

위암환자의 수술 전 병기 결정에서 PET-CT의 유용성

영남대학교 의과대학 외과학교실

박신영 · 배정민 · 김세원 · 김상운 · 송선교

목적: 위암환자의 수술 전 병기 결정에 있어서 PET의 유용성을 알아보기 위해 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법: 2006년 2월부터 2008년 8월까지 본원에서 위암으로 진단받고 수술 전 병기 결정을 위해 복부 컴퓨터 단층촬영(CT) 및 PET-CT를 모두 시행한 환자 70명을 대상으로 복부 CT 및 PET-CT 영상 자료에 의한 림프절 전이 판정과 수술 후 병리 조직검사에 의한 림프절 전이판정으로 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도 및 정확도를 조사하였고 위암의 형태, 조직학적 분류, 크기 등과 FDG섭취 정도와의 차이 등을 알아보았다.

결과: 조기 위암 23예의 경우 복부 CT에서 병변이 진단된 경우는 4명(17.4%), PET-CT에서는 12명(52.1%)이었으며, 진행 위암 47예의 경우 CT에서 26명(56.5%), PET-CT에서 45명(95.7%)으로 PET-CT에서 진단율이 높게 나타났다. 병변의 크기에 따른 분류에서도 복부 CT보다 PET-CT에서 진단율이 높은 것으로 나타났으며, 조기 위암의 경우 진행 위암에 비해 FDG 섭취 정도가 낮았지만 3 cm 이상의 조기 위암의 경우 3 cm 미만의 조기 위암에 비해 FDG가 섭취되는 경우가 더 많았다. CT에서 림프절 병기 결정의 민감도는 40.0%, 특이도는 85.7%, 양성예측도는 85.7%, 그리고 음성예측도는 40.0%였으며, PET-CT에서는 각각 55.6%, 81.0%, 86.2%, 45.9%였다. PET-CT를 통해서만 발견된 전이 병소는 10예(간전이)였으며, 중복암은 직장암 1예와 췌장암 1예가 있었다. 또한 세포조직형에 따른 분류에서도 분화형, 미분화형 모두 PET-CT에서 진단율이 높은 것으로 나타났다.

결론: CT에 비해 PET-CT에서 원발 병소의 진단, 림프절 전이 모두 진단율이 높은 것으로 나타났으며 PET-CT는 전이 병소와 중복암의 발견 등 다른 영상 진단법에 비하여 유리한 점이 있다.

중심 단어: 위암, PET-CT

서 론

위암은 초기에 진단하여 위절제술과 림프절 광청술을 시행할 경우 높은 생존율을 보이는 반면 병기가 높을수록 근

책임저자: 송선교, 대구시 남구 대명동 317-1
영남대학교 의과대학 외과학교실, 705-717
Tel: 053-620-3580, Fax: 053-624-1213
E-mail: sksong@med.yu.ac.kr

투고일(2009년 4월 21일), 수정일(1차: 2009년 6월 19일,
2차: 2009년 7월 2일), 게재확정일(2009년 7월 27일)

치적 위절제술을 시행하여도 생존율이 확연히 낮아지고 재발률이 높아진다. 특히 타 장기에 다발성 전이가 있는 경우나 복막 전이가 있는 경우에 수술적 방법으로는 근치가 어렵다. 위암의 수술 전 병기 결정은 수술여부를 결정하고 근치적 절제가 어려운 환자들에게서 신보강화학요법 등의 치료 계획을 세우는데 있어서 중요한 사항이다.

위암의 진단을 위해 상부위장관조영술과 위내시경이 사용되고 있으며, 그 외에도 내시경 초음파검사(EUS), 복부 전산화단층촬영(CT), 자기공명영상(MRI) 등이 수술 전 위암 병기결정에 이용되고 있다.(1) 위내시경은 높은 진단율과 함께 조직학적 진단을 가능하게 하고 내시경 초음파는 종양의 침범 깊이와 위 주위의 림프절 전이에 대한 정보를 제공해 준다. 복부 CT는 간 전이, 국소 및 원격 림프절 전이를 발견할 수 있고 인접 장기로의 침범 여부를 알 수 있다. 이외에도 흉부 X선 검사, 뼈스캔 등 여러 가지 진단 기법들을 이용하고 있지만 암세포의 침습정도, 림프절 전이, 복막 파종 및 원격 전이 여부를 확인하는 데는 여전히 제한적이다. 종양의 진단과 수술 전 병기 결정을 위한 한가지 진단법으로서 양전자 방출 단층촬영(positron emission tomography), PET가 활용되고 있는데 PET는 체내의 기능이나 대사를 대변하는 물질에 양전자 방출 방사성동위원소를 표지한 방사성의약품의 체내 분포를 영상화한 것으로 CT나 핵자기공명영상술(MRI)과 같은 해부학적 구조를 영상화하는 진단법과 구분되는 분자영상진단법(molecular imaging)이다.

