

Original Article

갑상선암 수술 전 진단목적의 ^{18}F -FDG PET/CT Dual Time Point 영상에서 SUV값과 방사능 농도 측정법의 유용성 평가

을지대학병원 핵의학과¹, 을지대학병원 방사선과², 충남국립대학병원 방사선과³
이현국¹ · 강현수¹ · 양승오^{1,2} · 한만석³

The Preoperative Diagnosis of Thyroid Cancer in ^{18}F -FDG PET/CT Dual Time Imaging of SUV and Evaluation of Radioactivity Measurement

Hyun-Kuk Lee¹, Hyun Soo Khang¹, Seung-Oh Yang^{1,2}, Man-Seok Han³

¹Dept. of Nuclear Medicine, College of Medicine, Eulji University, Korea

²Dept. of Radiology, Eulji University Hospital, Korea

³Dept. of Radiology, Chungnam National University Hospital, Daejeon, Korea

Purpose : This study is designed to compare two parameters reflecting ^{18}F -FDG uptake, SUV and radioactivity, for diagnosis of thyroid cancer in dual time ^{18}F -FDG PET/CT imaging and to find which parameter is more useful to decide whether the tumor is malignant or not. **Materials and Methods :** We performed retrospective study for 40 patients. All patients are diagnosed as primary thyroid cancer and examined ^{18}F -FDG PET/CT. First, we got the dispersion of scattering beam of neck and lung apex to set a background and compared each dispersion, mean value, standard deviation of maxSUV and radioactivity. Also, mean maxSUV, Δ maxSUV, Δ maxBq/ml(%) and radioactivity between groups according to lesion's size based on biopsy are compared with independent-sample *t*-test. **Results :** the values that were from maxSUV and radioactivity measurement technique were compensated and calculated to practical values for mean comparison and patients were divided to two groups based on tumor size, Group1 (size \leq 1 cm, n=21), Group2 (size $>$ 1 cm, n=19) for accurate comparison. In Group1, maxSUV (semi-quantitative analysis) was increased from 5.64 \pm 5.85 (1.89~17.84) at first image to 5.90 \pm 5.01 (1.95~18.22) at second image and radioactivity (Bq/ml) (quantitative analysis) showed similar increase from 5.93 \pm 6.38 (2.50~16.75) at first image to 6.01 \pm 5.25 (2.66~16.58) at second image. In Group2, TFmaxSUV was 10.54 \pm 14.36 (2.54~33.89) in true first image, TSmaxSUV was 9.85 \pm 12.88 (2.62~26.20) in true second image separately. The maxSUV showed a significant difference in the mean comparison between the two groups ($p=0.035$) But, mean radioactivity (Bq/ml) was 5.93 \pm 6.38 (4.81~40.99) in true first image, 6.01 \pm 5.25 (4.51~36.93) in true second image and didn't show a significant difference statistically ($p=0.126$) **Conclusion :** In diagnosis of thyroid tumor, SUV and radioactivity depending on ^{18}F -FDG uptake showed high similarity with coefficient of determination ($R^2=0.939$) and malignant evaluation results using dual time also showed similar aspect. Radioactivity for evaluation of malignant tumor didn't show better specificity or sensitivity than maxSUV. (Korean J Nucl Med Technol 2012;16(2):99-105)

Key Words : ^{18}F -FDG PET/CT, Dual Time Poin Image, maxSUV, Radioactivity

서 론

- Received: April 11, 2012, Accepted: September 22, 2012.
- Corresponding author : Hyun Kuk Lee
Department of Nuclear Medicine, Eulji University Hospital
1306 Dunsan-dong, Seo-gu, Daejeon, 302-799, Korea
Tel: +82-42-611-3592, Fax: +82-42-611-3590
E-mail: lhk@eulji.ac.kr

