

위암 평가에 있어 F-18 FDG PET 또는 PET/CT의 역할

연세대학교 의과대학 핵의학과
윤 미 진

Role of F-18 FDG PET or PET/CT in the Evaluation of Gastric Cancer

Mijin Yun, M.D.

Division of Nuclear Medicine, Department of Diagnostic Radiology, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

PET detects only less than 50% of early gastric cancer and 62–98% of advanced gastric cancer. Therefore, mass screening programs are recommended for all adults over the age of 40 for early detection and early treatment of gastric cancer through endoscopy or various radiological tests. The most important step after being diagnosed with gastric cancer is accurate staging, which mainly evaluates tumor resectability to avoid unnecessary surgery. Important factors that affect tumor resectability are whether the tumor can be separated from adjacent organs or important blood vessels, the extent of lymph node metastasis, presence of peritoneal metastasis, or distant organ metastasis. To evaluate the extent of local tumor invasion, anatomical imaging that has superior spatial resolution is essential. There are a few studies on prognostic significance of FDG uptake with inconsistent results between them. In spite of lower sensitivities for lymph node staging, the specificities of CT and PET are very high, and the specificity for PET tends to be higher than that for CT. Limited data published so far show that PET seems less useful in the detection of lung and bone metastasis. In the evaluation of pleural or peritoneal metastasis, PET seems very specific but insensitive as well. When FDG uptake of the primary tumor is low, the distant metastasis is also known to show low FDG uptake reducing its detection. There are only a few data available in the evaluation of recurrence detection and treatment response using FDG PET. (Nucl Med Mol Imaging 2006;40(3):141–147)

Key Words: gastric cancer, F-18 FDG PET, staging

배 경

과거 20년 동안 우리나라 암 사망률의 가장 큰 원인은 바로 위암이었으며 최근에는 폐암에 이어 2위를 차지하고 있다. 중앙 암 등록 본부의 1999년부터 2001년 사이의 전국 암 발생률 보고에 의하면 위암은 한국인 암 발생률 1위를 차지하는 암으로 인구 10만 명당 남자 58.6명, 여자 30.8명이 매년 발생하고 있으며 남자의 발생률이 여자에 비하여 1.9배 정도 높고 남, 여 모두 35세 이후부터 본격적으로 발생률이 증가한다. 우리나라 국민은 태어나서 74세가 될 때까지 남자는 100명 중 8명이, 여자는 3명이 위암에 걸릴 수 있는 확률

을 갖는 것으로 알려져 있다. 이에 40세 이상의 모든 성인에서 조기 발견과 조기 치료를 위한 내시경이나 방사선 검사 등을 이용한 적극적인 검진이 권장되고 있다.

위암의 약 1/3은 진단 시 stage I 또는 II, 1/4은 stage III, 그리고 나머지 40%는 stage IV의 병기를 가지며 병기의 진행 정도는 예후와 확실한 상관 관계를 갖는다. 위암의 치료로는 주로 외과적인 절제가 시행되는데 조기 위암(early gastric cancer, EGC)은 주로 endoscopic mucosal resection (EMR), laparoscopic surgery, 또는 modified gastrectomy 등 minimally invasive surgery를 시행하며 5년 생존율이 95%이상이지만, 진행 위암(advanced gastric cancer, AGC)에서는 암조직을 제거하지 못하는 경우가 많아 고유근층까지 암이 진행된 것에서는 60–65%, 그 이상 진행된 것에서는 약 40%미만이다. 수술적 치료가 불가능한 전이암의 경우엔 화학 요법이나 면역 요법을 시도해 볼 수는 있으나 생존을 기대하기는 어렵고 기타 전이 위암에서 시행해 볼 수 있는 치료는 거의 없는 실정이다.^{1–3)}

• Received: 2006. 6. 12. • Accepted: 2006. 6. 20.
• Address for reprints: Mijin Yun, M.D., Division of Nuclear Medicine, Department of Diagnostic Radiology Yonsei University, College of Medicine, #134 Shinchon-dong, Seodaemoon-gu, Seoul 120-752, Korea,
Tel: 82-2-2228-6068, Fax: 82-2-312-0578
E-mail: yunmijin@yumc.yonsei.ac.kr