몇가지 양전자 방출 동위원소 표지화합물 중에 임상 종양학 분야에서 가장 널리 쓰이는 것은 [F-18]-fluorodeoxyglucose (FDG)로 종양세포 내에 빠르게 섭취되어 인산화된 후 더 이상 대사되지 않고 조직 내에 축적되므로 종양을 발견하는데 유용하다.(2,3)

PET-CT는 방사성 동위원소가 부착된 표지자의 종양 내 섭취량을 계산하여 종양의 생리학적 기능을 평가하며 한번의 검사로 전신영상을 얻을 수 있어 절제범위를 넘어선 원격 전이 유무를 알 수 있는 장점이 있다.(4) 종양에서 PET-CT는 종양의 치료 전이나 치료 후 환자의 정확한 상태를 평가하는데 유용하므로 종양의 악성도 평가, 병기 결정 및 치료 방침 결정, 치료 효과 조기 판정, 예후 평가, 재발 평가 여부 등에 이용되고 있다.(5,6) 다양한 종양에서

PET-CT의 활용도가 평가되고 있으며, 위암의 진단 영역에서도 PET-CT의 역할이 기대된다.

이에 저자들은 위암환자의 수술 전 병기 결정에 있어서 PET-CT의 유용성을 알아보기 위해 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

2006년 2월부터 2008년 8월까지 본원에서 위암으로 진단 받고 수술 전 병기 결정을 위해 복부 CT 및 PET-CT를 모두 시행한 환자 70명을 대상으로 본 연구를 시행하였다.

복부 CT의 촬영에는 Philips plus 4 16 slice scanner (Philips Medical Systems, Netherlands)를 사용하였고, 흉골에서 좌골 조면까지 5 mm 간격으로 촬영하였으며(120 kVP, 150 mA), 모든 환자들은 촬영 전 6시간 이상의 금식을 시행하였다. 조영제로는 “Optiray 320 주[®](이연제약, 한국)”를 2 cc/kg의 용량으로 초당 2 cc의 속도로 정맥 주입하였고 경구로 물 또는 발포제(탐발포지과립, 태준제약, 한국)를 투여하였다. 이렇게 해서 얻은 복부 CT의 영상을 영상의학과 전문의가 수술 전에 판독을 시행하였고 T stage, 림프절 전이에 대한 수술 전 병기가 결정되었다. T1과 T2는 위의 외벽 침범 없이 매끈하고, T3는 장막외연을 따라 위주변지방조직으로 침범을 보이고, T4는 위주변 인대나 복막을 따라 주변 장기로의 침범이 있는 경우로 결정하였으며, 림프절 전이는 림프절의 크기가 1 cm 이상이거나, 그 이하의 크기이더라도 단경과 장경비가 0.7 이상의 비교적 동그란 모양의 림프절인 경우 그리고 내부 괴사가 있는 경우에 양성으로 판독하였다.

F-18 FDG PET-CT는 감쇠보정 목적의 다절편 CT scanner (multidetector row CT)와 PET scanner를 결합시킨 PET/CT (Discovery ST, GE, USA)를 이용하여 영상을 얻었다. PET의 축상 공간해상도는 3.7 mm였고 뇌기저부에서 허벅지 근위 부까지를 한 베드당 3분간의 방출영상을 3D-mode로 얻어 컴퓨터 단층촬영을 기본으로 감쇠 보정하여 반복영상 구성 기법(iterative reconstruction method)을 이용하여 재구성하였다.

모든 환자는 촬영 전 6시간 이상의 금식을 시행하였고 금식시간 동안 충분한 수분 섭취를 교육하였으며 F-18 FDG 주사 직전 모든 환자의 혈당을 측정하여 140 mg/dl 이상의 경우는 추후에 다시 검사를 시행하였고, 370 MBq (10 mCi)의 [F-18]-fluorodeoxyglucose를 정주하고 60분이 지난 후 뇌기저부부터 허벅지 근위부까지 영상을 구하였다. 조직의 섭취량을 단위 체중당 주사량으로 나누어 표준섭취계수(Standardized uptake value, SUV)를 구하였고, 판독은 핵의학과 전문의 2인에 의해서 이루어졌으며 위 병변의 SUV값이 3.0 이상이거나 주위 정상조직에 비해 비정상적으로 FDG 섭취가 증가된 경우를 양성으로 하였고, 림프절 전이는 SUV 2.5인 경우 양성으로, 중복암이나 원격 전이는 주변 조직에 비하여 현저히 높은 섭취율을 보이는 경우에 양성으

로 판정하였다. 복부 CT 및 PET-CT에 의한 림프절 전이판정에 대한 정확도를 알아보기로 각 영상 자료에 의한 림프절 전이판정과 수술 후 병리 조직검사 결과로 민감도, 특이도, 양성예측도 및 음성예측도를 조사하였고 위암의 형태, 조직학적 분류, 크기 등과 섭취 정도와의 차이 등을 알아보았다. 통계처리는 SPSS for Windows (Version 12.0, SPSS Inc., USA) 프로그램을 이용하였다.