우리나라에서 PET/CT장비가 2002년 도입설치 한 후 2009년에는 130여대가 운영되면서 질병의 병인 연구 및 진단, 예

후 판정, 그리고 암의 조기진단에 이용되고 있다. F-18-fluoro-2deoxy-D-glucose(¹⁸F-FDG)를 이용한 양전자방출전산화 단층촬영(positron emission tomography/computed tomography: 이하 PET/CT)은 병변의 포도당 대사에 관한 정보를 제공하는 진단적, 기능적 영상 기술로서, 악성종양을 발견하는데 높은 민감도를 보인다. 하지만 ¹⁸F-FDG는 종양 특이적이지 않고, 생리적 또는 양성, 염증성 병변에서도 섭취증가를 보이기 때문에 그 특이도가 다소 떨어진다.^{1,2)} PET은 일반적으로 ¹⁸F-FDG주사 후 1시간에 촬영한다. 최근 연구들에서 악성종양에서 ¹⁸F-FDG섭취는 주사 후 수 시간동안 지속적으로 증가하고 일부 종양에서는 표준섭취계수(standardized uptake value, SUV)가 130~500분까지도 최고점에 도달하지 않는다고 보고하고 있다.³⁻⁴⁾ 악성종양과는 달리 Yamada⁵⁾ 등은 염증성 병변, 정상조직에서는 ¹⁸F-FDG 섭취가 주사 후 약 1시간에 최고점에 도달한다고 보고했다. 또한 실제 환자를 대상으로 한 연구에서도 추가 지연 ¹⁸F-FDG PET/CT (dual time point ¹⁸F-FDG PET/CT)가 양성 병변으로부터 악성을 감별하는데 도움을 준다고 보고하였다. 그러나 수술 전 갑상선암 원발 병소 평가에서의 유용성에 대한 보고는 많지 않으며, 드물게 일부 연구에서 갑상선결절의 악성여부를 판단하는데 ¹⁸F-FDG PET/CT가 유용하다고 하였으나 연구 결과가 상이 한 경우도 있었다.⁶⁾ 또한 이중시간을 이용한 ¹⁸F-FDG PET/CT가 갑상선암 원발 병소를 평가하는 연구 논문은 거의 없었지만 최근 갑상선우연종 감별과 갑상선미세유두암의 진단에 유용성이 있다는 것을 보고하였다.⁷⁻⁹⁾ ¹⁸F-FDG PET/CT 이중시간촬영을 이용하여 갑상선암 악성종양을 평가하였고, 방법으로는 ¹⁸F-FDG의 섭취로 인한 조직내 증가를 반정량적으로 나타낸 SUV값의 차이를 이용하였다.

그러나 SUV값은 반정량적인 값으로 악성정도를 절대적으로 나타내진 못하며 참고 수치로 이용하는 수준이다. 그래서 조직의 혈류량과 대사량을 정량화한 값인 방사능 농도를 이용한 악성정도를 평가한 연구를 찾아보았으나 찾아보기 어려웠다.

이 연구에서는 이중시간 ¹⁸F-FDG PET/CT 영상에서 갑상선암 진단에서 ¹⁸F-FDG 섭취 양상 변화값인 SUV값과 방사능 농도를 비교 평가하고, 이를 통한 악성여부 감별에서 어느 값을 이용하는 것이 유용한지 또한 두 값이 서로 유의한지 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상 및 임상적 특징

2009년 1월부터 2010년 3월까지 E대학병원 내원하여 갑상선의 원발암으로 ¹⁸F-FDG PET/CT를 시행한 환자 40명을 대상으로 후향적 분석을 실시하였다. 조건은 초음파유도하 세침흡인생검술(ultrasound-guided fine needle aspiration biopsy)을 통해 갑상선암으로 처음 진단받은 후 수술 전 병기 설정을 위하여 이중 시간 ¹⁸F-FDG PET/CT를 시행 받고 수술 후 조직병리검사에서 갑상선암이 확인된 환자들을 대상으로 하였다. 수술 후 조직병리학 전문가가 갑상선결절을 측정하여 조직병리학적인 소견과 크기를 기록하였으며, 이를 바탕으로 갑상선암의 크기를 구분하였다.

환자는 총 40명(여자 32명, 45±11.6세, 남자 8명, 48.8±11.1세)이었고 공복혈당은 평균 109로 전처치에 대한 변수는 제외할 수 있었다. 그리고 체중은 여자는 평균 58.5±10.2 kg이고 남자는 평균 72.3±16.5 kg로 나타났다.

갑상선암 중 수술 후 조직검사결과 38명은 갑상선유두암(papillary thyroid carcinoma)환자이고 2명은 갑상선여포암(follicular thyroid carcinoma)이었고 암의 크기는 장축의 크기를 대표값으로 하였다. 그룹 1은 1.0 cm 이하의 환자로 여자는 0.66±0.19 (n=17)고, 남자는 0.78±0.26 (n=4)로 함께 평균 0.68±0.21 (n=21)이었다. 그룹 2은 여자 1.65±0.84 (n=15)고 남자는 2.6±2.93 (n=4)로 함께 평균 1.85±1.46 (n=19)이었다 (Table 1).

Table 1. Patients Characteristics

	Female	Male	Total
Number of patients	32	8	40
Age (years)	45±11.6 (26~70)	48.8±11.1 (36~65)	45.8±11.5 (26~70)
Blood Sugar Test	105.6±10.4	122.6±52	109.1±24.8
Weight	58.5±10.2	72.3±16.5	61.3±12.8
Nodules * size (major axis:cm)	1.1±0.77	1.88±2.52	1.24±1.19 (0.3~7.0)
Group 1=size≤1 cm (n)	0.66±0.19 (n=17)	0.78±0.26 (n=4)	0.68±0.21 (n=21)
Group 2=size>1 cm (n)	1.65±0.84 (n=15)	2.6±2.93 (n=4)	1.85±1.46 (n=19)

* (Thyroid cancer, n=40); papillary thyroid carcinoma (n=38), follicular thyroid carcinoma (n=2).

