

F-18 FDG Positron Emission Tomography에서 보이는 위(stomach) 섭취 양상의 임상적 의의: 위 내시경 소견과 비교 평가

원자력의학원 핵의학과, 내과¹

채민정 · 천기정 · 이상우 · 변병현 · 김성은 · 김유철¹ · 최창운 · 임상무

Patterns of FDG Uptake in Stomach on F-18 FDG Positron Emission Tomography: Correlation with Endoscopic Findings

Min Jeong Chae, M.D., Gi Jeong Cheon, M.D., Sang woo Lee M.D., Byung Hyun Byun, M.D., Sungeun Kim, M.D., Yu Chul Kim, M.D.¹, Chang Woon Choi, M.D., and Sang Moo Lim, M.D.

Departments of Nuclear Medicine and Internal Medicine¹, Korea Cancer Center Hospital, Korea Institute of Radiological and Medical Sciences, Seoul, Korea.

Purpose: we often find variable degrees of FDG uptake and patterns in stomach, which can make difficult to distinguish physiologic uptake from pathologic uptake on FDG PET. The purpose of this study was to find out the significant findings of stomach on FDG PET. **Materials and Methods:** Thirty-eight patients who underwent both FDG PET and endoscopy within one week from Jun. 2003, to Aug. 2004 were included in this study. We reviewed 38 patients (18 for medical check up, 15 for work up of other malignancies, and 5 for the evaluation of stomach lesion). Their mean age was 56 years old (range:32~79), men and women were 28 and 10, respectively. Two nuclear physicians evaluated five parameters on FDG PET findings of stomach with a consensus: 1) visual grades 2) maximum SUV (max.SUV) 3) focal 4) diffuse and 5) asymmetric patterns. We correlated the lesions of FDG PET findings of stomach with those of endoscopy. We considered more than equivocal findings on FDG PET as positive. **Results:** The six of 38 patients were proven as malignant lesions by endoscopic biopsy and others were inflammatory lesions (ulcer in 3, chronic atrophic gastritis in 12, uncommon forms of gastritis in 5), non-inflammatory lesions (n=3), and normal stomach (n=9). By the visual analysis, malignant lesions had higher FDG uptake than the others. The max.SUV of malignant lesions was 7.95 ± 4.83 which was significantly higher than the other benign lesions (2.9 ± 0.69 in ulcer, 3.08 ± 1.2 in chronic atrophic gastritis, 3.2 ± 1.49 in uncommon forms of gastritis ($p=0.044$)). In the appearance of stomach on FDG PET, malignant lesions were shown focal (5 of 6) and benign inflammatory lesions were shown diffuse (9 of 20) and asymmetric (14 of 20). Benign lesions and normal stomach were shown variable degrees of uptake and patterns. Some cases of benign inflammatory lesions such as ulcer and gastritis were shown focal and mimicked cancerous lesion (4 of 15). **Conclusion:** Gastric malignant lesions had higher FDG uptake and focal pattern. However, benign inflammatory lesions had moderate degrees of uptake and diffuse and asymmetric patterns rather than focal. It is difficult to differentiate between benign lesions including normal.(Korean J Nucl Med 39(6):456-463, 2005)

Key Words: FDG PET, stomach, endoscopy

서 론

PET은 최근 핵의학 분야에서 급속히 발전하고 널리 이용되고 있는 기능 영상 검사로서, 특히 종양 분야에서의 활용이 확대되고 있다. CT나 MRI 등 해부학적 구조를 반영하는 영상과는 달리 PET은 인체 각 장기의 생리화학적 반응에 대한 정보를 제공한다. 또, 대부분의 질병에서 생화학적 변화가 해부학적 변화에 앞서서 나타나므로 PET은 해부학적

• Received: 2005. 10. 10. • Accepted: 2005. 12. 2.
• Address for reprints: Gi Jeong Cheon, MD, Ph.D., Department of Nuclear Medicine, Korea Cancer Center, Hospital, Korea Institute of Radiological and Medical Sciences, #215-4, Gongleung-dong, Nowon-gu, Seoul 139-706, Korea
Tel: 82-2-970-1273, Fax: 82-2-978-2005
E-mail: larry@kcch.re.kr

변화가 생기기 전에 기능적 이상을 발견하여 조기에 질환을 진단할 수 있다는 장점이 있다.¹⁻³⁾ PET 검사의 주된 이용 목적인 종양을 진단하는 방사성의약품으로는 fluoro-deoxyglucose (이하 FDG)가 주로 이용되고 있으며 이는 대개의 종양 세포에서 당 대사가 증가한다는 이론에 근거한다.¹⁻³⁾ 그러나 당 대사는 종양 뿐 아니라 여러 양성 질환, 심지어는 생리적인 상황에서도 증가할 수 있다. 즉, 종양 세포 뿐 아니라 비종양성 조건인 감염, 염증, 치유과정, 근육 활성화 시에도 FDG 섭취가 증가할 수 있다.¹⁻⁷⁾ 그러므로 FDG PET 영상이 환자에게 유용하고 보다 정확한 정보를 제공하기 위해서는 체내의 FDG의 정상적 분포와 생리적 섭취 부위의 다양성에 대한 사전의 이해와 지식이 우선적으로 있어야 한다.⁴⁻⁸⁾ 이 연구에서 저자들은 악성 병변이나, 양성 궤양, 위염 등 여러 가지 병리 소견과 다양한 생리적 FDG 섭취를 나타내는 위(stomach)에 주목하였다. FDG PET 에서 위(stomach)는 흔히 FDG 섭취 정도와 양상에 있어 매우 다양한 소견을 보이고, 이러한 소견 중 일부는 임상적인 의미를 판단함에 있어 혼란을 주곤 한다.^{6,7)} 임상적 관심사인 gastric cancer의 경우에는 연구자들마다 서로 다른 견해를 보였는데, 어떤 연구자들은 PET 검사의 제한점을 제시하였고^{6,8)} 또 다른 그룹에서는 유용성을 피력하였다.^{9,10)} 따라서 이 연구의 목적은 FDG PET 에서 위(stomach)에 나타나는 다양한 소견들이 과연 어떠한 임상적 의미를 반영하고 있는지 위 내시경 소견과 비교하였고 각각의 위의 병변의 특성에 따라 PET 에서 나타날 수 있는 FDG 섭취 정도와 양상을 분류하여 그것이 의미하는 임상적 중요성의 경중을 파악하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