결 과

대상 환자 70명의 성별은 남자 44명(62.9%), 여자 26명

Table 1. Clinicopathologic characteristics of patients

| Variables | Number of patients (n=70) |
|---|---------------------------|
| Sex | |
| Male | 44 |
| Female | 26 |
| Age (years)* | 58 (31 ~ 78) |
| TNM stage [†] | |
| IA | 19 |
| IB | 5 |
| II | 11 |
| IIIA | 8 |
| IIIB | 7 |
| IV | 20 |
| EGC [‡] /AGC [§] | |
| EGC | 23 |
| AGC | 47 |
| Histology of primary tumors in EGC | |
| Well differentiated | 6 |
| Moderate differentiated | 8 |
| Poorly differentiated | 8 |
| Signet ring cell carcinoma | 1 |
| Histology of primary tumors in AGC | 2 |
| Well differentiated | |
| Moderate differentiated | 10 |
| Poorly differentiated | 27 |
| Signet ring cell carcinoma | 3 |
| Mucinous adenocarcinoma | 2 |
| Papillary adenocarcinoma | 1 |
| Poorly differentiated with signet ring cell carcinoma | 2 |
| Operation | |
| Subtotal gastrectomy | 46 |
| Total gastrectomy | 16 |
| Extended total gastrectomy | 7 |
| Laparoscopic staging | 1 |

*Values are mean (range); [†]TNM stage = UICC classification; [‡]EGC = early gastric cancer; [§]AGC = advanced gastric cancer.

(37.1%)이었으며 평균 연령은 58세(31~78)였다. 전체 대상 환자 70명 중 69명에서 근치적 위절제술이 시행되었으며 위아전절제술 46명, 위전절제술 16명, 확대 위전절제술 7명이었고, 1명의 환자에서는 복강경 검사만 시행되었다(Table 1).

1) T staging의 복부 CT와 PET-CT 비교

복부 CT에서 T stage 진단율은 T1, T2, T3, T4 각각 13.0%, 44.4%, 65.2%, 66.7%였고 PET-CT에서는 각각 52.2%, 94.4%, 95.7%, 83.3%로 PET-CT에서 높은 진단율을 보였다.

조기 위암환자 23명의 경우 복부 CT에서 병변이 진단된 경우는 3명(13%), PET-CT에서는 12명(52.2%)이었으며, 진행 위암환자 47명의 경우 복부 CT에서 27명(57.4%), PET-CT에서 44명(93.6%)으로 조기 위암, 진행 위암 모두 PET-CT에서 진단율이 높게 나타났다.

복강경 진단술 후 근치적 절제술이 불가능할 것으로 판단되어 근치적 절제술을 시행하지 않고 항암치료만 시행한 환자가 1명이었으며, 내시경적 위 점막절제술 후 위아전절제술을 시행한 결과 종양이 남아있지 않은 환자가 1명이었다. 대상환자 70명 중 종양의 크기가 3 cm 이상인 경우는 60명, 3 cm 미만인 경우는 10명이었다.

종양의 크기가 3 cm 이상인 환자 중 술 전 복부 CT에서 위벽 비후가 있었던 경우는 29명(48.3%)이었고, 위벽 비후가 없었던 경우는 31명(51.7%)이었다. 종양의 크기가 3 cm 미만인 경우, 복부 CT에서 위벽 비후가 있었던 경우가 1명(10.0%)이었고 위벽 비후가 없었던 경우는 9명(90.0%)으로 종양의 크기가 3 cm 이상인 경우 진단율이 높았다. 종양의 크기가 3 cm 이상인 환자 중 술 전 PET-CT에서 위암 병변에 FDG 섭취가 있었던 경우는 54명(90.0%)이었고, FDG 섭취가 없었던 경우는 6명(10.0%)이었다. 종양의 크기가 3 cm 미만인 경우에서는 FDG 섭취가 있었던 경우가 2명(20.0%)이었고 FDG 섭취가 없었던 경우는 8명(80.0%)으로 역시 종양의 크기가 3 cm 이상인 경우 진단율이 높았다. 병변의 크기에 따른 분류에서도 역시 복부 CT보다 PET-CT에서 위암의 진단율이 높은 것으로 나타났다(Table 2).

