

위암에서 ¹⁸F-FDG PET의 임상 이용

연세대학교 의과대학 신촌 세브란스 병원 핵의학과
윤미진 · 김태성 · 황희성

Clinical Application of ¹⁸F-FDG PET in Gastric Cancer

Mijin Yun, M.D.¹, Tae-Sung Kim, M.D.², and Hee-Sung Hwang, M.D.³

¹Division of Nuclear Medicine, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

²Research Institute and Hospital, National Cancer Center, Goyang, Korea

³Division of Nuclear Medicine, Hallym University Sacred Heart Hospital, Pyeongchon, Korea.

PET or PET/CT 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 diagnosis of 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 sensitivity for lymph node staging, the specificity 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 primary tumor is low, distant metastasis also tends to show low FDG uptake reducing its detection on PET. There are only a few data available in the evaluation of recurrence detection and treatment response using FDG PET or PET/CT. (Nucl Med Mol Imaging 2008;42(suppl 1):39-45)

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

서 론

과거 20년 동안 우리나라 암 사망률의 가장 큰 원인은 바로 위암이었으며 2000년 이후에는 폐암에 이어 2위를 차지하고 있다. 위암은 한국인 암 발생률 1위를 차지하는 암으로 인구 10만 명 당 남자 45.6명, 여자 27.4명이 매년 발생하고 있으며 남자의 발생률이 여자의 1.7배 정도 높고 남, 여 모두 35세 이후부터 본격적으로 발생률이 증가한다. 우리나라 국민은 태어나서 74세가 될 때까지 남자는 100명 중 9명이, 여자는 3~4명이 위암에 걸릴 수 있는 확률을 갖는 것으로 알려져 있다. 이에 40세 이상의 모든 성인에서 조기 발견과 조기 치료를 위한 내시경이나 방사선 검사 등을 이용한 적극적인 검진이 권장되

고 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 위암에서는 5년 생존율이 95%이상이지만 진행 위암에서는 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⁾

임상 문제(Clinical Problems)

1. 진단 및 감별 진단

PET은 조기 위암의 50% 미만, 그리고 진행 위암의 62-98% 정도를 발견한다. 우리나라와 같이 위암 유병율이 높고 조기 발견이 예후 결정에 중요한 지역에서는 내시경이나

• Address for reprints: Mijin Yun, M.D., Division of Nuclear Medicine, Yonsei University College of Medicine, 134 Shinchon-dong, seodaemun-gu, Seoul 120-752, Korea
Tel: 82-2-2228-6068, Fax: 82-2-312-0578,
E-mail: yunmijin@yuhs.ac

바륨 조영술과 같은 검사를 이용하여 조기 진단하는 것이 중요하며 PET은 조기 진단 및 감별 진단에 제한적이다.

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.

종양 자체의 국소 침범 범위를 평가하기 위해서는 뛰어난 공간 해상도를 갖는 해부학적 영상이 필수적이다. 그러나 해부학적 영상만으로는 원발 종양의 생물학적 차이를 평가하기 어려워 예후에 어떤 영향을 미치는지 예측할 수 없다. 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.⁴⁾ 즉, FDG 섭취 정도에 따른 환자의 생존 기간 및 예후 평가를 예로 들 수 있는데, 낮은 FDG 섭취를 보이는 원발 종양을 갖는 환자가 높은 FDG 섭취를 보이는 종양을 갖는 환자에 비해 예후가 좋다는 보고와 차이가 없다는 보고가 있다.^{5,6)} 현재 자료는 연구자마다 의견 차이가 있으나 예후와 관계가 없다는 쪽이 우세하다.

림프선 침범은 paraaortic lymph node 침범이 있는 경우를 제외하고는 절제 가능성에 끼치는 영향은 적으나 위암 수술 후 가장 흔한 재발 부위가 국소 부위로, 처음 수술 시 국소 부위의 수술 범위 정도가 재발과 환자의 생존에 영향을 미칠 수 있어 림프선 절제의 범위에 대해 수술 전에 정확히 평가할 수 있는 영상 방법이 절실하다.⁷⁾ 이를 위해서는 통상 CT (computed tomography)가 사용되어 왔으나 CT의 정확도는 순전히 림프절의 크기에 의존하여야 함으로 CT 만으로 림프선 절제 범위를 결정하는 것이 어렵다. 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 좀 더 연구가 필요하다.^{8,9)}