2003년 6월부터 2004년 8월 사이에 FDG PET과 위 내시경 검사를 모두 시행한 위 절제술을 시행하지 않은 피검자들 중에서, 두 검사의 간격이 1주일 이내인 38명을 대상으로 하여 후향적으로 연구하였다. 38명의 피검자들의 분포는 위암 2명, 위 림프종 2명, 식도암 8명, 림프종 3명, 폐암 2명, 기타 암이 3명, 검진피검자가 18명이었다. 환자들은 남자가 28명, 여자가 10명이었고, 연령은 32~79세(mean age : 56)이었다 (Table 1).

2. PET 촬영

PET scanners (ECAT HR+ Simens, Knoxville, TN과 Discovery LS GE PET-CT) 를 이용하여 전신영상을 얻었다.

Table 1. Patients Characteristics

| | |
|------------------------------|--------------------|
| Number of Patients | 38 |
| Age (year) | 56(range:32~79) |
| Gender(no.*) | male:28, female:10 |
| Diagnosis | |
| Esophageal cancer | 8 |
| Lymphoma | 3 |
| Advanced gastric cancer(AGC) | 2 |
| Gastric lymphoma | 2 |
| Lung cancer | 2 |
| Lung cancer, AGC | 1 |
| Mandibular cancer, AGC | 1 |
| Sigmoid cancer | 1 |
| Medical check-up | 18 |

*number of patients.

다. 모든 환자는 영상 촬영 전 최소한 6시간이상을 금식하였고, FDG 투여 전 측정된 공복 시 혈당 치는 120 (mg/dL) 이하였다. FDG 370MBq를 정맥 내로 주입한 후 50분 후에 영상획득을 시작하였다. 영상은 2D 방식으로 두개골 기저에서 대퇴부 중반까지 5~6 frame 정도를 얻었다. ECAT HR+는 먼저 ⁶⁸Ge 을 이용하여 frame 당 3분 정도씩 투과 영상을 얻고 그 다음 frame 당 7분 정도씩 방출영상을 얻었다. 투과영상으로 감쇄 보정을 하였고, OSEM algorithm (2 iteration, 8 subsets) 방식으로 재구성하였다. GE PET-CT는 CT 영상을 먼저 얻고 한 frame 당 6분 정도씩 방출영상을 얻었다. CT 영상으로 감쇄 보정을 하였고 OSEM algorithm (2 iteration, 16 subsets) 방식으로 재구성하였다. 두 기기 간의 SUV의 차이는 phantom 연구에서 얻어진 maximum SUV에 대하여 GE PET-CT의 값이 Simens PET보다 1.65배임을 보정하여 분석하였다.

3. PET 영상 분석

FDG PET 영상의 판독과 분석은 2명의 숙련된 핵의학 의사가 각각 개별적으로 판독한 후 합의된 결과를 분석하였다. 위(stomach)에 대한 PET 영상은 5가지 인자(parameter)를 가지고 분석 하였다. 1) 시각적 섭취 정도(visual grade)에 따른 분석으로, 간(liver)과 관심영역의 FDG 섭취 정도를 비교하여 1~5 단계의 등급으로 나누었다.¹¹⁾ Grade 1: 간 섭취에 비해 매우 낮은 정도, grade 2: 간 섭취에 비해 약간 낮은 정도, grade 3: 간 섭취와 거의 비슷한 정도, grade 4: 간 섭취에 비해 약간 높은 정도, grade 5: 간 섭취에 비해 매우 높은 섭취 정도 이다. 두 장기의 섭취 정도 비교는 가장 섭취 정도가 높은 곳들을 비교하였다(Fig. 1). 2) 위(stomach)의 maximum SUV (이하 max.SUV)를 이용한 반 정량적 분석이다. 이 값은 의심되는 부분에 ROI (region of interest)를 그려 얻었다. SUV는 아래 공식으로 산출하였다.