Table 2. Comparisons of PET-CT and CT in T staging, and tumor size

| | No. of patients | PET FDG uptake (+) | CT wall thickening (+) |
|------------|-----------------|--------------------|------------------------|
| T stage | | | |
| T1 | 23 | 12 (52.2%) | 3 (13.0%) |
| T2 | 18 | 17 (94.4%) | 8 (44.4%) |
| T3 | 23 | 22 (95.7%) | 15 (65.2%) |
| T4 | 6 | 5 (83.3%) | 4 (66.7%) |
| Tumor size | | | |
| ≥ 3 cm | 60 | 54 (90.0%) | 29 (48.3%) |
| < 3 cm | 10 | 2 (20.0%) | 1 (10.0%) |

조기 위암의 경우 진행 위암에 비해 PET-CT에서 FDG 섭취 정도가 낮았지만 3 cm 이상의 조기 위암의 경우 3 cm 미만의 조기 위암에 비해 FDG 섭취 정도가 높았다(Table 3).

2) 림프절 전이 진단의 복부 CT와 PET-CT 비교

술 후 조직검사로 진단된 N₀~N₃와 술 전 검사에서 진단된 림프절 전이 유무를 비교했을 때, 술 전 검사에서 복부 CT에서 림프절의 크기가 커져 림프절 전이가 의심된 경우는 N₀ 4/22명(18.2%), N₁ 7/19명(36.8%), N₂ 5/14명(35.7%), 그리고 N₃ 8/14명(57.1%)이었고 PET-CT에서 SUV 섭취 증가로 전이가 의심된 경우는 N₀ 4/22명(18.2%), N₁ 9/19명(47.4%), N₂ 7/14명(50.0%), 그리고 N₃ 10/14명(71.4%)로 나타났다.

술 후 조직검사에서 N₁, N₂, 그리고 N₃로 진단된 모든 경우와 N₀로 진단된 경우를 비교하여 술 전 검사에서 림프절 전이를 얼마나 진단이 가능했는지를 조사하여 민감도, 특이도, 양성예측도, 그리고 음성예측도를 조사하였다. 복부 CT에서 림프절 병기 결정의 민감도는 40.0%, 특이도는 85.7%, 양성예측도는 85.7%, 그리고 음성예측도는 40.0%였다. PET-CT에서 민감도는 55.6%, 특이도는 81.0%, 양성예측도는 86.2%, 그리고 음성예측도는 45.9%였다(Table 4).

3) 원격 전이 및 중복암 진단

신체검사, 흉부 X선, 뼈스캔, 복부 CT 등을 통한 수술 전 병기 결정에서 원격 전이를 발견하지 못했으나 PET-CT를 통해 발견한 경우는 1예(1.4%)였으며, 원격 전이 병소는 간이었다. 또한 CT와 PET-CT 두 가지 검사에서 모두 발견된

Table 3. Comparisons of FDG uptake and tumor size in EGC/AGC

| | EGC | AGC | Total |
|-------------------|---------------|---------------|-------|
| Tumor size ≥ 3 cm | 10/14 (71.4%) | 44/46 (95.7%) | 54/60 |
| Tumor size < 3 cm | 2/9 (22.2%) | 0/1 (0%) | 2/10 |
| Total | 12/23 (52.2%) | 44/47 (93.6%) | 70 |

Table 4. Comparisons of PET-CT and CT in lymph node staging

| | Sensitivity (%) | Specificity (%) | PPV* (%) | NPV [†] (%) |
|--------|-----------------|-----------------|----------|----------------------|
| PET-CT | 55.6 | 81.0 | 86.2 | 45.9 |
| CT | 40.0 | 85.7 | 85.7 | 40.0 |

*PPV = positive predictive value; [†]NPV = negative predictive value.

Table 5. Comparisons of PET-CT and CT in diagnosis according to the histologic differentiation of gastric cancer

| | No. of patients | PET FDG uptake (+) | CT wall thickening (+) |
|--------------------------|-----------------|--------------------|------------------------|
| EGC | | | |
| Differentiated | 14 | 8 (57.1%) | 2 (14.3%) |
| Undifferentiated | 9 | 5 (55.6%) | 2 (22.2%) |
| AGC | | | |
| Differentiated | 12 | 12 (100%) | 8 (66.7%) |
| Undifferentiated | 35 | 32 (91.4%) | 18 (51.4%) |
| Total (EGC + AGC) | | | |
| Differentiated | 26 | 20 (76.9%) | 10 (38.5%) |
| Undifferentiated | 44 | 36 (81.8%) | 20 (45.5%) |

경우는 3예(4.2%)였으며 원격 전이 병소는 모두 난소로 크루켄베르크 종양이었다.

중복암은 복부 CT에서는 발견되지 않았고 PET-CT를 통해서만 발견되었으며 직장암 1예와 췌장암 1예가 있었다.

4) 세포 조직형에 따른 진단을 비교

조기 위암의 경우 술 전 복부 CT에서 위벽의 비후가 있어 병변이 진단된 경우는 분화형 암에서 2명(14.3%), 미분화형 암에서 2명(22.2%)이었고 PET-CT에서 FDG 섭취가 있어 병변이 진단된 경우는 분화형 암에서 8명(57.1%), 미분화형 암에서 5명(55.6%)으로 나타났다.