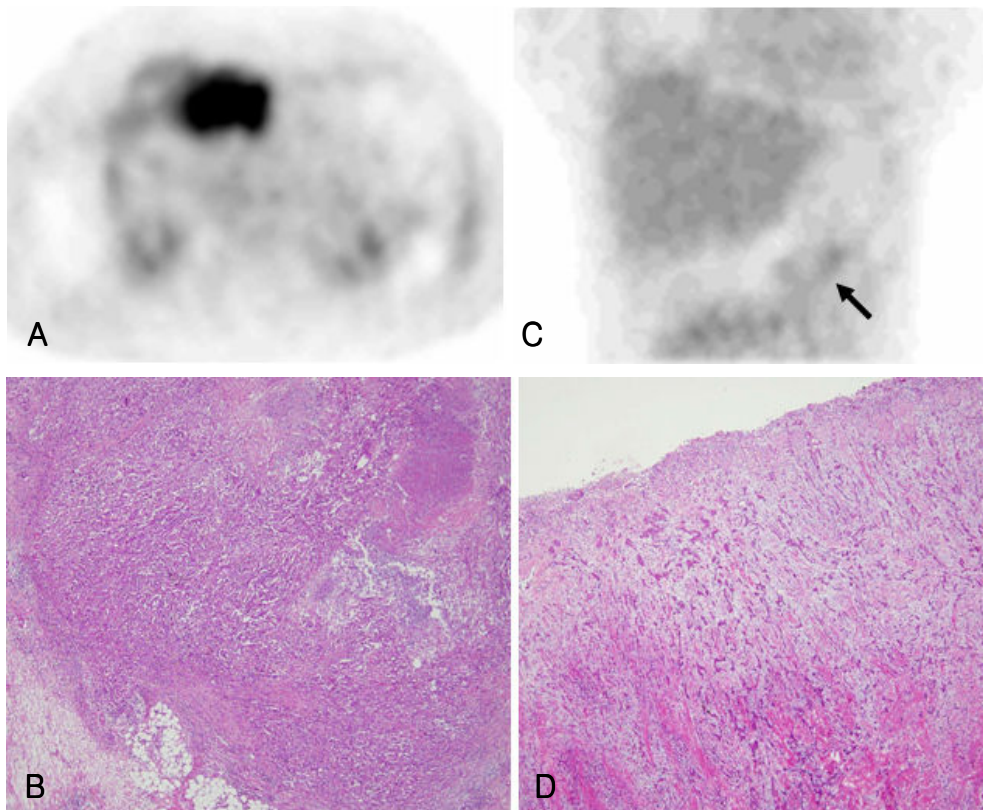


Fig 1. Histopathologic factors affecting FDG uptake in gastric cancer. A and B) gastric cancer with increased FDG uptake. C and D) gastric cancer with mild FDG uptake. Signet ring cell or mucinous carcinomas usually show low level FDG uptake in primary tumors. Low FDG uptake are also seen in tumors which show less fibrosis, more inflammatory cell infiltration, higher cellular density, or intestinal tumor growth. FDG uptake in primary tumors is high with Borrmann type I and low with type IV.

위암은 조직학적으로 WHO 분류에 따라 tubular adenocarcinoma (well differentiated, moderately differentiated, and poorly differentiated), signet ring carcinoma, mucinous carcinoma, papillary carcinoma, lymphoepithelioma-like carcinoma, 그리고 기타 드문 조직학적 형태로 나뉘어진다. 현미경학적 종양 성장 형태는 Lauren classification에 따라 diffuse type 또는 intestinal type으로 분류할 수 있다. 육안적 형태는 Borrmann classification을 따르며 조기 위암은 type I (protruded), type IIa (superficial elevated), type IIb (flat), type IIc (superficial depressed), type III (excavated)로 나뉜다. 진행 위암의 경우 type I (polypoid), type II (ulcero-fungating), type III (ulcero-infiltrative), type IV (diffusely infiltrative)로 나뉜다.

본 소고에서는 위암 평가에 있어 F-18 FDG PET 또는 PET/CT의 역할을 진단, 병기 결정, 예후 예측, 재발 발견, 치료 효과 평가로 나누어 정리하고자 하며 아직 PET/CT를 이용한 결과는 확립되지 않았으므로 주로 PET 결과를 중심으로 고찰하고자 한다.

임상 적응증에 따른 PET의 유용성

1. 진단

FDG PET을 이용한 조기 위암 발견은 약 50% 미만이며 진행 위암의 경우도 조직학적 특성에 따라 62-98%의 성적을 보인다. 지금까지 알려진 위암의 FDG 섭취 정도에 영향을 미치는 조직학적 요소를 살펴보면 우선 signet ring cell 이거나 mucinous type 인 경우 FDG 섭취가 다른 형태에 비해 낮은 것으로 되어 있다. 또한 종양 내 섬유화 정도가 적을수록, 염증 세포 침윤이 많을수록, 세포 밀도가 높을수록, 현미경학적 종양 성장 형태가 intestinal type일 때 FDG 섭취가 높은 것으로 알려져 있다. Borrmann type의 경우의 type I일 때 높고 type IV일 때 낮다.⁴⁻⁶⁾ (Fig. 1) 뿐만 아니라 위에는 생리적 섭취가 존재하여 종양과 비종양 사이의 대비가 나빠져 예민도가 감소하고 병이 없는 경우에도 높은 생리적 섭취에 의해 종양으로 오인되는 경우가 있을 수 있다. 이러한 경우를 줄일 수 있는 간단한 방법으로 물을 이용하여 위를 확장시킨 다음 영상을 얻는 방법을 시행해 볼 수 있으며

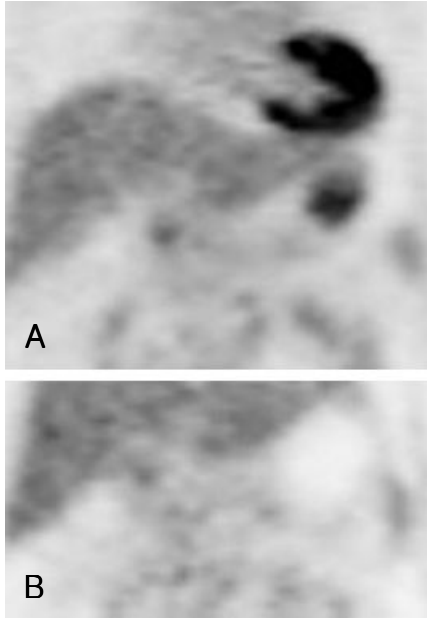


Fig 2. A and B) Physiologic FDG uptake in the stomach can be very high and mistaken for pathology. Loss of increased FDG uptake in the suspected lesion after water ingestion is consistent with physiological uptake of the stomach.