위암 환자에서 복막 전이는 매우 나쁜 예후를 뜻하는 것으로, 확립된 치료법이 없으며 수술 전에 발견하는 것이 어려워 불필요한 개복 수술을 하게 되는 가장 흔한 원인이다. 복막 전이 평가는 CT가 중요한 역할을 해왔으나 복막 전이의 크기, 위

치, 모양, 복수 유무, 내장 지방의 정도, 소장이나 대장 내 조영제 사용 유무 등에 따라 다양한 민감도를 보여, 복막 전이를 평가하는 데는 한계가 있다.^{10,11)} 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 있으나, 아직까지 확립된 역할은 규명되지 않은 상태이다.¹²⁻¹⁴⁾

원격 전이를 평가하는 방법으로는 복부 CT 외에, 흉부 단층 X-선 사진이나 CT, 전신 뼈 사진(WBBS, whole body bone scan)이 이용된다. 위암 원격 전이는 초진시에는 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 어려우며, 특히 골 전이의 경우 CT의 예민도는 일반적으로 높지 않다.¹⁵⁾ Kinkel 등에 의한 최근 보고에 의하면 colorectal, gastric, esophageal cancer의 간 전이를 평가하는 데 CT나 MR보다 FDG PET이 우수하다 하였으며 문헌이 많지 않아 정확도를 평가하기 어려우나 위암 원격 전이 발견을 위한 FDG PET의 역할 또한 희망적이라 생각된다.

이상에서 살펴 본 바와 같이 고식적인 위암 병기 결정에는 아직 문제가 많으며 이를 해결할 수 있는 새로운 영상 방법으로 FDG PET에 대한 충분한 검증이 필요하다. 위암의 경우 조기 위암과 진행 위암은 그 예후가 현저히 달라 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 그 역할을 해왔으나, 수술 후 정상 해부학적 구조에 변형이 오는 경우 재발암과 구별이 어렵다. 뿐만 아니라 재발 종양이 문합 부위 바깥쪽에 생긴 경우엔 내시경으로도 발견하기 어려운 경우가 많다.