2. 실험기기 및 ¹⁸F-FDG PET/CT 영상획득

검사장비는 SIEMENS사에서 만든 Biograph-Duo로 검사하였으며 갑상선암으로 진단된 환자들은 ¹⁸F-FDG PET/CT를 시행하기 전 환자들은 검사 전 최소한 6시간의 금식을 하였고, 공복혈당은 120 이하로 했으며 생수를 마시는 것은 허용하였다. ¹⁸F-FDG (6.27 MBq/kg)를 정맥주사하고, 원활한 이뇨를 위해 신장과 방광의 ¹⁸F-FDG 배출을 위해서 검사 전 약 1리터정도의 수분섭취와 이뇨제(lasix, 20 mg/ml)를 투여하고 침대에 누워 1시간 안정을 취한다. 이중시간 PET/CT 영상은 기본영상과 지연 영상을 얻었으며, 기본영상은 1시간 영상으로 한 bed에 2분 동안 허벅지의 중간부터 구개골 기저부까지 7~8bed의 전신방출영상을 얻었으며, 지연영상은 기본영상 스캔 직후 소변을 보게 한 뒤 바로 목을 중심으로 한 bed를 2분 동안 스캔하였다. 감쇠보정은 CT를 이용하여 투과영상을 얻어 영상을 재구성하였다.

3. 영상분석방법

¹⁸F-FDG PET/CT영상은 Siemens medical system에서 제공하는 e-soft tubo workstation (Version 7.5)을 이용하여 재구성된 PET영상과 CT영상을 육안적으로 분석하여 갑상선 섭취가 정상인 보다 명백히 높은 국소적 섭취가 있는 경우 갑상선암의 양성 소견(positive finding)섭취로 판단하였고 판단은 핵의학과 의사의 소견을 기준으로 하였다.

반정량적 분석은 ¹⁸F-FDG PET/CT영상 중 갑상선에 국소적 섭취가 보이고 CT에서 저밀도를 보이는 병소들의 관심영역(region of interest, ROI)을 그려 SUV를 측정하였으며, 최대 표준화섭취계수(maximum standardized uptake value, maxSUV)를 병소의 대표값으로 사용 하였다. 병소의 ROI는 일차영상(first time point) F maxSUV과 이차영상(second time point) S maxSUV를 측정하고, 증감을 비교하고 반정량적인 값을 보다 정확한 SUV값으로 환산하기 위해 조직의 산란선(Background)을 측정하여 뺀 값을 실질적인 병소 True maxSUV (T maxSUV)값으로 한다. 여기서 일차영상은 1시간에 촬영하는 영상이고 이차영상은 지연영상으로 추가로 병소부위만 촬영하는 영상을 말한다. 산란선 부위는 목부위의 값과 폐침부의 값을 비교하여 안정된 곳의 산란선 maxSUV 값을 조직의 산란선부위로 한다.

정량분석은 측정된 값 그 자체를 수치 그대로 해석하는 개념으로 kg, cm, L, Bq 등이 있다. 반정량분석은 측정된 수치 값을 이용해 해석을 하기 유용하게 변환한 것으로 비만도,

SUV등이 있다.

SUV는 다음과 같은 식으로 계산하였다.

$$SUV = \frac{\text{mean ROI activity (MBq/g)}}{\text{Injected dose (MBq) / body weight (g)}} \quad (\text{식 1})$$

실질적인 병소 maxSUV값을 구하기 위하여 다음과 같은 식으로 계산하였다.

$$\text{일차 영상 병소실제 SUV값(TF maxSUV)} = F \text{ maxSUV} - B \text{ maxSUV}$$

$$\text{이차 영상 병소실제 SUV값(TS maxSUV)} = S \text{ maxSUV} - B \text{ maxSUV}$$

또한 영상간의 maxSUV차이를 알기 위하여 백분율 변화(percent change)를 다음과 같은 식으로 계산하였다.

$$\Delta \text{maxSUV}(\%) = \frac{TS \text{maxSUV} - TF \text{maxSUV}}{TF \text{maxSUV}} \times 100 \quad (\text{식 2})$$

병소 조직의 대사량을 정량화한 값이 방사능 농도로 위와 똑같은 방법으로 실질적 방사능 농도값과 영상간의 방사능 농도의 차이를 다음과 같은 식으로 계산하였다.