이는 위암 진단의 예민도, 특이도 증가뿐 아니라 병변 국소화, 종양의 FDG 섭취 정도 평가를 향상 시키는 데 기여할 수 있을 것으로 사료된다.^{7,8)} (Fig. 2) 기존의 방법으로 진단이 어려운 위암으로 종양 세포 밀도가 낮은 Bormann type IV를 들 수 있는데 이는 여러 번의 조직 생검으로도 확진이 되지 않는 경우가 많다. 이러한 형태는 PET에서도 낮은 섭취를 보여 PET이 진단에 중요한 역할을 하지는 않을 것으로 보인다. 전반적으로 위암 진단을 위해 PET을 이용하는 것은 효율적이지 않으며 우리나라에서는 앞서 언급한 바와 같이 위암의 높은 발생률과 사망률, 그리고 진단 시 병기와 예후와의 관계를 고려해 볼 때, 조기 진단과 치료를 위해서 일정 연령 이상의 성인에서 내시경이나 바륨 조영술 등을 통하여 검진을 시행하는 것이 권장되고 있다.

2. 병기 결정 및 예후 예측

위암 진단 후 가장 중요한 것은 환자의 재발을 감소나 생존에 영향을 미치지 못하는 치료를 피하기 위한 정확한 병기 결정으로 종양의 절제 가능성을 평가하는 것이다. 종양이 주변 장기나 중요 혈관과 분리될 수 있는지, 림프절 전이가 어느 정도인지, 복막이나 원격 장기 전이가 있는지 등이 절제 가능성 평가의 중요한 요소들이다. 우선 종양 자체의 국소 침범 범위를 평가하기 위해서는 PET 보다는 뛰어난 공간

해상도를 갖는 해부학적 영상이 필수적이며 내시경적 초음파가 가장 우수한 것으로 되어 있으나 침습적이며 협착을 동반한 경우 시행하기 어려울 수 있어 computed tomography (CT)가 보편적으로 사용된다. 그러나 해부학적 영상만으로는 원발 종양의 생물학적 차이를 평가하기 어려워 예후에 어떤 영향을 미치는지 예측할 수 없다는 단점이 있다. 특히 위암의 경우 조직학적으로 불균일한 경우가 많아 수술에 의한 완전 절제가 이루어지지 않는 한 조직 생검 만으로는 종양 전체의 병리조직학적 소견을 알기 어려우므로 원발 종양 특성을 총체적으로 파악하여 예후를 예측할 수 있는지에 대해 FDG PET과 같은 기능적 영상의 역할에 대한 연구가 필요하다. 즉 FDG 섭취 정도에 따른 환자의 생존 기간 및 예후 평가를 들 수 있다. FDG 섭취와 예후와의 관계에 대한 보고는 서로 상반되어 FDG 섭취 정도가 예후와 관계가 있다는 보고와 없다는 보고가 있다. De potter 등에 의하면 FDG 섭취가 낮은 경우 환자의 생존 기간이 더 길었으나 Stahl 등에 의하면 FDG 섭취 정도는 환자의 생존을 예측하는 데 역할이 없었다.^{9,10)} FDG 섭취 정도가 생존률이나 예후 예측에 대해 서로 다른 결과를 보이는 것에 대한 뚜렷한 설명은 아직 없으나 다음과 같은 점을 고려해 볼 수 있다. 저자가 분석한 바에 의하면 다른 종류의 tubular adenocarcinoma와 달리 poorly differentiated adenocarcinoma의 경우 조직학적으로 단일한 형태를 보이지 않는 데, FDG 섭취가 낮은 암은 주로 복막 전이 형태로 재발하여 사망하고 이에 비해 FDG 섭취가 높은 경우 림프절이나 혈행성 전이를 더 흔하게 하여 사망하는 양상을 보였다. 따라서 FDG 섭취는 전이 양상을 예측하는 중요한 요소이기는 하나 예후 예측에는 크게 영향을 미치지 않을 수 있음을 알 수 있었다. 그러나 아직까지 높은 섭취를 보이는 원발 종양만 따로 연구하여 FDG 섭취 정도와 예후와의 관계를 확실히 정립하지 않았으므로 더 자세한 연구가 필요하고 이러한 결과는 FDG 섭취와 예후 예측과의 상관성을 설명하는 데 많은 도움이 될 수 있으리라 사료된다.