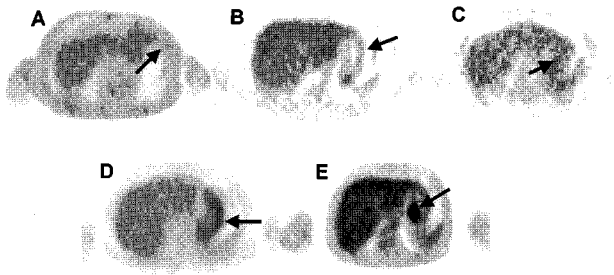


Fig. 1. Visual grades according to the degree of FDG uptake. Degrees of FDG uptake in stomach on PET scan are scored by 5 point-grade compared with those of liver. Grade1(A), 2(B), 3(C), 4(D), 5(E). Arrows point out the stomach.

$$SUV = \frac{\text{radioactive concentration in tissue(MBq/g)}}{\text{injection dose(MBq)/patient's body weight(g)}}$$

3) 관심 병소의 섭취 양상(pattern)으로 먼저, 국소적인(focal) 섭취 양상인가 하는 것이다. 국소적인 섭취 양상 여부의 판단은 주위의 섭취 양상에 비해 확연히 구별되는 형태일 때 양성으로 판단하였다(Fig. 2A). 4) 투사(projection) 또는 단면 영상에서 볼 수 있는 전반적인 위의 섭취 양상으로 위 전반에 걸쳐 미만성(diffuse)으로 섭취되는 양상의 유무로 결정하였다(Fig. 2B). 5) 비대칭성(asymmetry)의 경우는 trans-axial view에서 위벽에서 섭취되는 양상이 비대칭 적인지를 분석하였다(Fig. 2C). 각 인자에 대하여, 양성(positive), 음성(negative), 애매함(equivocal)으로 결정하였고, 애매한(equivocal) 경우는 양성으로 간주하여 통계적으로 분석하였다.

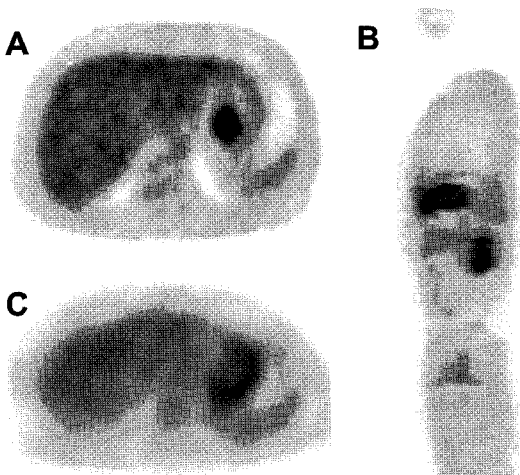


Fig. 2. Patterns of FDG uptake. Patterns of stomach FDG uptake on PET scan are classified into focal (A), diffuse (B) and asymmetry (C) patterns.

4. 위 내시경 검사

모든 환자에서 PET 시행 전 후로 1주일 이내에 위 내시경 검사를 시행하였다. 건강검진 피검자가 18명, 식도나 위의 악성 종양으로 인한 검사가 12명, 다른 악성 종양이 있으면서 위의 증상이 있어서 검사한 환자가 8명이었다. 모든 환자는 8시간이상 금식한 후 내시경에 숙련된 내과 의사가 위를 검사하였고, 그의 경험을 바탕으로 임상적으로 진단 하였고, 궤양성 병변(악성과 양성)과 폴립이 있는 경우에 생검을 하여 조직학적으로 확진을 하였다. 위의 내시경적 병변은 악성 종양성 병변(malignant lesion)과 양성 병변으로 나누었고, 양성 병변은 다시 염증성 병변과 비염증성 병변으로 나누었다. 염증성 병변의 경우 궤양과 위염이 있는데 위염의 경우는 Harrison's classification of gastritis에 따라 분류하였다.¹²⁾ 그리고 정상 위 소견인 경우가 있었다.

5. 통계적 방법

비교해야 할 그룹의 연속 변수에 대해서는 평균과 표준편차를 구하고 두 그룹간의 비교는 t-test를 하였고, 비연속 변수에 대해서는 Mann Whitney test를 이용하였다(SPSS, version 12.0). p값이 0.05미만인 경우를 통계적으로 유의하다고 정의하였다.

결 과

1. 위 내시경 결과 및 조직학적 결과

내시경 소견을 바탕으로 총 38명의 환자를 분류한 결과, 악성 종양성 병변(malignant lesion, 이하 악성 병변)이 6명(adenocarcinoma 4명(moderate differentiated, 3명, signet ring cell 1명), gastric lymphoma 2명), 양성 염증성 병변(inflammatory lesion)이 20명(궤양(ulcer) 3명, 만성 위축성 위염(chronic atrophic gastritis, 이하 만성 위염) 12명, 기타 위염(uncommon forms of gastritis) 5명, 비염증성 병변이 3명(폴립 2명, gastric varix 1명), 정상 위 소견이 9명이었다.

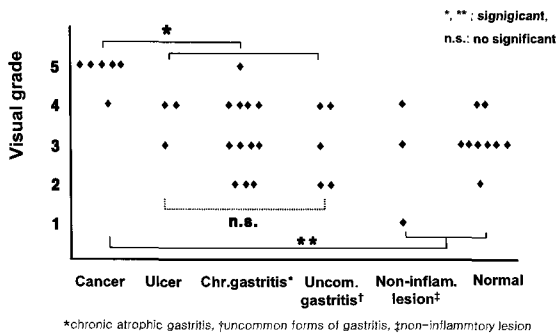
2. PET 영상 분석

1) 시각적 섭취 정도(visual grade)에 따른 결과를 볼 때 grade 5인 경우가 5명(13%, 악성 병변 4명, 만성 위염 1명)이었고, grade 4~grade 2에 32명의 환자가 다양하게 분포하고 있었다. 특히 환자 중 16명(50%)이 grade 3로 악성 병변을 제외하고 양성 병변과 정상 위에서 절반에서 간과 유사한 섭취 정도를 보였다. Grade 1인 경우는 단 1명으로 위 내시경 소견에서 비염증성 병변(gastric varix)이었다. 이 연구에서 악성 병변은 모두 grade 4,5의 높은 FDG 섭취를 나타내었다(Fig. 3).