$$\text{일차영상 병소 실제 방사능 농도(TF Bq/ml)} = (F \text{ Bq/ml} - B \text{ Bq/ml}) / B \text{ Bq/ml}$$

$$\text{이차영상 병소 실제 방사능 농도(TS Bq/ml)} = (S \text{ Bq/ml} - B \text{ Bq/ml}) / B \text{ Bq/ml}$$

또한 영상간의 maxBq차이를 알기 위하여 백분율 변화(percent change)를 다음과 같은 식으로 계산하였다.

$$\Delta \text{maxBq/ml}(\%) = \frac{TS \text{max Bq} - TF \text{max Bq}}{TF \text{max Bq}} \times 100 \quad (\text{식 3})$$

그리고 두 그룹간의 maxSUV값과 방사능 농도를 서로 비교했으며 또한 병소의 크기에 따라 두개의 그룹(그룹 1: 장축직경 1 cm 이하, 그룹 2: 장축직경 1 cm 초과)로 나누어 각각의 결과값이 유의한 차이가 있는 알아보았다.

4. 통계분석

자료 분석은 SPSS (V.16)를 이용하여 분석하였고, 먼저 백그라운드부위를 설정하기 위한 두 부위의 산포도를 구하여 값의 변화량 비교하였고 maxSUV값과 방사능 농도의 평균과

표준편차를 비교하였다. 조직검사 결과 병소의 크기에 따라 나는 각 그룹간의 평균 maxSUV값, ΔmaxSUV, ΔmaxBq/ml (%)과 방사능 농도를 독립표본 t-검정을 이용하여 비교하였다. p값이 0.05 미만인 경우에 통계학적으로 유의한 것으로 판단하였다.

결 과

1. 영상분석과 산란선 부위 설정

영상의 분석은 먼저 정확한 maxSUV값과 방사능 농도 (Bq/ml)을 계산하기 위해 산란선(background) 부위를 먼저 설정하였고, 설정부위는 영상 중에서 가장 안정되고 비교적 재현성이 좋은 부위를 선정하기 위해 두 부위를 선정하여

maxSUV값을 측정하여 비교 검토하였다. 그림 1의 (a)와 같이 안정된 산란선측정부를 설정하기 위해 목 부위의 산란선과 폐 침부의 산란선을 정하였고, 그림과 같이 ROI를 설정하여 maxSUV를 측정하여 비교하였다. 그림 1의 (b)는 실제 실험에 이용된 영상으로 폐 침부의 산란선을 측정하는 영상이다.

그리고 그림 1의 (c)는 ¹⁸F-FDG를 정맥주사하고 1시간에 얻은 일차영상으로 왼쪽 갑상선에 국소적 ¹⁸F-FDG섭취를 보이는 부위를 관찰할 수 있으며 ROI를 그려 maxSUV와 방사능농도(Bq/ml)를 측정한다. (d)는 일차영상을 얻은 후 병소 부위만 정하여 이차영상을 얻고 일차영상과 같은 방법으로 maxSUV와 방사능농도(Bq/ml)를 측정한다. 이때 안정된 산란선 부위로 결정된 폐 침부의 maxSUV와 방사능농도 (Bq/ml)도 측정하였다.