Table 1. 위암 병기 결정 관련 문헌

연구저자명	계제 논문지명	출판 년도	국가	근거 의 수준	연구 기획 형태	연구 대상자 수	연구대상 자군의 특성 - 포함기준	연구대상자군 의 특성 - 인구학적 특성	PET 영상획득 방법	PET 판독기준	PET 진단능 분석 결과	기존 검사들의 진단능	질병 확정 기준	연구대상군에 미친 영향
Kim 등	Eur J Nucl Med	2006	한국	2++	전향적	73	병기 결정	진행 위암	감쇠보정을 한 일반적인 PET	육안적 분석 SUV>2.5	림프절전이 민감도/특이도 40/95%	CT 71/71%	수술	CT와 비교할 때 림프절전이진단에 특이도 높음
Mukai 등	Gastric cancer	2006	일본	2++	전향적	62	병기 결정	조기 위암 27 진행 위암 35	감쇠보정을 한 일반적인 PET	육안적 분석	암크기 3cm 이상 77%, 이하 17% 진행위암 83% 조기위암 26% 림프절전이 동반한 경우 79%, 동반하지 않은 경우 39% 장형 조기위암 44% 미관형 조기위암 0% 림프절전이 67.7%		수술	크기가 클수록 진단율이 높아짐 조기위암의 경우도 조직형에 따라 진단이 가능함
Lim 등	Radiographics	2006	한국	2++	문헌 고찰		병기 결정, 치료 효과 판정		감쇠보정을 한 일반적인 PET					T 병기, 림프 전이는 CT가 유용, 림파절은 CT가 예민하고 PET은 특이적. PET은 원격 전이, 재발, 치료 효과에 유용
Yun 등	J Nucl Med	2005	한국	2++	후향적	81	병기 결정	조기 위암 17 진행 위암 64 (signet ring 4)	감쇠보정을 한 일반적인 PET	Blinded SUV 육안적 분석	원발암 발견율 조기위암 47% 진행위암 98% 림파절 N1 58/89/69% N2 34/96/72% N3 50/99/95%	CT 원발암 발견율 조기위암 47% 진행위암 98% 림파절 N1 58/89/69% N2 44/86/69% N3 50/99/95%	수술, 음성인 경우 추적 관찰	림프절에 특이적이나 예민하지 못함
Chen 등	Cancer	2005	한국	2++	전향적	68	병기 결정	병기 1(10), 2(4), 3(29), 4(25)	감쇠보정을 한 일반적인 PET	육안적 분석 1 (정상) 2 (equivocal) 3 (비정상)	원발암 발견율 94% 림파절 56/92/63% 원격 전이 88/96/95% 복발전이 30/98/88%	CT 림파절 78/62/75% 원격전이 75/91/89% 복발전이 80/91/89%	조직학적 진단	15%에서 병기 결정에 유용 림파절에 특이도 높음
Buyyounouski 등	Clin Nucl Med	2005	미국	3		1	진단	signet ring 1	PET/CT				조직 생검	signet ring에 위음성 보일 수 있음
Weber 등	Semin Oncol	2004	독일	2++	문헌 고찰		병기 결정, 치료 효과 판정		감쇠보정을 한 일반적인 PET					복막 전이에 예민도 낮음 림파절에는 신뢰할 만한 검사 없음. 항암 요법 효과 판정에 유용함
Dehdashti 등	Semin Nucl Med	2004	미국	2++	문헌 고찰		병기 결정, 치료 효과 판정		감쇠보정을 한 일반적인 PET					병기 결정, 재발시 병기 결정, 치료 효과 판정에 유용한 지 평가하기에 자료 부족
Mochiki 등	World J Surg	2004	일본	2++	전향적	85	병기 결정	원발암 T1 (25), T2 (32), T3 (21), T4 (7), signet (7) 림파절 N1 (17), N2 (19), N3 (4)	감쇠보정을 한 일반적인 PET	정확치 없음 SUV max	원발암 예민도 75.2% 림파절 예민도 N1 18%, N2 42%, N3 75% SUV 4미만 생존율 높음	CT 림파절 예민도 N1 59%, N2 63%, N3 100%	수술	조기 위암과 림파절에 낮은 예민도. SUV는 생존율 예측에 도움
Tian 등	Nucl Med Com	2004	중국	2+	전향적	38	진단, 병기 결정	30 악성, 8 양성	감쇠보정을 한 일반적인 PET	원발암은 육안 분석 및 SUV 3 이상일 경우 악성 림파절은 국소 섭취 증가	원발암 발견율 83/88/84% (육안은 90/75/87%) CT/MR/US에 의해 저평가된 9명과 과평가된 2명을 정확히 진단	CT/MR/US 원발암 예민도 57/75/61%	수술, 조직 생검, 추적 관찰	병기 결정에 매우 유용함
Yoshioka 등	J Nucl Med	2003	일본	2+	전향적	42	병기 결정, 재발 병기 결정	36 병기 결정, 6 재발 병기 결정	감쇠보정을 한 일반적인 PET	육안 분석, ROC 분석, Max min SUV	원발암, 간, 림파절, 폐전이 발견에 유용하나 폐, 복막, 흉막 전이에 나쁨		조직 생검, 추적 관찰	진행 위암, 재발암에 유용. 폐, 복막, 흉막 전이에 나쁨
Stahl 등	EJNM	2003	독일	2+	전향적	40	병기 결정	국소 진행암	감쇠보정을 한 일반적인 PET	육안 분석, Ave SUV	원발암 예민도 intestinal 83%, diffuse 41%. SUV와 생존율은 무관			Diffuse type과 mucus containing 위암에 예민도 감소. SUV로 생존율 예측 안됨