진행 위암에서도 CT에서 진단된 경우는 분화형 암에서 8명(66.7%), 미분화형 암에서 18명(51.4%)이었으며 PET-CT에서 진단된 경우는 분화형, 미분화형 각각 12명(100%), 32명(91.4%)으로 분화 정도에 따른 분류에서 분화형, 미분화형 모두 CT보다 PET-CT에서 진단율이 높은 것으로 나타났다(Table 5).

인환 세포암으로 진단된 4명 중 1명은 조기 위암이었으며 3명은 진행 위암이었고 이 중 진행 위암 1명에서 FDG 섭취가 없었다.

점액선암 2명은 모두 진행 위암이었으며 모두 PET-CT에서 진단되었다.

고 찰

다양한 종양에서 PET-CT의 활용도가 평가되고 있으며, 위암의 진단 영역에서도 PET-CT의 역할이 기대된다.

이에 저자들은 위암환자의 수술 전 병기 결정에 있어서 PET-CT의 유용성을 알아보기 위해 본 연구를 시행하였다. 위암은 내시경을 통하여 육안적으로 병변을 확인할 수 있고, 조직 검사를 통하여 확진이 가능하다. 하지만 내시경만으로는 병기 결정에 필요한 림프절 전이나 원격 전이를 확인할 수 없으므로 병기 결정을 위하여 CT나 뼈스캔 등과

같은 여러 검사들이 시행되었다. 양전자 방출 동위원소 표지화합물인 [F-18]-fluorodeoxyglucose (FDG)는 종양세포 내에 빠르게 섭취되어 인산화된 후 더 이상 대사되지 않고 조직 내에 축적되므로 이 물질을 사용한 PET의 이용이 늘고 있다. PET는 생리학적 정보를 알 수 있는 검사이므로 해부학적 영상을 제공하는 방사선학적 검사에서 놓친 병변을 발견할 수도 있고 한 번의 검사로 전신영상을 얻는다. PET는 최근 뇌, 유방, 대장, 폐의 악성종양에서 광범위하게 연구되고 있으며, (7-10) PET의 역할은 병기설정, 재발암 진단, 치료에 대한 효과 판정에 의미가 있는 것으로 보고되고 있다.(11-13)

FDG-PET를 이용한 위암의 진단에 있어 여러 가지 요소가 FDG 섭취에 영향을 주는 것으로 알려져 있다. Mukai 등(14)은 62명의 위암환자의 수술 전에 시행한 PET에서 종양의 크기가 3 cm 이상인 경우 종양의 발견율이 76.7%로 이보다 작은 종양의 16.8%에 비하여 높았고, 조기 위암(25.9%)보다 진행 위암(82.9%)의 발견율이 높았으며, 림프절 전이가 없을 때(39.4%)보다 림프절 전이가 있는 경우(79.3%)에 높았다고 하였다.

본 연구에서도 종양의 크기가 3 cm 이상인 환자 중 위암 병변에 FDG 섭취가 있었던 경우는 54/59명(91.5%), 종양의 크기가 3 cm 미만인 경우에서의 2/9명(22.2%)으로 종양의 크기가 3 cm 이상인 경우 진단율이 높았다. 또한 조기 위암 환자 중 PET-CT에서 위암 병변에 FDG 섭취가 있었던 경우는 12/23명(52.2%)이었고 진행 위암에서는 45/47명(95.7%)으로 진행 위암에서 높게 나타났다.

국내에서 보고된 위암, 식도암에 대한 FDG-PET 연구에 의하면 조기암은 FDG-PET로 진단이 어려운 경우가 있는 것으로 보고되었다.(15,16) 본 연구에서도 진행 위암의 경우는 46명 중 44명(95.7%)에서 FDG 섭취가 있었으나 조기 위암에서는 24명 중 13명(54.2%)에서만 FDG 섭취가 나타나서 조기 위암에서는 진단율이 낮은 것으로 조사되었다. CT의 경우에도 조기 위암인 T₁ 병변인 경우에는 위벽 비후가 잘 관찰되지 않아 진단율이 낮아진다.