림프절 침범은 대동맥 주위 림프절 침범이 있는 경우를 제외하고는 절제 가능성에 끼치는 영향은 적으나 위암 수술 후 가장 흔한 재발 부위 중 하나가 국소 부위이고 처음 수술 시 수술 범위 정도가 재발과 환자의 생존에 영향을 미칠 수 있어 림프절 절제의 범위에 대해 수술 전에 정확히 평가할 수 있는 영상 방법이 절실히 필요한 상황이다.¹¹⁾ 이를 위해서는 통상 CT가 사용되어 왔으나 CT의 정확도는 순전히 림프절의 크기에 의존하여야 함으로 CT 만으로 림프절 절제 범위를 결정하는 데는 어려움이 있다. 림프절 전이 범위를 평가하는 다른 방법인 내시경 초음파, 자기 공명 영상(MRI,

magnetic resonance imaging) 또한 정확한 림프절 침범 정도 평가에는 부족하다고 알려져 있다. 기능적 영상인 FDG PET이 림프절 전이의 평가에 어떠한 도움을 줄 수 있는지에 대해서는 아직 연구가 많지 않다.^{5,12,13} 윤 등이 81예의 환자를 대상으로 PET과 CT를 비교한 결과를 보면 PET, CT 모두 림프절 병기 결정에 아주 낮은 예민도를 보이나 N1 림프절에 대해서는 CT가 PET보다 예민한 것으로 나타났다.⁵ 이는 PET의 해상도가 낮아 원발 종양으로부터 가까운 림프절을 종양으로부터 잘 구별하지 못하는 것이 원인 중 하나로 생각된다. 낮은 예민도에 비해 CT와 PET은 특이도가 상당히 높은 데 특히 PET의 특이도가 CT에 비해 더 높은 경향이 있었다. 이러한 특성을 고려해 볼 때, CT 또는 PET에서 전이성 림프절이 보이지 않는 경우 현미경학적 전이 여부를 예측할 수 없으므로 림프절 절제의 범위를 결정하는 데 정확히 도움을 줄 수 없으나 적어도 영상에서 보이는 범위보다는 넓어야 하며, PET에서 N3 group, 특히 paraaortic 림프절이 보이는 경우 높은 특이도를 고려해 볼 때 수술 여부를 결정하는 데 기여할 것으로 사료된다. 또한 그 민감도는 약 10% 내외 이나 CT에서는 8mm 미만의 작은 크기를 갖으나 PET에서만 보이는 림프절 전이가 있어 이러한 경우 PET이 CT에 비해 추가적인 정보를 제공해 줄 수 있다. Chen 등이 보고한 바도 비슷한 결과로 PET이 림프절 병기 결정에 특이도가 CT보다 높았으며 15%의 환자에서 병기의 변화를 초래하였다.¹² Mochiki 등의 보고도 림프절에 대한 FDG PET의 낮은 예민도를 문제점으로 언급하였다.¹⁴ 최근에 김 등도 유사한 결과를 보고하였으며 signet ring carcinoma에서 특히 낮은 예민도를 보여 림프절 병기 결정 예민도에 원발 종양의 FDG 섭취 정도가 중요하다 하였다. PET/CT를 이용한 결과는 아직 없으나 CT의 예민도와 PET이 갖는 특이도를 병합할 경우 좋은 결과를 보이리라 예측할 수 있겠다.

위암 환자에서 복막 전이는 매우 나쁜 예후를 뜻하는 것으로 확립된 치료가 없으며 수술 전에 발견하는 것이 어려워 불필요한 개복 수술을 하게 되는 가장 흔한 원인으로 알려져 있다. 복막 전이를 평가하는 데 있어서는 CT가 중요한 역할을 해왔으나 복막 전이의 크기나, 위치, 모양, 복수 유무, 내장 지방의 정도, 소장이나 대장 내 조영제 사용 유무에 따라 다양한 민감도를 보여 복막 전이를 정확히 평가하는 데는 한계가 있다.^{15,16} 복강경을 이용한 관찰과 조직 생검법이 있으나 이는 침습적인 방법으로 일반적으로 사용되기는 어렵고 현재 이용되는 영상 방법 중에는 복막 전이를 발견하는 데 CT보다 나은 진단 성적을 보이는 방법이 없어 아직까지는 CT가 가장 자주 사용되고 있다. 최근에는 복막 전이를 평가하는 데 있어 FDG PET의 역할에 대한 몇몇 보고가 있으며

아직까지 확립된 역할은 규명되지 않은 상태이다.^{12,17,18} 저자의 112명의 위암 환자를 대상으로 한 예비 결과에 의하면 PET은 복막 전이를 보는 데 아주 특이적이거나(특이도 99%) 예민도가 아주 낮았다(예민도 35%).¹⁹ 이에 비해 CT의 예민도는 77% 그리고 특이도는 92%였다. 복막 전이의 경우 CT에서 의심되는 소견이 있는 경우 복강경에 의한 확인이 반드시 필요하리라 사료된다. 보고된 바는 없으나 림프절에서처럼 복막 전이의 발견에 있어 PET의 예민도에 원발 종양의 FDG 섭취 정도가 중요한 영향을 미칠 것으로 보인다.