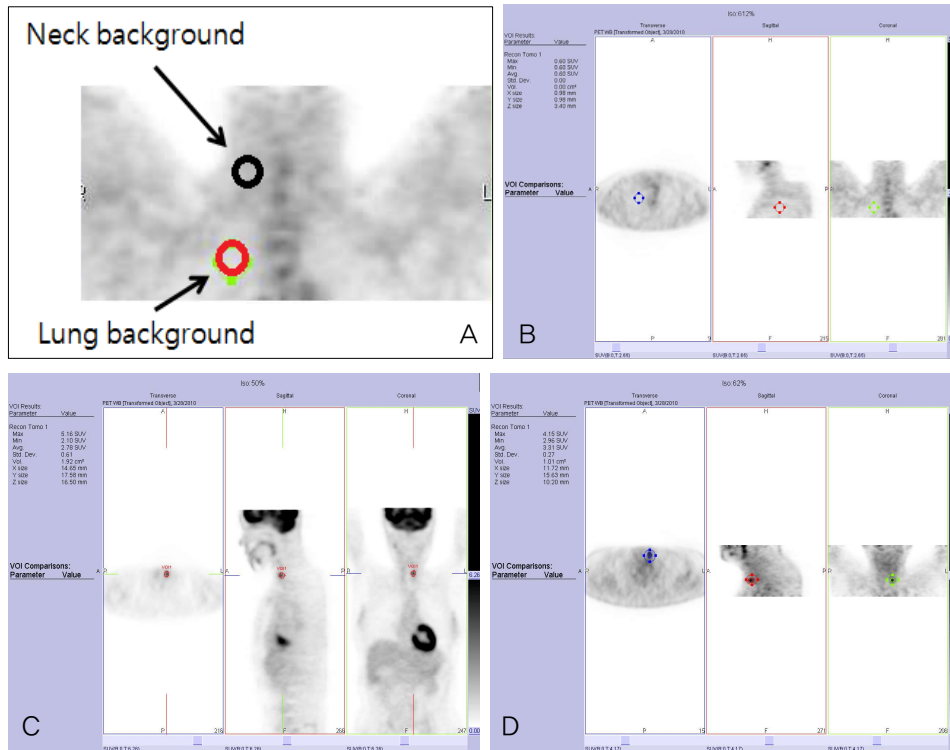


Fig. 1. (A) background of the two parts of selected images (B) background image of the ROI (C) The primary lesion in 1hr of first time point PET/CT image (D) The primary lesion in 1hr of second time point PET/CT image.

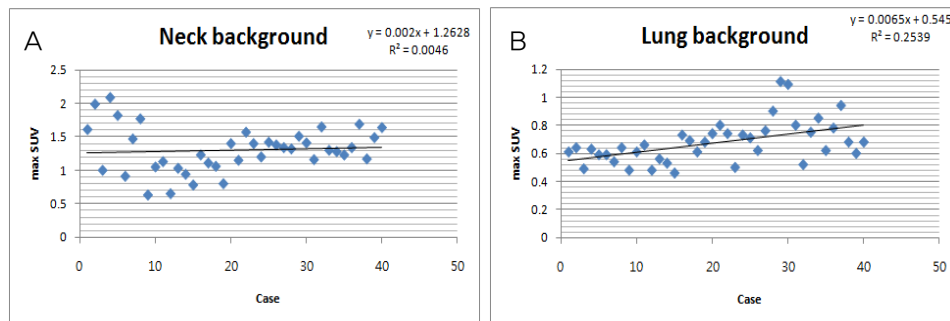


Fig. 2. Scattergrams with linear regression show the comparison between maxSUV and case of neck background (A) and the lung background (B).

설정부위는 갑상선과 가까운 목 부위와 공기가 있어 안정된 부위인 폐 침부를 산란선부위로 하여 두부위의 maxSUV를 각각 구하였다. 목 부위의 평균 maxSUV값은 1.3±0.34 (0.63~2.09)이었고, 폐 침부의 평균 maxSUV값은 0.68±0.15 (0.46~1.11)이었다. 두 부위의 maxSUV값의 결정계수(Fig. 2)는 목 부위는 R²=0.0046이고 폐 침부는 R²=0.2539로 모두 높지는 않았지만 폐 침부의 결정계수가 목 부위보다는 높아 산란선의 maxSUV값 재현성은 폐 침부 부위로 선정하였다.

2. ¹⁸F-FDG PET/CT영상에서 시간과 암의 크기에 따른 maxSUV값 변화

¹⁸F-FDG PET/CT영상분석 방법 중 반정량적인 값인 maxSUV변화량 분석결과는 암의 크기에 따른 구분 1 cm 이하와 1 cm 초과 군으로 분석한 결과는 아래 Table 2와 같다.

3. ¹⁸F-FDG PET/CT영상에서 시간과 암의 크기에 따른 방사능 농도값 변화

¹⁸F-FDG PET/CT영상분석 방법 중 혈류량과 대사량을 정량적으로 평가하는 방법인 방사능농도(Bq/ml)변화량 분석결

과는 아래 Table 3과 같다.

4. maxSUV값과 방사능 농도값을 병소 크기에 따라 비교

두 그룹간의 maxSUV값과 방사능 농도값을 서로 비교했으며 또한 병소의 크기에 따라 두개의 그룹(그룹 1: 장축직경 1 cm 이하, 그룹 2: 장축직경 1 cm 초과)로 나누어 각각의 결과값이 유의한 차이가 있는 알아본 결과 maxSUV값 비교에서는 그룹 1에서는 실질일차영상(TF maxSUV)과 실질이차영상(TS maxSUV) 평균 maxSUV는 각각 5.64±5.85 (1.98~17.84)과 5.90±5.01 (1.95~18.22)이었고 그룹 2에서는 실질일차영상(TF maxSUV)과 실질이차영상(TS maxSUV) 평균 maxSUV는 각각 10.54±14.36 (2.54~33.89)과 9.85±12.88 (2.62~26.20)이었다(Table 4).

또 다른 측정방법인 방사능 농도(Bq/ml) 비교에서는 그룹 1에서는 실질일차영상(TF Bq/ml)과 실질이차영상(TS Bq/ml) 평균 Bq/ml는 각각 5.93±6.38 (2.50~16.75)과 6.01±5.25 (2.66~16.58)이었고 그룹 2에서는 실질일차영상(TF Bq/ml)과 실질이차영상(TS Bq/ml) 평균 Bq/ml는 각각 5.93±6.38 (4.81~40.99)과 9.85±12.88(4.51~36.93)이었다(Table 4).