위암에서 림프절 전이는 가장 중요한 예후 인자 중 하나로 술 전 정확한 림프절 전이의 확인이 필요하며 수술 중의 림프절 절제 범위를 결정하는데 필요하다. 또한 조기 위암 환자에서도 위암의 재발로 인한 사망의 위험인자로 림프절 전이유무가 중요하다고 하였으며, 특히 전이림프절의 수가 많을수록(3개 이상의 전이 림프절이 있는 경우), 그리고 원위 림프절(제2군 이상의 림프절)에 전이가 있는 경우에 재발 및 위암 사망의 위험이 높았다고 하였다.(17) 기존의 CT는 림프절의 크기가 1 cm 이상이거나, 그 이하의 크기더라도 단경과 장경비가 0.7 이상의 비교적 동그란 모양의 림프절인 경우 그리고 내부 괴사가 있는 경우에 전이가 있는 것으로 진단한다. CT의 가장 큰 제한점은 정상 크기의 전이 림프절을 발견하지 못하고 반응성 비대와 전이성 비대를

구별하지 못한다는 점으로 진단의 민감도는 N_1 에서 약 45%, N_2 에서 약 32%로 낮은 것으로 알려져 있다. PET는 FDG가 종양세포 내에 빠르게 섭취되어 인산화된 후 더 이상 대사되지 않고 조직 내에 축적되므로 CT의 제한점을 극복하고 전이 림프절을 찾을 수 있다. 하지만 진행 위암에서 N_1 , N_2 림프절은 위암의 높은 SUV값에 의해 겹쳐 보일 수 있어 오히려 진단에 방해받을 수도 있다. 윤 등(18)은 81명의 위암환자에서 FDG-PET와 CT의 림프절 전이 진단을 후향적으로 비교하였으며, PET와 CT 모두 림프절 병기 결정에 낮은 민감도를 보이나, N_1 림프절에 대한 민감도가 CT에서 58%, PET에서 34%로 림프절전이의 평가에 있어서는 PET보다 CT의 민감도가 높다고 하였다. 본 연구에서는 N_1 림프절에 대한 민감도가 CT가 36.8%, PET-CT가 47.4%로 낮았지만 오히려 PET-CT가 좀 더 높은 민감도를 보였다. 림프절 전이가 있는 환자들에서도 CT 41.7%, PET-CT 54.2%로 PET-CT의 민감도가 높게 나타났다.

위암의 술 전 진단에서 고형 장기로의 전이는 흔하지는 않지만 전이의 발견은 치료 방침을 결정하는데 중요하다. 혈행성 전이의 가장 흔한 장기는 간이고 그 외 폐, 부신, 뼈 그리고 난소 등이 있다. Kinkel 등(19)에 의한 위장관암의 간전이 진단에 있어서 초음파검사, CT, MRI, FDG-PET의 예민도는 각각 55%, 72%, 76%, 90%로 FDG-PET가 다른 검사들보다 유의하게 진단 예민도가 높았음을 문헌고찰을 통한 메타분석으로 보고하였다. 김 등(20)도 수술 전 기준 검사에서 발견되지 않은 원격 전이를 FDG-PET로 찾은 1예를 보고한 바 있다. 또한 PET-CT는 복부 CT에서는 확인할 수 없는 폐와 전신의 뼈를 검사하고 전이 여부를 확인할 수 있으며 위암 병소에서 멀리 떨어져 있는 복부 림프절이나 쇄골 상부 림프절 전이 등을 진단하는데 있어서 다른 영상 진단법에 비하여 비교적 유리하다는 장점이 있다.

위암에서 복막 전이는 흔히 근치적 치료가 힘들다는 것을 의미한다. 술 전 검사에서 복막 전이를 미리 진단할 수 있다면 불필요한 개복술을 피할 수 있다. 하지만 CT로는 5 mm 이하의 복막 전이를 정확히 진단하기 어려워 복막 전이가 의심되는 환자에서 개복하기 전에 복강경 검사를 시행하면 CT에서 발견하지 못한 복막 전이를 23~37% 정도 발견할 수 있다.(21) Turlakow 등(22)은 위암, 난소암, 부신암 또는 중피종을 가진 88명의 환자들 중 복막 전이가 의심되는 24명의 환자를 분석한 결과 PET가 복막 전이를 발견하는데 있어 추가적인 정보를 줄 수 있으므로 CT보다 예민도가 높아진다고 보고하였다.

본 연구와 같은 기간 내 위암으로 진단받고 본원 외과에서 PET-CT를 시행한 환자는 모두 117명으로 PET-CT를 통해 복막 전이가 진단되어 불필요한 개복술을 막은 환자는 7명이었다. 이 중 6명의 환자는 복강경 검사로 복막 전이를 확인하고 술 전 항암화학요법을 시행한 후 위절제술을 시행하였고 1명의 환자는 복강경 검사 없이 술 전 항암화학요

법 후 근치적 수술을 시행하였다. 수술 전 PET-CT를 시행한 환자 중 불필요한 개복술을 시행한 환자는 한명도 없었다. 그러므로 수술 전 PET-CT는 원격 전이 및 복막 전이를 알 수 있어 불필요한 개복술을 막고 술 전 항암화학요법 등 치료 지침을 결정하는데 도움이 될 것이다.