Table 2. Comparison of PET Findings with Endoscopic Results

| PET endoscopy | visual grade (n,%) | Max.SUV (mean±S.D) (range) | Focal (n,%) | Diffuse (n,%) | Asymmetry (n,%) |
|-----------------------------|---|----------------------------|-------------|---------------|-----------------|
| Cancer | grade 4(33) grade 5(67) | 7.9±4.83 3.1 ~ 15.2 | 5, 83 | 1, 17 | 3, 50 |
| Ulcer | grade 3(67) grade 4(33) | 2.9±0.69 1.9 ~ 3.3 | 1, 33 | 1, 33 | 3, 100 |
| Chronic Atrophic Gastritis | grade 2(25) grade 3(42) grade 4(25) grade 5(8) | 3.08±1.2 1.9 ~ 5.4 | 3, 25 | 8, 67 | 8, 67 |
| Uncommon Forms of Gastritis | grade 2(40) grade 3(20) grade 4(40) | 3.2±1.49 1.6 ~ 5.6 | 0 | 2, 40 | 3, 60 |
| Polyp | grade 3(50) grade 4(50) | 2.3±0.72 1.8 ~ 3.1 | 0 | 0 | 1, 33 |
| Gastric varix | grade 1(100) | 1.9 | 0 | 0 | 0 |
| Normal | grade 2(11) grade 3(67) grade 4(22) | 2.9±0.6 1.9 ~ 3.9 | 0 | 4, 44 | 3, 33 |

*maximum SUV.

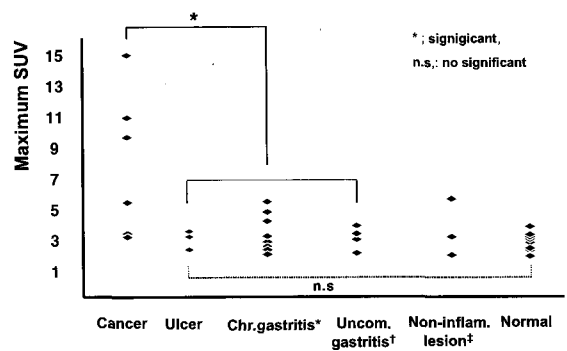


*chronic atrophic gastritis, †uncommon forms of gastritis, ‡non-inflammatory lesion

Fig. 3. Distribution of degree of FDG uptake of stomach on PET scan based on visual analysis. Malignant lesions are showing high grade uptake but other benign lesions and physiologic uptake are variable.

2) Max.SUV에 있어 악성 병변의 경우 7.95±4.38(mean±S.D), 궤양 2.9±0.69, 만성 위염 3.08±1.2, 기타 위염 3.2±1.5, 비염증성 병변 2.3±0.72, 정상 위 소견 2.87±0.6으로 각각 나타났다(Fig. 4).

3) 섭취 양상의 측면에서 볼 때 국소적 섭취 양상의 유무에 있어서 양성(positive)인 예가 9명이었고 악성 병변은 5명(equivocal, 1명 포함, 이하 포함 생략), 궤양이 1명, 만성 위염이 3명(equivocal, 2명)이었다. 국소적 섭취 양상의 측면에서 악성 병변의 진단 능력을 분석한 결과 예민도 83%, 특이도, 88%, 양성 예측률, 55%, 음성 예측률, 96%이었다. 또, 국소적 섭취 양상이란 인자는 악성 병변과 그 외 그룹들간을



*chronic atrophic gastritis, †uncommon forms of gastritis, ‡non-inflammatory lesion

Fig. 4. Distribution of maximum SUV of stomach on FDG PET. The max.SUV of malignant lesions are more than 3.1(range: 3.1~15.2). Those of benign lesions are less than 5.6(range: 1.6~5.6). The max.SUV of physiologic uptake are less than 3.9(range: 1.9~3.9).

변별함에 통계적으로 유의한 것으로 나타났다(p=0.002)(Table 3, 4).

4) 전체적인 섭취 양상, 즉 위 전반에 미만성(diffuse)으로 FDG 섭취가 증가되는 양상의 경우는 양성(positive)인 예가 16명이었고, 악성 병변 1명(equivocal, 1명), 궤양 1명, 만성 위염 8명(equivocal, 1명), 기타 위염 2명, 정상 4명의 분포를 보였다. 이러한 섭취 양상의 측면에서 위의 악성 병변의 진단 능력은 예민도 17%, 특이도 53%, 양성 예측률, 6%, 음성 예측률, 77%였다(Table 3, 4).