원격 전이를 평가하는 방법으로는 복부 CT 외에, 흉부 단층 X-선 사진이나 CT, 전신 뼈 사진 (WBBS, whole body bone scan)이 이용되어 왔다. 위암에 의한 원격 전이는 초진 시에는 흔하지 않은 것으로 되어 있으나 일단 발견되면 향후 치료 방침 결정에 중요한 영향을 미칠 수 있으므로 이를 정확히 평가하는 방법이 필수적이다. 위암의 원격 전이가 가장 흔한 부위는 간이며 그 밖에 폐, 부신, 골격, 난소 등에 원격 전이를 보일 수 있다. 원격 전이를 평가하기 위해 CT가 가장 흔히 사용되나 이는 국소 영상으로 전신적인 질병 평가가 어렵다는 단점이 있으며 특히 골 전이의 경우 CT의 예민도는 일반적으로 높지 않다.²⁰ 위암에서 흔한 원격 전이를 보는 데 있어 PET의 역할은 문헌 보고가 매우 제한적이다. 우선 간 전이에 대한 Kinkel 등의 보고에 의하면 대장암, 위암, 식도암의 간 전이를 평가하는 데 있어 동등한 특이도에서 CT나 MR보다 FDG PET이 예민도가 가장 우수하다 하였으나 위암만을 대상으로 한 문헌이 많지 않아 아직 결론 내리기 어렵다.²¹ Yoshioka 등은 위암 원격 전이 중 PET은 폐, 뼈 전이를 보는 데 취약하다 보고하였고 폐 전이는 흉부 CT의 역할이 중요하며 뼈 전이의 경우 전신 뼈 스캔의 역할이 여전히 중요하다 하겠다.⁴ (Fig. 3). 같은 저자 등은 복막 및 흉막 전이를 평가하는 데 있어서도 PET은 예민도가 아주 낮은 것으로 보고하였다. 원격 전이를 평가하는 데 있어 원발 종양의 FDG 섭취 정도가 미치는 영향에 대해서는 좀 더 연구가 필요하다. 일부 보고에 의하면 원발 종양의 FDG 섭취가 낮은 경우 원격 전이 또한 낮은 FDG 섭취를 보여 잘 발견되지 않을 수 있다고 하였다.^{10,22} 반대로 Tian 등은 30명의 환자를 대상으로 발포제를 이용한 FDG PET을 시행하여 CT, MR, 또는 US에 의해 overstaged 9명과 understaged 2명에서 정확한 병기 결정에 영향을 주었음을 보고하면서 일부 원발 종양이 보이지 않았던 경우에서 림프절 전이를 발견하여 원발 병소와 전이 병소의 FDG 섭취 사이의 상관 관계는 아직 명확하지 않다 하였다.²³ 전체적으로 위암 병기 결정에 PET이 미치는 영향에 대한 연구는 매우 제한적이거나 Chen 등은 PET 또는 CT 단독보다 PET과 CT를 병합하였

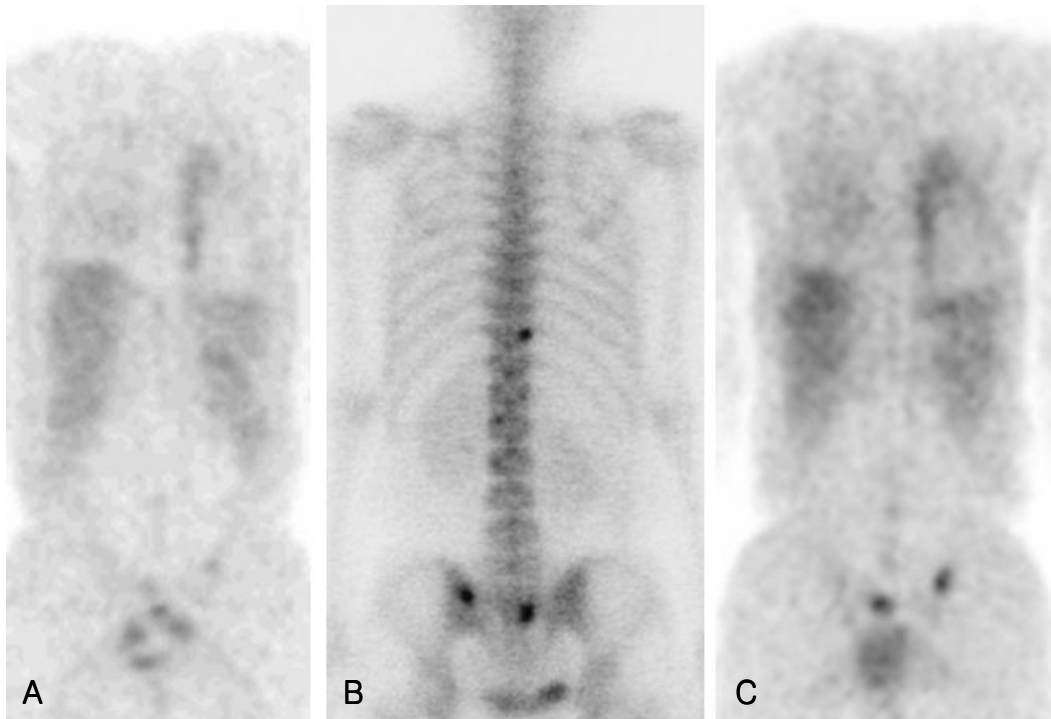


Fig 3. Skeletal metastasis. A) FDG PET at staging shows two foci of mild FDG uptake in the Lt. sacroiliac joint and sacrum which can be easily overlooked. B) Whole body bone scan taken at presentation demonstrate three foci of metastases in the Lt. sacroiliac joint, sacrum, and Rt. 11th costovertebral junction. C) The metastatic lesions become clear on FDG PET after 2 months.