FDG 섭취는 위암 세포의 조직형에 따라 다르다고 알려져 있으며 인환 세포암, 점액선암 그리고 관상 저분화형 선암에서 다른 세포형에 비해 FDG의 섭취가 낮은 것으로 알려져 있다. 특히 인환 세포암과 점액선암의 경우에 세포내외의 점액 성분에 의해 섭취가 낮은 것으로 알려져 있다. 김 등(20)은 73명의 위암환자에서 림프절 전이를 평가하였으며 특히 인환 세포암과 점액선암의 예민도가 각각 15%와 33%로 동시에 비교한 CT의 69%, 83%보다 매우 떨어진다고 하였다. 본 연구에서는 인환 세포암과 점액선암의 비율이 4명, 2명으로 낮았지만 민감도가 각각 75.0%, 100%로 CT의 50.0%, 100%에 비해 떨어지지 않았다. 그러나 이것은 경우의 수가 적은 분석의 결과이므로 향후 좀 더 많은 수의 분석이 필요할 것이다.

위암환자의 수술 전 병기 결정에 있어 원발 병소의 진단, 림프절 전이, 원격 전이 및 중복암 진단에서 PET-CT는 CT에 비해 유용성이 크다. 그러나 조기 위암, 3 cm 미만의 종양에서는 FDG 섭취율이 낮으므로 기존에 사용하는 여러 진단법과 함께 시행하여 종합적으로 판단을 내려야 할 것이다.

결론

원발 병소의 진단에 있어서 조기 위암, 진행 위암 모두 복부 CT에 비해 PET-CT에서 진단율이 높은 것으로 나타났으며 조기 위암보다는 진행 위암에서, 원발 병소의 크기가 3 cm 이상의 큰 병변일수록 PET-CT의 진단율이 높은 것으로 나타났다.

림프절 전이 진단에 있어서 민감도, 양성예측도, 음성예측도는 복부 CT에 비해 PET-CT에서 높았으며 특이도는 복부 CT가 더 높은 것으로 나타났고, PET-CT로 복부 CT에서 발견하지 못한 원격 전이와 중복암도 발견하였다.

세포 조직형에 따른 분류에서는 분화형, 미분화형 모두 CT보다 PET-CT에서 진단율이 높았으나 경우의 수가 적은 분석의 결과이므로 좀 더 많은 수의 분석이 필요할 것이다.

이와 같이 위암환자의 수술 전 병기 진단에서 PET-CT는 CT에 비해 유용성이 크지만 조기 위암, 3 cm 미만의 종양에서는 FDG 섭취율이 낮으므로 기존에 사용하는 여러 진단법과 함께 시행하여 종합적으로 판단을 내려야 할 것이다.