5) 비대칭적(asymmetry)인 섭취 양상의 경우, 양성

Table 3. Clinical Significance According to Patterns of FDG Uptake

| | Focal | | | Diffuse | | | Asymmetry | | |
|--------------------------|-------|----|-------|---------|---|------|-----------|---|------|
| | + | - | p | + | - | p | + | - | p |
| Cancer | 5 | 1 | 0.002 | 1 | 5 | 0.17 | 3 | 3 | 0.25 |
| Inflam. [†] | 4 | 16 | | 11 | 9 | | 14 | 6 | |
| Non-inflam. [†] | 0 | 3 | | 0 | 3 | | 1 | 2 | |
| Normal | 0 | 9 | | 4 | 5 | | 3 | 6 | |

+positive, -negative, [†]inflammatory lesions, [‡]non-inflammatory lesions

Table 4. Diagnostic Ability of Individual Parameters

| | Visual grade | | Max.SUV | | Focal | Diffuse | Asymmetry |
|----------------------|--------------|----|---------|-----|-------|---------|-----------|
| | grade 4 | 5 | 3.1 | 7.9 | | | |
| Sensitivity (%) | 100 | 83 | 100 | 67 | 83 | 17 | 50 |
| Specificity (%) | 63 | 97 | 63 | 100 | 88 | 53 | 44 |
| PPV [†] (%) | 33 | 83 | 33 | 100 | 56 | 6 | 14 |
| NPV [‡] (%) | 100 | 97 | 100 | 94 | 97 | 77 | 82 |

[†]maximum SUV, [‡] positive predictive value, [§] negative predictive value.

Table 5. Clinical Significance According to Patterns of FDG Uptake in Stomach of Benign or Physiologic State

| | Focal | | | Diffuse | | | Asymmetry | | |
|-----------------|-------|---|------|---------|---|------|-----------|---|------|
| | + | - | p | + | - | p | + | - | p |
| Ulcer | 1 | 2 | 0.27 | 1 | 2 | 0.32 | 3 | 0 | 0.26 |
| Chr.gastritis | 3 | 9 | | 8 | 4 | | 8 | 4 | |
| Uncom.gastritis | 0 | 5 | | 2 | 3 | | 3 | 2 | |
| Non-inflam. | 0 | 3 | | 0 | 3 | | 1 | 2 | |
| Normal | 0 | 9 | | 4 | 5 | | 3 | 6 | |

+ positive, -negative, [†]chronic atrophic gastritis, [‡]uncommon forms of gastritis, [§]non-inflammatory lesions

(positive)인 예가 21명이었고 악성 병변 3명, 궤양 3명 (equivocal, 2명), 만성 위염 8명(equivocal, 3명), 기타 위염 3명, 비염증성 병변 1명, 정상 3명(equivocal, 2명)의 분포를 보였다. 비대칭성의 측면으로 위의 악성 병변의 진단 능력을 분석한 결과, 예민도 50%, 특이도 44%, 양성 예측률 14%, 음성 예측률 82%이었다(Table 3, 4).

3. 위의 임상적 소견 및 병리적 결과에 따른 PET 영상의 평가

1) 위의 악성 병변인 경우 섭취 정도가 grade 4,5이고, max.SUV가 7.95±4.38 (mean±S.D)로 만성 위염(p=0.01), 비염증성 병변(p=0.028), 정상(p=0.008)인 경우와 비교하여 유의한 차이를 보였다. 섭취 양상에 있어서 국소적 섭취 양상을 나타냈고 이는 위의 악성 병변과 다른 병변들(염증성, 비염증성, 정상)의 양성율에 있어 유의한 차이를 보였다(p=0.002). 그러나 다른 인자인 미만성이나 비대칭적인 섭취 양상은 다른 병변들과 유의한 차이가 없었다(p=0.17, & p=0.25).

2) 양성 병변들만을 비교할 때, 위의 양성 염증성 병변들의 시각적 섭취 정도를 분석했을 때, grade 2~5의 다양한

분포를 보였고, max.SUV는 3.08±1.17 이었다. 궤양, 만성 위염과 기타 위염의 병변들간을 분류하여 분석할 때, 각각의 인자들인, 시각적 섭취 정도, max.SUV, 국소적, 미만성, 또는 비대칭적인 섭취 양상에 있어 유의한 차이가 없었다(p>0.5). 또한 염증성 병변의 각 그룹과 비염증성이나 정상 위와 비교해서도 유의한 차이가 없었다(p>0.05, Table 5).

3) 위의 비염증성 병변은 3명 있었고, 시각적 섭취 정도 grade 1,3,4에서 각각 1명씩 관찰되었고, max.SUV는 2.27±0.72이었다. 1명에서 비대칭적 섭취 양상을 보인 것 이외에는 다른 인자들에서 모두 음성 판정을 받았다.

4) 위의 정상 소견의 시각적 섭취 정도는 grade 2,3,4의 분포를 보였으며, max.SUV가 2.87±0.6이었다. 국소적 섭취 양상을 보이는 경우는 한 명도 없었고, 미만성과 비대칭적 섭취 양상을 보이곤 하였는데 다른 병변들과 유의한 차이를 나타내지는 않았다.

