The Significance of PET-CT for detection of distant metastasis in advanced gastric cancer with perigastric infiltration

수술 전 복부 전산화 단층촬영에서 위 주위 조직 침윤을 보이는 진행성 위암에서 PET-CT의 의의

Department of Surgery, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea
Cheong Ah Oh, M.D., Dae Hoon Kim, M.D., Seung Jong Oh, M.D., Young Sik Bae, M.D., Min Gew Choi, M.D., Jae Hyung Noh, M.D., Tae Sung Sohn, M.D., Jae Moon Bae, M.D., Sung Kim, M.D.

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 외과학 교실 오정아, 김대훈, 오승중, 배영식, 최민규, 노재형, 손태성, 배재문, 김 성

초 록

목적 : 복부CT에서 위 주위 조직 침윤이 의심되는 진행성 위암 환자에게 PET-CT를 시행함으로써 림프절 전이, 다른 부위로의 원격 전이 예측에 있어 수술 전 PET-CT의 유용성을 평가하고자 하였다.

방법 : 2006년 9월에서 2007년 8월까지 위암으로 수술 예정인 환자 중 수술 전 복부CT 검사에서 위 주위 지방조직 침윤을 보이는 환자 101명을 대상으로 림프절 전이, 복막 파종, 다른 장기로의 원격 전이에 대한 PET-CT의 진단력을 조사하였다. 또한 이들 환자에서 원발 병소와 영역 림프절의¹⁸F-FDG 섭취 정도와 조직 병리학적 지표들과의 상관 관계를 조사하였다.

결과 : 림프절 전이, 복막 파종과 원격 전이를 발견 하는 능력에서는 PET-CT는 낮은 민감도와 높은 특이도를 보였다. 원발 병소와 영역림프절의¹⁸F-FDG 섭취 정도를 조직병리학적 지표들과의 연관성을 찾기 위해 시행한 다변량 분석에서, Borrmann type과 종양의 크기가 원발 병소와 영역 림프절의¹⁸F-FDG 섭취와 연관성을 보였다. 복막 파종 등으로 고식적 수술을 받은 군에서 원발 병소의¹⁸F-FDG 섭취가 적은 미만형, Borrmann type III형과 IV형의 분포 비율이 더 높았다.

결론 : PET-CT는 진행성 위암의 수술 전 림프절 전이 평가와 복막 파종을 발견 하는데 있어서 낮은 민감도로 인해 큰 의의를 가지지 못하는 것으로 생각한다. 복막 파종과 원격 전이에 있어 이런 제한된 민감도의 여러 원인 중에는 원발 종양에서 복막으로 파종된

세포와 원격 전이 세포들의 FDG 섭취 정도가 중요한 영향을 미칠 것으로 보인다.

중심단어 : 진행성 위암, PET-CT, 원격전이, 민감도, ¹⁸F-FDG 섭취

서 론

보건복지가족 부 중앙암등록본부에서 발표한 2003년에서 2005년까지의 암 발생률을 살펴보면, 위암은 국내 전체 암 중 18.3%로 가장 흔한 악성 종양이며, 남자에 있어 22%로 첫 번째, 여자에서는 유방, 갑상선 암에 이어 13.7%로 세 번째의 발생 빈도를 보였다.¹⁾ 위암치료 권고안에 의하면, 병기에 따라 적절한 치료법을 선택할 것을 제시하고 있고, 수술 방법에서 림프절 절제 범위는 수술 전 평가된 병소의 침윤 깊이와 전이 림프절의 유무에 따라 결정할 것을 권고 하고 있다.²⁾

따라서 위암의 수술 전 병기 판정은 치료 계획 즉 종양의 절제 가능성을 평가하는데 중요한 사항이고 특히 수술 전에 위암의 고형 장기로의 전이 발견은 불필요한 개복술을 피하는 등 적절한 치료 방침을 결정할 수 있도록 도와줄 수 있다.³⁾

위암의 진단에는 상부위장관조영술과 위내시경이 사용되어 왔는데 이는 병변 침윤의 깊이를 정확히 알 수 없고 주위로의 파급이나 전이를 알 수 없어 위내시경적 초음파 검사(EUS), 전산화단층촬영술(CT), 자기공명영상(MRI)등이 수술 전 위암 병기 결정에 사용되고 있다.⁴⁾

기존의 복부CT는 수술 전 위암의 병기 설정에 사용되는 가장 흔한 방법이지만, 종양의 크기나 모양으로 진단하기 때문에 일정 크기 이상의 병변만 발견할 수 있고, 양성종양이나 정상 조직과의 감