을 때 위암 병기 결정에 가장 정확하다 하였고 이는 위암 병기 결정에 PET/CT가 기존의 PET에 비해 중요한 역할을 할 수 있음을 시사한다.¹²⁾

이상에서 살펴 본 바와 같이 고식적인 위암 병기 결정에는 아직 문제가 많으며 이를 해결할 수 있는 새로운 영상 방법으로 FDG PET, 향후 PET/CT에 대한 충분한 검증이 더 필요하다 하겠다. 위암의 경우 조기 위암과 진행 위암은 그 예후가 현저히 다르므로 병기를 결정하는 최적의 영상 방법 또한 조기 위암과 진행암에서 서로 다를 수 있음을 고려하여 적용하는 것이 바람직하다.

3. 재발 평가 및 재발 시 병기 결정

수술 후 위암의 재발 경로는 인접 부위를 통한 전이, 림프계를 통한 전이, 혈행성 전이, 복막 전이가 있으며 흔한 재발 부위는 국소 부위, 복막 전이, 간 전이, 기타 원격 전이를 들 수 있다. 재발이 있는 경우 예후가 불량한 것으로 되어 있으나 재발 종양의 크기가 작을 때는 수술이나 항암 치료, 방사선 치료에 좀 더 나은 반응을 보일 수 있으므로 조기 발견이 중요하다. 국소 재발 발견에는 CT가 주로 역할을 해왔으나 수술 후 정상 해부학적 구조에 변형이 오는 경우 재발암과

구별이 어려운 것은 잘 알려진 사실이다. 뿐만 아니라 재발 종양이 문합 부위 바깥 쪽에 생긴 경우엔 내시경으로도 발견하기 어려운 경우가 많아 조기 진단이 어려운 실정이다. 수술 후 재발 여부를 평가하는 데 있어서 FDG PET의 역할에 대한 보고는 몇몇 되지 않는다. Jadvar 등은 18명의 환자를 대상으로 한 연구에서 CT보다 PET을 이용하는 경우 재발 발견에 도움이 되었음을 보고하였다.²⁴⁾ 이와 달리 De Potter는 PET이 재발 환자 평가에 약 70%의 낮은 예민도를 보이는 것으로 보고하였으나 원발암에 주로 signet ring cell이 많이 포함되어 있었으며 감쇄 보정하지 않은 PET을 이용하는데 문제점이 있었다.⁹⁾ 더욱 큰 문제점은 PET은 생리적인 FDG 섭취가 잔여 위에 남아 있어 재발 여부 평가가 어려운 경우가 많다는 점을 고려하지 않았다는 점을 들 수 있다. 윤 등은 PET을 시행할 시 잔여 위를 물로 채우는 방법을 사용했고 이를 통해 생리적 섭취가 소실되고 재발암만 보이게 되어 생리적 섭취와 비정상 섭취의 구별에 매우 유용한 경제적인 방법임을 발견하였다(예민도 88%).⁸⁾ 이러한 방법이 유용하기는 하나 원발암의 FDG 섭취가 낮은 경우에는 역시 도움이 되지 않을 수 있다. 대상 환자군의 조직학적 특성에 따라 재발 양상이 달라질 수 있겠으나 우리나라에서 발표된

근치적 수술 후 재발이 확진된 508명을 대상으로 분석한 결과를 보면 복막 전이가 가장 흔한 전이 양상이었고 전이 병소가 1개 이상인 경우 국소 전이와 복막 전이의 조합 형태가 가장 많았다.²⁵⁾ 앞서 언급한 바와 같이 복막 전이를 발견하는 데 PET은 낮은 예민도를 보이므로 위암 환자의 재발 평가에 있어서는 PET 보다 PET/CT의 역할이 더 기대된다 하겠다.

4. 치료 효과 판정 및 예측

수술이 불가능한 위암이나 수술 후 항암 요법을 병행하는 경우, 또는 진행암으로 항암 요법만을 시행하는 환자에 있어 치료 성적을 평가하는 데는 CT가 주된 영상 방법이다. 그러나 다른 종양에서와 마찬가지로 CT는 종양의 크기 변화를 통해 치료 반응 여부를 평가함으로써 조기 치료 효과 평가가 어렵고 특히 CT는 국소 영상으로 질병 상태를 전신적으로 평가하기 어려운 단점이 있다. 위암에 대한 항암제 치료 후 효과 평가에 대한 PET 논문은 독일의 한 그룹에서 나온 보고가 전부이며 치료 전과 수술 전 항암 치료 시작 2주 후에 시행한 PET에서 FDG 섭취 변화는 수술 후 조직학적 종양 반응과 환자의 생존을 잘 반영하는 것으로 보고되어 있다.^{26,27)} 그러나 저자들은 원발 종양의 FDG 섭취가 낮은 경우는 제외하였으며 이러한 낮은 FDG 섭취를 보이는 종양의 치료 반응을 평가하는 방법으로는 PET이 적절하지 않을 수 있겠다.