고 찰

PET 에서 FDG의 섭취는 위 장관에서 그 섭취양상과 분

포가 매우 다양하다. Tan 등¹³⁾은 위 장관에서 FDG가 축적되는 가장 흔한 위치로 위 식도접합부와 fundus를 언급하였고, Salaun 등¹⁴⁾은 위 식도 접합부와 antrum을 제시 하였다. 또, Tan 등¹³⁾은 SUV에 있어서 위(stomach)에서 mean값이 2.1(0.8~4.4)정도를 나타낸다고 하였다. 높은 FDG 섭취를 나타내는 경우, 이러한 부위가 종양인지 염증성 병변 인지 결론 내리기는 매우 어렵고, 이러한 부위에 대해서는 확진을 위한 검사가 필요함을 많은 보고들에서 언급하였다. 또 섭취 양상에 있어서 생리적 섭취인 경우, 그 모양은 대개 미만성으로 나타나는 경향이 있다고 하였다. 윤 등⁶⁾은 위 절제술을 실시한 후 잔류 위조직에 대한 PET 검사 시 촬영 전에 물을 복용하여 위를 팽창시켜 생리적 섭취에 따른 위양성을 줄이고 진단 능력을 향상시킬 수 있을 것이라 보고 하였다. 이 연구에서는 위(stomach)에서 보이는 FDG섭취정도나 양상이 임상적으로 어떠한 의의가 있는지 고찰해 보고자 하였다. 즉, 중요하게는 악성과 양성을 구분하고 또, 양성의 경우에서도 염증의 정도나 임상적 상황을 예측할 수 있는지와 단순한 생리적 섭취를 구별할 수 있는 근거를 찾고자 하였다. 먼저 병리적 섭취에 따른 FDG PET 영상의 특징을 보면, 첫째, 악성 병변이 모두 6명에서 관찰되었는데 시각적 섭취 정도가 grade 4,5이고, max.SUV의 mean값이 7.9로 대개 높은 섭취 정도를 보였다. 섭취 양상에 있어서는 대개가 국소적으로 섭취되는 양상이었다. PET의 악성 병변에 대한 예민도와 특이도는 각각 83%와 87% 였다. 특히 위 림프종의 경우는 매우 뚜렷한 변별력을 보여 주었다. Signet ring cell type의 adenocarcinoma의 경우 grade 4, max.SUV 3.3을 나타냈고 섭취 양상으로는 국소적 섭취 양상의 애매한(equivocal) 정도이었다. 이 연구에서 악성 병변은 모두 6명으로 adenocarcinoma 4명과 gastric lymphoma 2명이었다. 다양한 병리소견과의 상관성을 확신할 수는 없지만 어느 정도 영향을 주는 경향이 있을 가능성이 커 보인다. 따라서 FDG PET에서 위의 악성 병변을 고려할 때에는 그 병리 소견을 염두에 두어야 할 것이다.^{8,9,15,16)} 둘째로, 양성 염증성 병변의 경우, 궤양과 위염간에 섭취 정도나 섭취 양상으로 그 차이를 언급하기 어려웠다. 궤양의 경우는 3명이 있었는데 그 중 1명은 치유기 상태였다. 위염의 경우는 대개가 만성 위염이었고 급성 위염은 관찰되지 않았다. 증상을 야기 하고 식습관의 교정과 내복약이 필요한 궤양이나 심한 위염과 전혀 증상도 없고 특별한 처치의 필요성이 없는 만성 위염과 변별할 수 있는 PET 소견은 제시하기 어려웠다. 내과적 처치가 필요한 궤양성 병변이지만 시각적 섭취 정도는 grade 3, 섭취 양상도 특이 사항이 없는 경우도 있었으나, 어떤 경우는 중년에서 흔히 관찰되는 만성 위축성 위염이지만 grade 5, 또

는 국소적인 섭취 양상을 나타내기도 하였다. 이러한 경우 국소적 섭취 양상 때문에 악성 병변과의 감별에 혼란을 주기도 하였다. 따라서 이 연구에서 보여진 양성 염증성 병변인 경우에는 중등도의 시각적 섭취 정도와 다양한 섭취 양상을 나타내지만 그것이 염증의 정도에 따라 FDG 섭취 정도나 양상등에 어떤 영향을 주는지 또는 임상적 중증도를 감별할 수 있는 판단의 근거를 찾기는 어려웠다. 셋째, 비염증성 양성 병변의 경우, 이 연구에서는 3명이 관찰 되었고 예상하였던 대로 모든 경우에서 낮은 FDG 섭취 정도를 보였고 섭취 모양도 특징이 없었다. 마지막으로, 생리적 섭취인 경우에는 섭취 정도의 측면에서는 대개 간(liver)과 비슷한 grade 3였고, 섭취 모양은 대개 미만성(diffuse) 또는 비대칭적(asymmetric)인 섭취 양상을 나타내었다. 그러나 생리적 섭취를 보인 경우와 비염증성 병변에서는 국소적(focal) 섭취 모양은 한 명에서도 관찰되지 않았다. 위의 생리적 섭취를 분석한 그룹은 여럿이 있는데 그 중 Hirofumi 등¹⁷⁾은 정상위를 크게 upper, middle, lower의 3부분으로 나누고 각각에 대해 FDG 섭취 정도를 비교하였다. mean SUV값이 U>M>L 순서로 나타났다(U=1.14±0.96, M=0.82±0.96, L=0.36±0.49 (mean±S.D)). 따라서 생리적 섭취인 경우에는 근위부가 높은 SUV값을 갖는데, 만일 원위부가 근위부에 비해 더 높은 섭취를 보인다면 이것은 병리적 섭취를 시사한다고 제시하였는데, 그에 비해 이 연구에서는 위의 생리적, 병리적 FDG 섭취를 함께 비교하고자 하였고, 분석 시에 각 부위별로 분류하여 측정하지는 않았다. 또한 병변이 근위부에 존재한 경우도 많아서 섭취 정도만으로는 판단할 수 있는 것은 아니고 섭취모양의 두 요소가 함께 고려되어야 한다고 생각한다. 이 연구에서 위의 생리적 섭취의 경우 max.SUV는 2.9±0.6이었고 max.SUV값은 4를 넘지 않았다(범위:1.9~3.9). 염증성 병변시 max.SUV는 3.08±1.17로 약간 증가되었으나 통계적으로 유의한 수준은 아니었다. Salaun 등도 위의 생리적 섭취를 분석하였는데, max.SUV를 사용하였고, 생리적 섭취시 max.SUV가 위 식도접합부에서는 2.6±0.8 (mean±S.D)이고, 위 antrum에서는 2.2±0.7로 각각 측정되었다고 하였고 위 역류성 식도염이 있는 경우에는 FDG의 섭취가 증가되지만 통계적으로 유의한 수준까지는 아니라고 하였다. 또 염증이 없는 생리적 섭취 시에는 max.SUV가 4를 넘지 않았다고 보고하였는데 이 연구와 비슷한 측정치를 제시하였다. 생리적 섭취와 양성 염증성 병변의 섭취를 감별함에 있어 염증성 병변이 있는 경우 대사상태가 증가된 정도에 일치하여 FDG의 섭취 역시 증가할 것이라 기대할 수 있다.¹⁶⁾ 그러나 증가되는 정도가 염증인지 아닌지를 확연히 구분할 정도는 아니었다. 또한 생리적 섭취라고 해서 항상 낮