책임저자 : 손태성

135-170, 서울시 강남구 일원동 50번지 삼성서울병원 외과
Tel:02-3410-0498 Fax:02-3410-6981 E-mail:ts.sohn@samsung.com
접수일 : 2010년 11월 20일 ; 게재승인일 : 2010년 12월 23일

별이 어려울 수 있으며 원격 림프절 전이나 크기가 작은 원격 전이 결절의 진단률이 낮다.⁵⁾ 특히 수술 전 시행되는 복부CT에서 복막 전이 여부는 결절의 크기, 위치, 형태, 복수 여부, 복강 내 지방 조직의 양, 조영의 적절성 등에 따라 발견되는 정도가 다양하며 수술 후에야 진단되는 경우가 많아, 복부CT는 복막전이를 정확히 평가하는 데는 한계가 있다.⁶⁾

양전자방출단층촬영(¹⁸F-FDG PET, fluoro-2-deoxyglucose positron emission tomography)과 전산화 단층촬영(computed tomography, CT)을 결합한 PET-CT는 PET을 통해서 종양의 기능적 정보를 얻고 CT에서는 형태학적 정보를 얻을 수 있다는 장점을 가지고 있다.⁷⁾ PET-CT의 판독은 정상 조직의 다양한 ¹⁸F-FDG 섭취를 고려한 표준 섭취계수(standardized uptake value, SUV)의 측정으로 당 대사 정도를 평가하여 양성 종양과 악성 종양의 감별에 도움을 받고 있고, 이의 경계로 SUV max 2.0-2.5 정도가 제안되고 있다.⁷⁾

PET-CT가 종양의 악성도 평가, 예후 평가, 병기 결정 및 치료 방침 결정, 치료 효과 조기 판정, 재발 여부 평가 등에 유용한 진단 검사 방법으로 인식되고 있지만,⁸⁾ 다양한 민감도와 특이도는 이 검사의 활용에 제한을 주고 있어, Dassen등⁹⁾은 PET-CT가 위암의 수술 전 진단에 도움을 주지 못한다고 주장하고 있고, Mukai등¹⁰⁾은 수술 전 진단에 도움을 준다고 주장하고 있어 위암 환자의 수술 전 진단에서 PET-CT의 역할은 아직 명확히 정립되지 않았다.

이에 저자들은 수술 전 복부CT에서 위 주위 조직 침윤이 의심되는 경우 비정상적인 대사활동 여부를 평가할 수 있는 PET-CT를 시행함으로써 림프절 전이, 다른 부위로의 원격 전이 여부에 대한 PET-CT진단 능력에 대해 평가하고자 하였다. 또한 이들 환자에서 원발 병소와 영역 림프절의 ¹⁸F-FDG 섭취 정도의 차이가 PET-CT의 진단력에 미치는 영향을 조사하였다.

대상 및 방법

2006년 9월부터 2007년 8월까지 삼성서울병원에서 위내시경을 통해 위암을 진단 받고 수술 예정인 환자 중 수술 전 복부CT 검사에서 위 주위 조직 침윤을 보이는 환자를 101명을 대상으로 본 연구를 시행하였다. 그러나, 위 천공이나 출혈 등으로 응급 수술이 필요하여 검사 진행이 불가능한 경우, 기타 다른 원인으로 ¹⁸F-FDG PET 검사의 진행이 불가능한 경우는 제외하였다.

¹⁸F-FDG PET 촬영 방법은 다음과 같이 시행되었다. 환자는 ¹⁸F-FDG를 주사하기 전 6시간 이상 금식을 하였고 전 처치를 위한 약제는 없었으며, 당뇨병이 있는 경우 혈당을 검사하여 금식에 의한

저 혈당을 예방하고 환자가 복용하던 약제는 검사에 지장이 없는 이상 중단하지 않았다. ¹⁸F-FDG 10mCi를 정맥 주사 후 약 45분간 휴식을 취하고 테이블로 옮긴 후, 스캔 범위를 결정한 다음 스캔을 시행을 시행했고, 소요되는 시간은 약 30분 정도였다. ¹⁸F-FDG PET의 판독은 연구의 포함 여부에 대한 정보가 없는 2명 이상의 핵의학 전문의와 방사선학 전문의가 각각 판독하였고, 이 때 각각의 검사를 판독하는 전문의는 서로 다른 검사의 판독을 참고하지 않고 판독하게 되었다.