REFERENCES

1. Lee DH, Ko YT, Yoon Y. Spiral CT of the gastric carcinoma.

- J Korean Radiol Soc 1997;37:123-128.
2. Strauss LG, Conti PS. The application of PET in clinical oncology. *J Nucl Med* 1991;32:623-648.
 3. Pauwels EK, McCready VR, Stoot JH, van Deurzen DF. The mechanism of accumulation of tumour-localising radiopharmaceuticals. *Eur J Nucl Med* 1998;25:277-305.
 4. Dahlbom M, Hoffman EJ, Hoh CK, Schiepers C, Rosenqvist G, Hawkins RA, Phelps ME. Whole-body positron emission tomography: Part I. Methods and performance characteristics. *J Nucl Med* 1992;33:1191-1199.
 5. Anderson H, Price P. What does positron emission tomography offer oncology? *Eur J Cancer* 2000;36:2028-2035.
 6. Bar-Shalom R, Valdivia AY, Blaufox MD. PET imaging in oncology. *Semin Nucl Med* 2000;30:150-185.
 7. Delbeke D, Vitola JV, Sandler MP, Arildsen RC, Powers TA, Wright JK Jr, Chapman WC, Pinson CW. Staging recurrent metastatic colorectal carcinoma with PET. *J Nucl Med* 1997;38:1196-1201.
 8. Di Chiro G. Positron emission tomography using (18-F) fluorodeoxyglucose in brain tumor: a powerful diagnostic and prognostic tool. *Invest Radiol* 1987;22:360-371.
 9. Moon DH, Maddahi J, Silverman DH, Glaspy JA, Phelps ME, Hoh CK. Accuracy of whole-body fluorine-18-FDG PET for the detection of recurrent or metastatic breast carcinoma. *J Nucl Med* 1998;39:431-435.
 10. Inoue T, Kim EE, Komaki R, Wong FC, Bassa P, Wong WH, Yang DJ, Endo K, Podoloff DA. Detecting recurrent or residual lung cancer with FDG-PET. *J Nucl Med* 1995;36:788-793.
 11. Couper GW, McAteer D, Wallis F, Norton M, Welch A, Nicolson M, Park KGM. Detection of response to chemotherapy using positron emission tomography in patients with oesophageal and gastric cancer. *Br J Surg* 1998;85:1403-1406.
 12. Kole AC, Plukker JT, Nieweg OE, Vaalburg W. Positron emission tomography for staging of oesophageal and gastroesophageal malignancy. *Br J Cancer* 1998;78:521-527.
 13. McAteer D, Wallis F, Couper G, Norton M, Welch A, Bruce D, Park K, Nicolson M, Gilbert FJ, Sharp P. Evaluation of 18F-FEG positron emission tomography in gastric and oesophageal carcinoma. *Br J Radiol* 1999;72:525-529.
 14. Mukai K, Ishida Y, Okajima K, Isozaki H, Morimoto T, Nishiyama S. Usefulness of preoperative FDG PET for detection of gastric cancer. *Gastric cancer* 2006;9:192-196.
 15. Kim BI, Lee JI, Yang WI, Lee JS, Cheon GJ, Choi CW, Lim SM, Hong SW. Findings of F-18 FDG whole body PET in patients with stomach cancer. *Korean J Nucl Med* 2001;35:301-312.
 16. Choi JY, Lee KH, Shim YM, Lee KS, Kim JJ, Kim SE, Kim BT. Improved detection of individual nodal involvement in squamous cell carcinoma of the esophagus by FDG PET. *J Nucl Med* 2000;41:808-815.
 17. Hyung WJ, Cheong JH, Kim J, Chen J, Choi SH, Noh SH. Analyses of prognostic factors and gastric cancer specific survival rate in early gastric cancer patients and its clinical implication. *J Korean Surg Soc* 2003;65:309-315.
 18. Yun M, Lim JS, Noh SH, Hyung WJ, Cheong JH, Bong JK, Cho A, Lee JD. Lymph node staging of gastric cancer using F-18-FDG PET: a comparison study with CT. *J Nucl Med* 2005;46:1582-1588.
 19. Kinkel K, Lu Y, Both M, Warren RS, Thoemi RF. Detection of the hepatic metastases from the gastrointestinal tract by using noninvasive imaging methods (US, CT, MR imaging, PET): a meta-analysis. *Radiology* 2002;224:748-756.
 20. Kim SK, Kang KW, Lee JS, Kim HK, Chang HJ, Choi JY, Lee JH, Ryu KW, Kim YW, Bae JM. Assessment of lymph node metastasis using 18F-FDG PET in patients with advanced gastric cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2006;33:148-155.
 21. Townsend CM, Beauchamp RD, Evers BM, Mattox KL. *Sabiston Textbook of Surgery*. 18th ed. Philadelphia: Saunders, 2008:1293.
 22. Turlakow A, Yeung HW, Salmon AS, Macapinlac HA, Larson SM. Peritoneal carcinomatosis: role of (18)F-FDG PET. *J Nucl Med* 2003;44:1407-1412.

= Abstract =

Effectiveness of Positron Emission Tomography in the Pre-operative Staging of Gastric Cancer

Shin Young Park, M.D., Jung Min Bae, M.D., Se Won Kim, M.D., Sang Woon Kim, M.D. and Sun Kyo Song, M.D.

Department of Surgery, College of Medicine, Yeungnam University, Daegu, Korea

Purpose: The aim of this study was to examine the usefulness of positron emission tomography (PET)-computed tomography (CT) in the pre-operative staging of gastric cancer.

Materials and Methods: Between February 2006 and August 2008, PET-CT and CT were performed on 70 patients diagnosed with gastric cancer by gastrofiberscopic biopsy. The sensitivities, specificities, positive predictive value (PPV), and negative predictive value (NPV) of PET-CT and CT imaging for the detection of gastric cancer TNM staging were compared.

Results: The detection rates for the primary tumor were as follows: PET-CT, 81.4% (57/70); and CT, 42.9% (30/70). For both early gastric cancer (EGC) and advanced gastric cancer (AGC), PET-CT was more accurate than CT in detecting the lesions. As the size of the tumor exceeded 3 cm, the detection rate increased. The sensitivities, specificities, PPV, and NPV of PET-CT for lymph node staging were 55.6%, 81%, 86.2%, and 45.9%, while the sensitivities, specificities, PPV, and NPV of CT were 40.0%, 85.7%, 85.7% and 40%, respectively. One case of multiple liver metastasis and two cases of dual primary cancer (rectal and pancreatic cancers) were detected by PET-CT. PET-CT also had a higher detection rate for all histologic types of primary tumors. PET-CT was more accurate than CT in detecting primary gastric cancer lesions. The detection of nodal metastasis by PET-CT was similar to CT; small-sized tumors or EGC detection rates were not high. However, PET-CT provided additional information to detect distant metastases and dual primary cancers and reduced unnecessary laparotomies to detect peritoneal seeding or carcinomatosis.

Conclusion: It would be useful to make a pre-operative diagnosis of gastric cancer and determine treatment if PET-CT were added to other routine pre-operative studies. (**J Korean Gastric Cancer Assoc 2009;9:110-116**)

Key Words: Gastric cancer, Positron emission tomography-computed tomography