은 FDG 섭취 정도를 보이는 것은 아니다. 이 연구에서 관찰된 전체적인 섭취 정도와 양상은 악성 병변은 대개 높은 FDG 섭취와 국소적 섭취 양상을 나타내고 양성 염증성 병변은 다양한 FDG 섭취 정도와 섭취 양상을 나타내나, 국소적 섭취 양상을 나타내는 경우에는 악성 병변과의 감별에 혼란을 야기하기도 하였다. 생리적 섭취의 경우는 중등도의 섭취 정도를 나타내나 염증성 병변보다는 그 정도가 낮으며 염증성 병변과 유사한 섭취 양상을 나타낼 수 있다.

연구의 제한점

이 연구를 후향적으로 고찰하였기 때문에 몇 가지 제한점이 있었다. 대상 군에 적합한 기준을 만족하는 최대의 연구 대상 수를 확보하기 위해 두 가지 PET Scanners (ECAT HR+ Simens, Knoxville, TN과 Discovery LS GE PET-CT)의 max.SUV를 phantom 연구에서 얻어진 보정값을 사용하여 추정값으로 처리하여야 하였다. 위 내시경 소견과 FDG PET의 동일한 병소를 추정하기 위해 내시경 결과 보고서를 토대로 비슷한 시기에 시행한 복부 CT 소견과 내시경을 실시한 내과 의사의 의견을 참고하여야 하는 어려움이 있었다. 또한 악성 병변의 경우 종양의 크기가 대부분 보고되지 않아서, 크기에 따른 FDG PET 영상의 차이점이나 진단 능력을 고려할 수 가 없었다.

결론

위에서 FDG의 높은 섭취 정도를 보이거나 국소적 섭취 양상을 보일 때 유의한 소견으로 판단해야 하고, 악성 병변과 염증성 병변을 감별해 내기 위하여 확진을 위한 추가적 검사가 필요할 것이다. 미만성 섭취나 비대칭적인 섭취 양상은 악성과 양성 병변 또는 정상 의 어느 그룹도 대변할 수 있는 인자는 아니었다. 양성 병변들과 정상 위를 감별할 특징은 없었지만 염증성 병변일 경우에는 간보다 높은 섭취를 보일 때가 많았고 정상 위 소견일 때는 간 정도의 섭취 정도를 나타내었다.

요약

목적: FDG PET에서 위(stomach)에 보이는 다양한 FDG 섭취 양상들이 임상적으로 어떠한 의미가 있는지 알아보고 유의한 병변의 특징적 양상을 밝혀 내어 좀 더 정확한 PET 판독을 유도하여 임상적 처치에 도움이 되고자 하였다.
대상 및 방법: 2003년 6월에서 2004년 8월까지, 15개월 동안