Table 2. 위암 재발평가 관련 문헌

연구저자명	게제 논문지명	출판년도	국가	근거의 수준	연구 기획 형태	연구 대상자 수	연구대상자군의 특성 - 포함기준	연구대상자군의 특성 - 인구학적 특성	PET 영상 획득 방법	PET 판독기준	PET 진단능 분석 결과	기존 검사들의 진단능	질병 확정 기준	연구대상군에 미친 영향
Yun 등	J Nucl Med	2005	한국	2+	후향적	30	재발 의심 혹은 추적 관찰	signet (3), non-signet (27)	감쇠보정 한 일반적인 PET	육안 분석, SUV	물 먹은 경우 재발 예민도 및 특이도 향상 (88/92%)		조직 생검, 수술, 추적 관찰	물을 이용하여 잔류위의 재발 발견에 유용
Jadvar 등	Clin Radiol	2003	미국	2+	언급 없음	18	수술 후 환자	종양 표지자 증가 혹은 추적 관찰	감쇠보정 한 일반적인 PET	육안 분석	12 예에서 PET과 CT 소견 일치함. 4예의 불일치 경우 중 3예에서 PET이 정확, 나머지는 환자 사망		16명에서 추적 관찰, 2예에서 조직학적 확인	재발 위암 평가에 유용
De Potter 등	EJNM	2002	벨기에	2+	후향적	33	재발 의심 환자	Signet (5), nonSignet (9)	감쇠보정 한 일반적인 PET	육안 분석	재발 발견 예민도/특이도 (70/69%) FDG 섭취 낮은 환자가 생존율 높음		조직학적 확인, 추적 관찰	치료 후 추적 관찰에 적당하지 않음, 예후 예측에는 중요함.

Table 3. 위암 치료 효과 관련 문헌

연구저자명	게제 논문지명	출판년도	국가	근거의 수준	연구 기획 형태	연구 대상자 수	연구대상자군의 특성 - 포함기준	연구대상자군의 특성 - 인구학적 특성	PET 영상 획득 방법	PET 판독기준	PET 진단능 분석 결과	기존 검사들의 진단능	질병 확정 기준	연구대상군에 미친 영향
Di Fabio 등	Gastric cancer	2007	이탈리아	2++	전향적	22	항암 치료 효과 판정	전이위암	감쇠보정 한 일반적인 PET	SUVmax cutoff 35% change	항암치료 후 섭취의 변화가 큰 경우 질병악화까지의 기간이 유의하게 길다 (p=0.0016)		추적 관찰	항암제 효과 예측
Stahl 등	EJNM	2004	독일	2+	후향적	43	수술 전 항암 치료 1회 후	국소 진행암, FDG 섭취 낮은 암은 제외	감쇠보정 한 일반적인 PET	Ave SUV cut off 40% change	항암 효과 예측 정확도 80%		수술	항암제 효과를 조기에 평가하는 데 유용
Ott 등	J Clin Oncol	2003	독일	2+	전향적	35	수술 전 항암 치료 1회 후	국소 진행암, FDG 섭취 낮은 암은 제외	감쇠보정 한 일반적인 PET	Ave SUV cut off 35% change	반응하는 사람의 77%, 반응하지 않는 사람의 86% 예측, 반응하는 사람에서 생존 기간이 길다.		수술	수술 전 항암 치료의 효과를 조기에 평가할 수 있음, 반응하는 사람에서 생존 기간도 김.

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 방법으로 알려져 있다. 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 어렵다.

문헌 조사(Literature Review)

본 소고에서는 위에서 언급한 위암 진단과 치료에 있어서

의 임상적인 문제점과 연관된 FDG PET의 유용성을 평가하기 위해 현재까지 알려진 내용을 문헌 보고된 내용을 토대로 정리하였다. NIH의 pubmed database를 이용하여 초록에 "stomach cancer"와 "FDG"를 포함하는 모든 원저나 종설, 그리고 증례 보고를 선택한 다음, 병기 결정, 재발 평가 및 재발 시 병기 결정, 항암 요법 후 치료 효과 평가에 대한 결과를 포함하는 문헌만을 고찰하였다. 위암의 경우 FDG PET에 대한 자료가 충분하지 않음으로 필요에 따라 증례 보고를 포함하였고 증례의 경우 증례가 어느 정도 전체에 대한 대표성을 포함하며 기존의 원저의 내용과 합당한 지에 평가 기준을 두었다. 원위부 식도암과 분문부 위암을 함께 포함한 논문은 제외하였다.