결 론

위암에서의 PET과 PET/CT의 역할에 대해서는 아직 문헌 보고가 충분하지는 않다. 우선 위암 발견율을 보면 조기 위암의 경우 PET과 CT 각각에서 약 50% 미만이다. 이에 비해 진행 위암의 경우 원발 종양을 발견하는 데는 PET 보다 CT가 유리하며 이는 앞에서 언급한 조직학적 특성을 갖는 위암이 낮은 FDG 섭취를 보임으로써 PET에서는 잘 발견되지 않을 수 있다는 데 이유가 있다. 따라서 위암 발병률이 높은 우리나라에서는 위암 조기 발견을 위해 내시경이나 방사선 검사 등을 이용한 적극적인 검진이 권장되고 있다. 위암의 TNM staging 중 T를 결정하는 데는 주변 조직의 침범 정도를 평가하여 종양의 절제 가능성을 평가하기 위해 고해상도의 해부학적 영상이 필요하다. 원발 종양 평가에 있어 PET의 역할은 FDG 섭취 정도에 따른 환자의 생존 기간 및 예후 평가를 들 수 있다. 현재까지의 보고에 의하면 FDG 섭취와 예후와의 관계는 일관되지 않으며 이러한 예후에 관한 연구는 대상 환자 군에 따라 결과에 차이가 있을 수 있으

로 이를 고려한 자세한 연구가 필요하다. 림프절 병기 결정에 있어 PET, CT 모두 림프절 병기 결정에 아주 낮은 예민도를 보이나 CT가 PET보다 예민하다. 낮은 예민도에 비해 CT와 PET은 특이도가 상당히 높은 데 특히 PET의 특이도가 CT에 비해 더 높은 경향이 있었다. 이러한 특성을 고려해 볼 때, CT 또는 PET에서 전이성 림프절이 보이지 않을 때보다 보이는 경우 높은 특이도를 고려해 볼 때 수술 정도를 결정하는 데 기여할 것으로 사료된다. 또한 그 빈도는 약 10% 내외 이나 CT에서는 8 mm 미만의 작은 크기이면서 PET에서만 보이는 림프절 전이가 있어 이러한 경우 PET이 CT에 비해 추가적인 정보를 제공해 줄 수 있다. 원격 전이를 평가하는 데는 전신 영상인 PET이 아주 유용하나 폐, 뼈 전이를 보는 데 취약하며 폐전이는 흉부 CT의 역할이 중요하고 뼈 전이의 경우 전신 뼈 스캔의 역할이 여전히 중요하다. 흉막이나 복막 전이를 평가하는 데 있어서는 PET만으로는 특이도는 높으나 예민도가 아주 낮은 데 CT에서 예민도를 보완할 수 있다. 특히 복막 전이의 경우 CT에서 의심되는 소견이 있는 경우 복강경에 의한 확인이 반드시 필요하다. 원발 종양의 FDG 섭취가 낮은 경우 원격 전이 또한 낮은 FDG 섭취를 보여 잘 발견되지 않을 수 있다. 수술 후 재발 여부를 평가하는 데 있어서 CT는 수술에 의한 변화에 의해 정확도가 낮은 단점을 가지고 있다. PET을 시행할 시 잔여 위를 물로 채우는 방법을 사용하여 잔여 위에서의 재발암을 발견하는 데 유용하다. 이러한 방법이 원발암의 FDG 섭취가 낮은 경우에는 역시 도움이 되지 않을 수 있다. 기타 다른 부위의 재발암의 발견에 있어 PET의 역할은 아직 잘 알려지지 않았으나 원발 종양의 특성에 따라 다른 결과를 보일 수 있는 것으로 알려져 있다. 위암에 대한 항암제 치료 후 효과 평가에 대한 논문은 거의 없는데 FDG 섭취가 높은 원발 종양을 대상으로 치료 후 FDG 섭취의 조기 평가는 조직학적 반응과 환자의 생존을 잘 반영한다는 보고가 있다. FDG PET은 다른 영상 검사에 비해 상대적으로 고가 장비로 위에서 언급한 위암 진단과 치료에 연관된 임상 문제를 해결하는 데 있어 검사의 비용 대비 효과를 고려하여 임상 적용증을 확립하는 연구가 필수적이나 이에 대한 보고는 전혀 없는 실정이다.