Table 2. Comparisons of parameters (SUV) between Thyroid nodule and background to nodule size

Parameters	Thyroid nodule	Lung background
Total (n=40)	n=40	n=40
F maxSUV ^{a)}	5.65±7.95	0.68±0.15
S maxSUV ^{b)}	6.09±8.30	0.74±0.23
Group 1=size ≤ 1 cm (n=21)	n=21	n=21
F maxSUV	2.69±1.49	0.64±0.13
S maxSUV	3.01±1.48	0.66±0.15
Group 2=size > 1 cm (n=19)	n=19	n=19
F maxSUV	8.93±10.63	0.72±0.17
S maxSUV	9.50±11.11	0.83±0.27

^{a)}Maximum SUV of the first time point scan (60 min); ^{b)}Maximum SUV of the second time point scan (70 min~120 min).

Table 3. Comparisons of parameters (Bq/ml) between Thyroid nodule and background to nodule size

Parameters	Thyroid nodule	Lung background
Total(n=40)	n=40	n=40
F Bq/ml ^{a)}	29749.28±37273.15	3216.30±688.59
S Bq/ml ^{b)}	26535.23±31961.49	2867.93±684.22
Group 1=size ≤ 1 cm (n=21)	n=21	n=21
F Bq/ml	19929.67±16049.29	3062.24±679.98
S Bq/ml	17580.52±12120.65	2576.53±551.15
Group 2=size > 1 cm (n=19)	n=19	n=19
F Bq/ml	40602.53±49870.75	3386.58±674.76
S Bq/ml	36432.53±43048.19	3190.00±684.30

^{a)}Bq/ml of the first time point scan; ^{b)}Bq/ml of the second time point scan.

1) 이중시간을 이용한 반 정량적 분석(maxSUV)을 이용한 백분율 변화 양상

크기에 따라 나누었을 때 그룹 1에서 21개의 갑상선암의 평균비교에서 일차영상보다 이차영상에서 maxSUV값이 증가함을 알 수 있으며 특히 이중시간을 이용한 반정량적 분석을 이용한 백분율 Δ maxSUV (%)은 16.35±31.42% (-23.09~43.20%)이었고 그룹 2에서는 19개의 갑상선암의 평균비교 백분율은 -2.30±20.10% (-23.43~16.90%)이었고 두 그룹간에 평균 백분율 비교에서 유의한 차이를 보였다($p=0.035$, Table 4).

2) 이중시간을 이용한 정량적 분석(Bq/ml)을 이용한 백분율 변화 양상

이중시간을 이용한 정량적 분석(Bq/ml)을 이용한 백분율 변화 양상을 보기 위해 크기에 따라 나누었을 때 그룹 1에서 21개의 갑상선암의 평균비교에서 일차영상보다 이차영상에서 Bq/ml값이 미미한 증가를 보였고, 정량적 분석을 이용한 백분율 Δ Bq/ml (%)에서는 15.24±32.66% (-23.42~37.52%)이었다. 그룹 2에서는 19개의 갑상선암의 평균비교 백분율은 0.76±22.79% (-15.58~12.82%)이었고 두 그룹간에 평균 Bq/ml (%)백분율 비교에서 유의한 차이는 없었다($p=0.126$, Table 4).

5. 반 정량적 분석(maxSUV)과 정량적 분석(Bq/ml)의 결과 비교

이중시간 18 F-FDG PET/CT를 이용한 갑상선암 진단에서 18 F-FDG 섭취 양상 변화값인 maxSUV와 방사능농도를 비교한 결과 종양의 크기가 1 cm 이하인 그룹에서는 Δ maxSUV (%)은 16.35±31.42%이었고, Δ Bq/ml (%)에서는 15.24±32.66%로 두 값이 유사하였다.

그룹 2에서는 Δ maxSUV(%)은 -2.30±20.10% (-23.43~16.90%)이었고, Δ Bq/ml (%)에서는 0.79±22.79% (-15.58~12.82%)로 정량분석방법이 약간 높은 수치를 보였다.

두 방법을 이용하여 갑상선암 크기에 따른 악성여부 감별에서 집단 간 평균의 차를 보는 t -test에서는 같은 결과가 없었으나 두 집단 간 상관성이 $R^2=0.939$ 로 높은 결정계수값이 나타났다(pearson correlation=0.969, p -value=0.000).