1. 위암 병기 결정에 관련된 문헌

림프절 병기 결정에 있어 PET과 PET/CT의 역할은 보고가 제한적이며 2005년 윤 등이 81예의 환자를 대상으로 PET과 CT를 비교한 결과를 보면 PET, CT 모두 림프절 병기 결정에 아주 낮은 예민도를 보이거나 NI 림프절에 대해서는 CT가 PET보다 예민한 것으로 나타났다.⁸⁾ 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 도움을 줄 수 없으나 PET에서 N3 group, 특히 paraaortic 림프절이 보이는 경우 높은 특이도를 고려해 볼 때 수술 정도를 결정하는 데 기여할 것으로 사료된다. 또한 그 빈도는 약 10% 내외 이나 CT에서는 8mm 미만의 작은 크기를 갖으나 PET에서만 보이는 림프절 전이가 있어 이러한 경우 PET이 CT에 비해 추가적인 정보를 제공할 수 있다. Chen 등¹⁶⁾이 보고한 바도 비슷한 결과로 PET이 림프절 병기 결정에 특이도가 CT보다 높았으며 15%의 환자에서 병기의 변화를 초래하였다. Mochiki 등¹⁷⁾의 보고도 림프절에 대한 FDG PET의 낮은 예민도를 문제점으로 언급하였다.

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.¹⁸⁾ 흉막이나 복막 전이를 평가하는 데 있어서도 PET만으로는 특이도는 높으나 예민도가 아주 낮은 데, 이는 CT에서 예민도를 보완할 수 있다.¹⁴⁾ 특히 복막 전이의 경우 CT에서 의심되는 소견이 있는 경우 복강경에 의한 확인이 반드시 필요하리라 사료된다. Tian 등은 30명의 환자를 대상으로 발포제를 이용한 FDG PET을 시행하여 CT, MR, 또는 US에 의해 overstaged된 9명과 understaged된 2명에서 정확한 병기 결정에 영향을 주었음을 보고하였다. 원격 전이를 평가하는 데 있어 하나 고려해야 할 점은 원발 종양의 FDG 섭취를 들 수 있다. 원발 종양의 FDG 섭취가 낮은 경우 원격 전이 또한 낮은 FDG 섭취를 보여 잘 발견되지 않을 수 있다.^{6,19)}

2. 재발 평가 및 재발 시 병기 결정

수술 후 남아 있는 위에서 재발 여부를 평가하는 데 있어서 FDG PET의 역할에 대한 보고는 많지 않다. Jadvar 등²⁰⁾은 18명의 환자를 대상으로 한 연구에서 CT보다 PET을 이용하는 경우 재발 발견에 도움이 되었음을 보고하였다. 이와 달리 de Potter 등⁵⁾는 PET이 재발 환자 평가에 약 70%의 낮은 예

민도를 보이는 것으로 보고하였으나 원발암에 주로 signet ring cell이 많이 포함되어 있었으며 감쇄 보정하지 않은 PET을 이용한 데 문제점이 있었다. 더욱 큰 문제점은 PET은 생리적인 FDG 섭취가 잔여 위에 남아 있어 재발 여부 평가가 어려운 경우가 많다는 점을 고려하지 않았다. 윤 등²¹⁾의 보고에 의하면 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 보고하였다(예민도 88%). 이러한 방법이 유용하기는 하나 원발암의 FDG 섭취가 낮은 경우에는 역시 도움이 되지 않을 수 있다.

3. 항암 요법 후 치료 효과 평가

위암에 대한 항암제 치료 후 효과 평가에 대한 논문은 많지는 않으나, 독일의 한 그룹에서의 보고는 치료 후 FDG 섭취 정도는 조직학적 소견과 환자의 생존을 잘 반영하는 것으로 보고하였으며.^{22,23)} Di Fabio 등은 항암치료 후 FDG 섭취의 변화가 질병진행의 정도와 관련이 있다고 하였다.²⁴⁾

4. 기타 위암에서의 PET의 이용

원발 종양 평가에 있어 PET의 역할은 FDG 섭취 정도에 따른 환자의 생존 기간 및 예후 평가를 들 수 있다. 연구자마다 의견 차이가 있어 더 자세한 연구가 필요할 것으로 생각되지만, 낮은 FDG 섭취를 보이는 원발 종양을 갖는 환자와 높은 FDG 섭취를 보이는 종양을 갖는 환자의 예후가 차이가 없을 가능성이 높다.^{5,17)}

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 CT가 더 중요한 역할을 하며 이는 일부 위암이 낮은 FDG 섭취를 보임으로써 PET에서는 잘 발견되지 않을 수 있다는 데 이유가 있다. 위암의 조기 발견은 내시경이나 방사선 검사 등을 이용한 적극적인 검진이 권장되고 있다.