FDG PET과 위 내시경을 모두 시행한 위 절제술을 받지 않은 피검자들 중에서 두 검사간 간격이 1주일 이내인 총 38명을 대상으로 하여 후향적으로 연구하였다. PET 영상의 분석은 섭취 정도의 측면에서 시각적 섭취 정도와 max.SUV를 사용하였고, 섭취 모양의 측면에서 국소적, 미만성, 비대칭성의 섭취 양상을 인자로 분석하였다. 내시경 소견은 악성 병변, 염증성 병변, 비염증성 병변, 정상 소견으로 분류하였고, 염증성 병변은 다시 궤양, 위염(만성위염, 기타위염)으로 분류하였다. 통계적 분석은 t-test와 Mann Whitney test를 이용하였다. **결과:** 악성 병변의 경우 시각적 섭취 정도에서 grade 4,5, max.SUV 7.95±4.38로 높은 섭취 정도를 보였으며, 섭취 양상은 국소적 섭취 양상이었다. 이러한 기준에 따른 결과는 다른 병변들과 유의한 차이를 보였다. 염증성 병변, 비염증성 병변, 정상 소견에서는 시각적 섭취 정도가 grade 1~5까지 다양하게 분포하였으며, 섭취 양상도 국소적, 미만성, 비대칭적인 다양한 양상이었다. 이러한 양성 염증성 병변, 비염증성 병변, 정상 소견 병변들 간에는 섭취 정도와 양상의 인자들 사이에 유의한 차이를 보이지 않았다. **결론:** 위의 악성 병변은 양성 병변에 비해 높은 FDG 섭취 정도를 보이고 섭취 양상에 있어서는 대개가 국소적 섭취 양상이었다. 그러나 위의 양성 병변과 정상에서는 다양한 정도의 섭취 정도와 섭취 양상을 보여 주었고, 각 병변들간에 또는 정상의 생리적 섭취와 구별할 수 있는 소견은 제시하기 어려웠다.

References

1. Kresnik E, Gallowitsch HJ, Mikosch P, Wirtz F, Alberer D, Hebenstreit A, et al. (18)F-FDG positron emission tomography in the early diagnosis of enterocolitis: preliminary results. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2002;29:1389-92.
2. Israel O, Mor M, Guralnik L, Gaitini D, Zachs Y, Keidar Z, et al. October 17, 2000 8:30-8:45. The New Technology of Combined Transmission and Emission F-18 FDG Tomography (FDG-TET) in the Diagnosis and Management of Cancer Patients. *Clin Positron Imaging* 2000;3:143.
3. Schiepers C, Hoh CK. Positron emission tomography as a diagnostic tool in oncology. *Eur Radiol* 1998;8:1481-94.
4. Abouzied MM, Crawford ES, Nabi HA. 18F-FDG Imaging: Pitfalls and Artifacts. *J Nucl Med Technol* 2005;33:145-55.
5. El-Haddad G, Alavi A, Mavi A, Bural G, Zhuang H. Normal variants in [18F]fluorodeoxyglucose PET imaging. *Radiol Clin North Am* 2004;42:1063-81.
6. Yun M, Choi HS, Yoo EH, Bong JK, Ryu YH, Lee JD. The role of gastric distention in differentiating recurrent tumor from physiologic uptake in the remnant stomach on 18F-FDG PET. *J Nucl Med* 2005;46:953-7.
7. Israel O, Yetremor N, Bar-Shalom R, Kagana O, Frenkel A, Keidar Z, et al. PET/CT detection of unexpected gastrointestinal foci of 18F-FDG uptake: incidence, localization patterns, and clinical

- significance. *J Nucl Med* 2005;46:758-62.
8. Ruiz-Hernandez G, Delgado-Bolton R, Rubio-Perez M, Jimenez-Vicioso A, Perez-Castejon M, Carreras-Delgado J. Recurrent signet-ring cell gastric carcinoma evidenced by FDG-PET. *Rev Esp Med Nucl* 2005;24:326-30.
 9. Tian J, Chen L, Wei B, Shao M, Ding Y, Yin D, et al. The value of vesicant 18 F-FDG PET in gastric malignancy. *Nuc Med Commun* 2004;25:825-31.
 10. Chen J, Cheong JH, Yun MJ, Kim J, Lim JS, Hyung WJ, et al. Improvement in Preoperative Staging of Gastric Adenocarcinoma with Positron Emission Tomography. *Cancer* 2005;103:2383-90.
 11. Buyyounouski MK, Klump WJ, Konski, A, Wu, H, Adler LP. FDG PET imaging of signet-ring cell adenocarcinoma of the stomach. *Clin Nucl Med* 2005;30:118-9.
 12. Valle JD. Peptic ulcer disease and related disorders. In: Kasper DL, Braunwald E, Fauci AS, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL, editors. *Harrison's principle of internal medicine*. 16th ed. : Mcgrow Hill; 2005. p.1746-63.
 13. Tan LT, Ong KL. Semi-quantitative measurement of normal organs with variable metabolic activity on FDG PET imaging. *Ann Acad Med Singapore* 2004;33:183-5.
 14. Salaun PY, Grewal RK, Dodamane I, Yeung HW, Larson SM, Strauss HW. An analysis of the 18F-FDG uptake pattern in the stomach. *J Nucl Med* 2005;46:48-51.
 15. Stahl A, Ott K, Weber WA, Becker K, Link T, Siewert JR, et al. FDG PET imaging of locally advanced gastric carcinoma : correlation with endoscopic & histopathological findings. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2003;30:288-95.
 16. Mochiki E, Kuwano H, Katoh H, Asao T, Oriuchi N, Endo K. Evaluation of 18-F-2-deoxy-2-fluoro-D-glucose positron emission tomography for gastric cancer. *World J.Surg* 2004;28:247-53.
 17. Koga H, Sasaki M, Kuwabara Y, Hiraka K, Nakagawa M, Abe K, et al. An analysis of the physiological FDG uptake pattern in stomach. *Annals of Nuc. Med* 2003;17:733-8.
 18. Nunez RF, Yeung HW, Macapinlac H. Increased F-18 FDG uptake in the stomach. *Clin Nuc Med* 1999;2:281-2.