고 찰

갑상선암에서 18 F-FDG PET/CT는 수술 후 재발평가에 가장 많이 이용되지만 이외에도 수술 후 병기 재설정 및 재발 또는 전이된 병소의 치료 후 평가에 유용하게 사용되고 있다. 특히 분화도가 낮은 갑상선암에서 갑상선글로불린(thyroglobuline)의 수치가 높으나 131 I 전신 스캔에서 음성으로 보이는 경우에 재발 평가에 큰 도움을 줄 수 있다는 보고가 많다.

본 연구에서는 갑상선암 원발 병소 진단에 이용된 이중시간 18 F-FDG PET/CT영상에서 악성종양을 평가하는 방법으로 18 F-FDG의 섭취로 인한 병소 부위 내 증가를 반 정량적으로 나타낸 SUV값의 차이를 이용하여 감별하였다. 하지만 이 방법은 반 정량적이고 감염 또는 염증, 양성종양에서도 35.5%정도의 위양성 섭취가 이루어짐으로 갑상선암의 감별

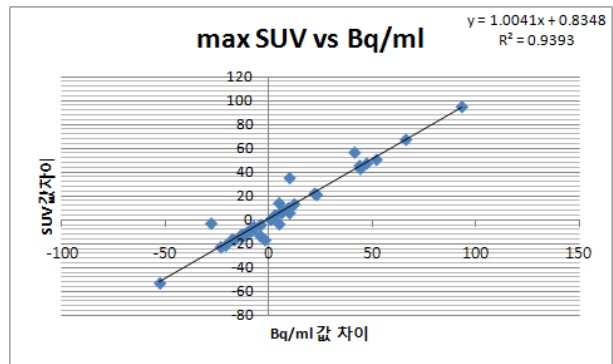


Fig. 3. Scattergrams with linear regression show the comparison between maxSUV and Bq/mL. Coefficient of determination ($R^2=0.939$, Pearson correlation=0.969, p -value= 0.000).

Table 4. Comparisons of parameters (SUV) between Thyroid nodule and background to nodule size

Parameters	Group 1 size \leq 1 cm (n=21)	Group 2 size $>$ 1 cm (n=19)	p-value
Total (n=40)			
TF maxSUV ^{a)}	5.64±5.85	10.54±14.36	0.035
TS maxSUV ^{b)}	5.90±5.01	9.85±12.88	0.035
Δ maxSUV (%) ^{c)}	16.35±31.42%	-2.30±20.10%	0.035
TF Bq/ml ^{d)}	5.93±6.38	10.51±14.37	0.126
TS Bq/ml ^{e)}	6.01±5.25	9.88±12.81	0.126
Δ Bq/ml (%) ^{f)}	15.24±32.66%	0.79±22.79%	0.126

^{a)}F maxSUV-B maxSUV; ^{b)}S maxSUV-B maxSUV; ^{c)} Δ maxSUV (%) = $\frac{TS_{maxSUV} - TF_{maxSUV}}{TF_{maxSUV}} \times 100$; ^{d)}(F Bq/ml-B Bq/ml)/B Bq/ml; ^{e)}(S Bq/ml-B Bq/ml)/B Bq/ml; ^{f)} Δ maxBq/ml (%) = $\frac{TS_{maxBq} - TF_{maxBq}}{TF_{maxBq}} \times 100$.

에 민감도가 떨어지는 요인이 되었다.

그래서 또 다른 평가방법인 ¹⁸F-FDG의 섭취를 정량적인 값으로 나타낸 방사능 농도를 이용하여 악성 병소를 평가하는 방법을 알아보고 하고, 두 평가 방법이 유의한 차이가 있는지 확인해 보았다.

먼저 정확한 maxSUV값과 방사능 농도(Bq/ml)을 계산하기 위해 산란선(background) 부위를 먼저 설정하였고, 설정 부위는 갑상선과 가까운 목 부위와 공기가 있어 안정된 부위인 폐 침부를 산란선부위로 하여 두부위의 maxSUV를 각각 구하였다. 목 부위의 평균 maxSUV값은 1.3±0.34 (0.63~2.09) 이었고, 폐침부의 평균 maxSUV값은 0.68±0.15 (0.46~1.11) 이었다. 두 부위의 maxSUV값의 결정계수(Fig. 2)는 목 부위는 R²=0.0046이고 폐 침부는 R²=0.2539로 모두 높지는 않았지만 폐 침부의 결정계수가 목 부위보다는 높아 폐 부위로 선정하였다.

결과분석에서는 ¹⁸F-FDG PET/CT 영상분석 방법 중 반정량적인 값인 maxSUV변화량 분석결과 일차영상(1시간)에서 병소부위의 F maxSUV와 병소부위의 S maxSUV를 비교했을 때 유의하게 증가하는 것을 볼 수 있었다. 또 하나의 다른 방법인 혈류량과 대사량을 정량적으로 평가하는 방법인 방사능 농도(Bq/ml)변화량 분석결과는 방사능 농도가 시간이 경과하면서 감소하는 물리적 특성으로 감소함을 알 수 있었다.