병기 결정 및 예후 예측(B)

위암의 TNM 병기 중 T를 결정하는 데는 고해상도의 해부학적 영상이 필요하다. 원발 종양 평가에 있어 PET의 역할은 FDG 섭취 정도에 따른 환자의 생존 기간 및 예후 평가를 들 수 있는데 이에 대해서는 아직 명확한 결론이 없다. 림프절 병

기 결정에 있어 PET, CT 모두 림프절 병기 결정에 아주 낮은 예민도를 보인다. 낮은 예민도에 비해 CT와 PET은 특이도가 상당히 높은 데, 특히 PET의 특이도가 CT에 비해 더 높은 경향이 있다. 따라서 CT 또는 PET에서 전이성 림프절이 보이지 않는 경우 현미경학적 전이 여부를 예측할 수 없어 림프절 절제의 범위를 결정하는 데 도움을 줄 수는 없으나 PET에서 N3 group, 특히 paraaortic 림프절이 보이는 경우, 높은 특이도를 고려해 볼 때 수술 정도를 결정하는 데 기여할 것으로 여겨진다. 또한 그 빈도는 약 10% 내외 이나 CT에서는 8mm 미만의 작은 크기이면서 PET에서만 보이는 림프절 전이도 있어 이러한 경우 PET이 CT에 비해 추가적인 정보를 제공할 수 있다. 원격 전이를 평가하는 데는 PET이 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 있어서도 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.

재발 평가 및 재발 시 병기 결정(C)

수술 후 남아 있는 위에서 재발 여부를 평가하는 데 있어서 CT는 수술에 의한 변화에 의해 정확도가 낮은 단점을 가지고 있다. PET을 시행할 시 잔여 위를 물로 채우는 방법을 사용하여 재발암을 발견하는 데 유용하다. 그러나, 이러한 방법도 원발암의 FDG 섭취가 낮은 경우에는 역시 도움이 되지 않을 수 있다. 기타 다른 부위의 재발암의 발견에 있어 PET과 CT의 역할은 초기 병기 결정에서 원격 전이에 대해 서술한 바와 크게 다르지 않다.

치료 효과 판정 및 예측(C)

위암에 대한 항암제 치료 후 효과 평가에 대한 논문은 아주 소수인데 치료 후 FDG 섭취 정도는 조직학적 소견과 환자의 생존을 잘 반영하는 것으로 보고되어 있다.

FDG PET은 다른 영상 검사에 비해 상대적으로 고가 장비로 위에서 언급한 위암 진단과 치료에 연관된 임상 문제를 해결하는 데 있어 검사의 비용 대비 효과에 대한 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. 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;9:192-6.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. Yun M, Lim JS, Noh SH, Hyung W, Cheong J, Bong J, et al. Lymph node staging of gastric cancer using (18)F-FDG PET: a comparison study with CT. *J Nucl Med* 2005;46:1582-8.
9. 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.
10. 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.
11. Low RN, Barone RM, Lacey C, Sigeti JS, Alzate GD, Sebrechts 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.
12. 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.
13. Turlakow A, Yeung HW, Salmon AS, Macapinlac HA, Larson SM. Peritoneal carcinomatosis: role of (18)F-FDG PET. *J Nucl Med* 2003;44:1407-12.
14. Ko D, Yun M, Lim J, Noh S, Ryu Y, Lee J. Detection of peritoneal carcinomatosis in patients with gastric adenocarcinoma: Is PET more accurate than CT. *Society of Nuclear Medicine (abstract)* 2005:p425.
15. Lim JS, Yun MJ, Kim MJ, Hyung WJ, Park MS, Choi JY, et al. CT and PET in stomach cancer: preoperative staging and monitoring of response to therapy. *Radiographics* 2006;26:143-56.
16. 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.
17. 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.
18. 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.
19. 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.
 20. 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.
 21. 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.
 22. 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.
 23. 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;31:1471-8.
 24. Di Fabio F, Pinto C, Rojas Llimpe FL, Fanti S, Castellucci P, Longobardi C, et al. The predictive value of 18F-FDG-PET early evaluation in patients with metastatic gastric adenocarcinoma treated with chemotherapy plus cetuximab. *Gastric Cancer* 2007; 10:221-7.