young Mog Shim, Jungho Han : Bronchioloalveolar Carcinoma : Focal area of ground-glass attenuation at thinsection CT as an early sign. *Radiology*, **199** : 485, 1996
- 25) Midthum DE, Swensen SJ, Jett JR : Clinical strategies for solitary pulmonary nodule. *Annu Rev Med* **43** : 195, 1992
  - 26) Cummings SR, Lillington GA, Richard RJ : Estimating the probability of malignancy in solitary pulmonary nodules : a bayesian approach. *Am Rev Respir Dis* **134** : 449, 1986
  - 27) Fletcher EC, Levin DC : Flexible fibroptic bronchoscopy and fluoroscopically guided transbronchial biopsy in the managment of solitary pulmonary nodules. *West J Med* **136** : 477, 1982
  - 28) Wallace JM, Deutsch AL : Flexible fibroptic bronchoscopy and percutaneous needle lung aspiration biopsy for evaluating the solitary pulmonary nodule. *Chest* **81** : 665, 1982
  - 29) Swensen SJ, Jett Jr, Payne HS, et al : An integrated approach to the evaluation of the solitary pulmonary nodule. *Mayo Clin Proc* **65** : 173, 1990
  - 30) Berquist TH, Bailey PB, Cortese DA, et al : Transthoracic needle biopsy : accuracy and complications in relation to location and type of lesion. *Mayo Clin Proc* **55** : 475, 1980
  - 31) Conces DJ, Jr, Schwenk GR, Doering RR et al : Thoracic needle biopsy improved results utilizing a team approach. *Chest* **91** : 813, 1987
  - 32) Calhoun P, Feldman PS, Armstrong P, et al : The clinical outcome of needle aspiration of the lung when cancer is not diagnosed. *Ann Thorac Surg* **41** : 592, 1986
  - 33) Lillington GA : Hazards of transthoracic needle biopsy of the lung. *Ann Thorac Surg* **48** : 163, 1989
  - 34) Harter LP, Moss AA, Goldberg HI et al : CT guided fine needle aspiration for diagnosis of benign and malignancy disease. *AJR* **140** : 363, 1983
  - 35) Winning AJ, McIvor J, Seed WA, et al : Interpretation of negative results in fine needle aspiration of discrete pulmonary lesions. *Thorax* **41** : 363, 1983
  - 36) Williams DE, Pairolero PC, Davis CS, Bernatz PE, Payne WS, Taylor WF, et al : Survival of patients treated for stage 1 lung cancer : J Thorac Cardiovasc Surg **82** : 70, 1981