References

1. Abe S, Yoshimura H, Nagaoka S, Monden N, Kinugasa S, Nagasue N, et al. Long-term results of operation for carcinoma of the stomach in T1/T2 stages: critical evaluation of the concept of early carcinoma of the stomach. *J Am Coll Surg* 1995;181:389-96.
2. Roukos DH. Current status and future perspectives in gastric cancer

- management. *Cancer Treat Rev* 2000;26:243-55.
3. Alberts SR, Cervantes A, van de Velde CJ. Gastric cancer: epidemiology, pathology and treatment. *Ann Oncol* 2003;14 Suppl 2:ii31-6.
 4. Yoshioka T, Yamaguchi K, Kubota K, Saginoya T, Yamazaki T, Ido T, et al. Evaluation of ¹⁸F-FDG PET in patients with advanced, metastatic, or recurrent gastric cancer. *J Nucl Med* 2003;44:690-9.
 5. Yun M, Lim J, Noh S, Hyung WJ, Cheong JH, Bong JK, et al. Lymph Node Staging of Gastric Cancer Using FDG PET; A Comparison Study with CT. *J Nucl Med* 2005;46:1582-8.
 6. Yun M, Kim HK, Kim HR, Kim TS, Cho A, Lee JD. Histopathologic features of adenocarcinomas of the stomach affecting FDG uptake on PET. *J Nucl Med (Abstract)*. 2006; 466P.
 7. Lee HJ, Yun M, Ko D, Ryu YH, Lee JD. Use of hydro-FDG PET in the detection of primary tumors of the stomach. *J Nucl Med (Abstract)*. 2005;424P.
 8. Yun M, Choi HS, Yoo E, 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.
 9. De Potter T, Flamen P, Van Cutsem E, Penninckx F, Filez L, Bormans G, et al. Whole-body PET with FDG for the diagnosis of recurrent gastric cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2002;29:525-9.
 10. Stahl A, Ott K, Weber WA, Becker K, Link T, Siewert JR, et al. FDG PET imaging of locally advanced gastric carcinomas: correlation with endoscopic and histopathological findings. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2003;30:288-95.
 11. Maruyama K, Okabayashi K, Kinoshita T. Progress in gastric cancer surgery in Japan and its limits of radicality. *World J Surg* 1987;11:418-25.
 12. 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.
 13. Kim SK, Kang KW, Lee JS, Kim HK, Chang HJ, Choi JY, et al. Assessment of lymph node metastases using ¹⁸F-FDG PET in patients with advanced gastric cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2006;33:148-55.
 14. Mochiki E, Kuwano H, Katoh H, Asao T, Oriuchi N, Endo K. Evaluation of ¹⁸F-2-deoxy-2-fluoro-D-glucose positron emission tomography for gastric cancer. *World J Surg* 2004;28:247-53.
 15. Gryspeerdt S, Clabout L, Van Hoe L, Berteloot P, Vergote IB. Intraperitoneal contrast material combined with CT for detection of peritoneal metastases of ovarian cancer. *Eur J Gynaecol Oncol* 1998;19:434-7.
 16. Low RN, Barone RM, Lacey C, Sigeti JS, Alzate GD, Sebrecths CP. Peritoneal tumor: MR imaging with dilute oral barium and intravenous gadolinium-containing contrast agents compared with unenhanced MR imaging and CT. *Radiology* 1997;204:513-20.
 17. Tanaka T, Kawai Y, Kanai M, Taki Y, Nakamoto Y, Takabayashi A. Usefulness of FDG-positron emission tomography in diagnosing peritoneal recurrence of colorectal cancer. *Am J Surg* 2002;184: 433-6.
 18. Turlakow A, Yeung HW, Salmon AS, Macapinlac HA, Larson SM. Peritoneal carcinomatosis: role of ¹⁸F-FDG PET. *J Nucl Med* 2003;44:1407-12.
 19. Ko D, Yun M, Lim J, Noh S, Ryu Y, Lee JD. Detection of peritoneal carcinomatosis in patients with gastric adenocarcinoma: Is PET more accurate than CT. *J Nucl Med (Abstract)* 2005;425P.
 20. Lim J, Yun M, Kim M, Hyung WJ, Park MS, Choi JY, et al. The role of CT and PET in stomach cancer: preoperative staging and monitoring of response to therapy. *Radiographics* 2006;26:143-56.
 21. Kinkel K, Lu Y, Both M, Warren RS, Thoeni RF. Detection of hepatic metastases from cancers of the gastrointestinal tract by using noninvasive imaging methods (US, CT, MR imaging, PET): a meta-analysis. *Radiology* 2002;224:748-56.
 22. 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.
 23. Tian J, Chen L, Wei B, Shao M, Ding Y, Yin D, et al. The value of vesicant 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography (¹⁸F-FDG PET) in gastric malignancies. *Nucl Med Commun* 2004;25:825-31.
 24. Jadvar H, Tatlidil R, Garcia AA, Conti PS. Evaluation of recurrent gastric malignancy with [F-18]-FDG positron emission tomography. *Clin Radiol* 2003;58:215-21.
 25. Yoo CH, Noh SH, Shin DW, Choi SH, Min JS. Recurrence following curative resection for gastric carcinoma. *Br J Surg* 2000;87:236-42.
 26. Ott K, Fink U, Becker K, Stahl A, Dittler HJ, Busch R, et al. Prediction of response to preoperative chemotherapy in gastric carcinoma by metabolic imaging: results of a prospective trial. *J Clin Oncol* 2003;21:4604-10.
 27. Stahl A, Ott K, Schwaiger M, Weber WA. Comparison of different SUV-based methods for monitoring cytotoxic therapy with FDG PET. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2004;31:1471-78.