그래서 두 평가 방법의 유의성을 보기위해 갑상선암의 크기를 1 그룹(size≤1 cm, n=21)과 2 그룹(size>1 cm, n=19)으로 나누어서 t-test로 평가 분석하였다.

결과로 반 정량적 분석(maxSUV)을 이용한 백분율 변화는 암 크기가 1 cm 이하인 그룹에서 ΔmaxSUV (%)은 16.35±31.42%이었고, 그룹 2에서는 ΔmaxSUV (%)은 -2.30±20.10%로 p값이 0.05 이하로 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p-value=0.035).

하지만 정량적 분석(Bq/ml)을 이용한 백분율 결과는 1 그룹에서는 15.24±32.66%, 2 그룹에서는 0.79±22.79%로 나타났고, p값이 0.126로 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

두 방법을 이용하여 갑상선암 크기에 따른 악성여부 감별에서 집단 간 평균의 차를 보는 t-test에서는 같은 결과가 없었으나 두 집단 간 상관성이 R²=0.939로 높은 결정 계수값이 나타났다(pearson correlation=0.969, p-value=0.000).

결 론

결론적으로 이 연구의 목적인 이중시간 ¹⁸F-FDG PET/CT 검사를 통해 갑상선암 원발 병소 평가와 위양성 결과를 낮추

는 방법으로 maxSUV의 변화량을 이용하고 있으며 좋은 결과를 보이고 있다. 하지만 이 방법도 감염 또는 염증, 양성종양에서도 35.5%정도의 위양성 섭취가 이루어짐으로 갑상선암의 감별에 민감도가 떨어지는 요인을 막을 수는 없었다. 그래서 방사능 종양 섭취의 다른 평가방법인 방사능 농도를 이용한 방법이 이 문제를 해결할 수 있는지를 알아보고 두 측정방법이 서로 유의한지도 알아보았다. 위의 통계적 결과를 분석한 결과 정량적 분석 방법인 방사능 농도를 이용한 악성 종양 평가방법이 반정량적분석방법인 maxSUV보다 특이적이거나 높은 감별력을 보이진 않았다.

REFERENCES

1. Israel O, Yefremov N, Bar-Shalom R, Kaqana O, Frenkel A. PET/CT detection of unexpected gastrointestinal foci of ¹⁸F-FDGuptake: incidence, localization patterns, and clinical significance. J Nucl Med, 2005;46:758-762 .
2. Zhuang H, Pourdehnad M, Lambright ES, Yamamoto AJ, LanutiM, Mozley PD, et al. Dual time point ¹⁸F-FDG PET imaging for differentiating malignant from inflammatory processes. J Nucl Med, 2001;42:1412-1417 .
3. Hamberg LM, Hunter GJ, Alpert NM, Choi NC, Babich JW, Fischman AJ. The dose uptake ratio as an index of glucose metabolism: useful parameter or oversimplification? J Nucl Med, 1994;35:1308-1312.
4. Matthies A, Hickeson M, Cuchiara A, Alavi A.: Dual time point ¹⁸F-FDG PET for the evaluation of pulmonary nodules. J Nucl Med, 2002;43:871-875.
5. Yamada S, Kubota K, Kubota R, Ido T, Tamahashi N. High accumulation of fluorine-18-fluorodeoxyglucose in turpentine-induced inflammatory tissue. J Nucl Med, 1995;36:1301-1306.
6. Zhuang H, Pourdehnad M, Lambright ES, Yamamoto AJ, LanutiM, Li P, et al. Dual time point ¹⁸F-FDG PET imaging for differentiating malignant from inflammatory processes. J Nucl Med, 2001;42:1412-1417.
7. Lan XL, Zhang YX, Wu ZJ, Jia Q, Wei H, Gao ZR. The value of dual time point ¹⁸F-FDG PET imaging for the differentiation between malignant and benign lesions. Clin Radiol., 2008;63: 756-764.
8. Demura Y, Tsuchida T, Ishizaki T, Mizuno S, Totani Y, Ameshima S, et al. ¹⁸F-FDG accumulation with PET for differentiation between benign and malignant lesions in the thorax. J Nucl Med., 2003;44:540-548.
9. Matthies A, Hickeson M, Cuchiara A, Alavi A. Dual time point ¹⁸F-FDG PET for the evaluation of pulmonary nodules. J Nucl Med, 2002;43:871-875.
10. 봉종형 외 다수. 최신 핵의학 기술학. 신광출판사 2005.
11. 고창순 편저, 핵의학, 고려의학, 2009.