복부CT에서 영역 림프절 전이는 원발병소와 관련된 림프절 중 그 크기가 장경 1cm 이상이거나, 그 이하의 크기에서는 장경 0.7cm 이상, 3개 혹은 그 이상의 림프절 군집형태로 있을 경우에 양성으로 판독하였다.

PET-CT에서는 방사능(¹⁸F-FDG 10mCi)의 조직 섭취량을 단위 체중당 주사량으로 나누어 표준화 섭취계수(Standardized uptake value, SUV)를 구하였고, 위 병변의 SUV가 2.5 이상인 경우 증가된 섭취로 간주하였고, 림프절 전이도 원발 병소와 관련된 림프절 중 SUV가 2.5 이상인 경우 양성으로 하였고,¹¹⁾ 여러 개의 전이가 의심된 림프절들은 그 평균값을 대표 값으로 표시했다. 원격 전이나 복막 파종은 주변 조직에 비하여 현저히 높은 섭취율을 보이는 경우에 양성으로 판정하였다.

위암의 병기 분류는 제 6판 UICC (International Union Against Cancer) TNM 분류법¹²⁾을 이용하였다. 조직학적 분류는 Lauren 분류와 JGCA (Japanese classification of gastric carcinoma) system, Borrmann 분류로 분석하였다.¹³⁾

영역 림프절, 복막 전이와 다른 장기로의 원격 전이 여부 등에 대한 복부CT와 PET-CT의 판정에 대한 정확도를 파악하고자, 수술 후 조직검사결과로 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도를 조사하였다. 근치적 수술을 받은 군과 원격 림프절, 복막 전이와 다른 장기로의 원격 전이로 진단적 개복술 혹은 고식적 수술을 받은 군에서 ¹⁸F-FDG 섭취에 영향을 줄 수 있는 병리 조직학적 차이가 있는지 조사하였다. 또한 T 병기, N 병기, 세포 조직형, 종양의 크기와 원발 병소와 영역 림프절의 PET-CT SUV 간의 상관관계를 조사하였다. T 병기와 N 병기는 근치적 수술을 시행 받은 환자에서만 조직 병리 검사가 가능하기 때문에 근치적 수술 받은 78명의 환자들만을 대상으로 연구를 시행하였다.

본 연구는 전향적인 연구로 삼성서울병원 IRB 승인 후 연구되었으며, 모든 환자들로부터 동의를 득한 후 연구를 진행하였다.

자료의 분석은 software package PASW 17.0 통계프로그램을 이용하여 Two-sample t-test, Kruskal-Wallis rank sum test,

Fisher's exact test(chi-squared), Spearman's rank correlation coefficient를 이용하여 분석하였다. P값이 0.05미만인 경우 통계학적으로 유의하다고 판정하였다.

결 과

1) 임상병리학적 특성

전체 환자 중 78명이 근치적 목적으로 위 절제술 및 D2 이상의 림프절 절제술을 시행 받았고, 18명은 고식적 수술을 받았고, 5명은 진단적 개복술을 받았다 (Table1). 개복 시 복막 파종은 난소성 전이암인 크루켄 베르크 종양1례를 포함한 15명의 환자에서 발견되었고, 이들 중 5명이 진단적 개복술을 시행 받았고, 9명은 고식적 위 공장 문합술, 나머지 1명은 고식적 위 절제술을 받았다. 그밖에 원격 전이로 5예가 있었는데, 혈행성 전이로는 간 전이 3예가 있었고, 림프절 전이로 경부 림프절 전이2예가 있었다. 원격 전이는 없었지만 인접 장기로의 직접적 침투 3예가 있었다. 이들 8명은 모두 고식적 위 절제술을 시행 받았다. 경부 림프절 전이는 수술 전에 시

행된 PET-CT에 의해 진단되었고 초음파 유도 하 세침 흡입 검사에서 확인 되었다.

수술 전 진단을 위한 복부 전산화 단층 촬영(CT)에서 위 주위 조직 침윤을 보이는 환자, 즉 국소적으로 진행된 위암의 환자를 대상으로 연구를 시행하였지만, 수술 후 진단된 병리 조직 검사의 병기에 의하면, stage IA가 4예, stage IB가 15예가 있었다. 그 밖에 stage II가 18예, stage IIIA가 17예, stage IIIB가 10명, stage IV가 37예였다.

근치적 수술을 받은 78명의 환자와 복막 파종과 원격전이로 고식적 수술과 진단적 개복술을 받은 23명의 환자에서 임상병리학적 특성을 살펴보면, 미만형, Borrmann type III, IV의 분포 비율이 후자에서 더 높았다.

2) 림프절 전이와 복막 전이 및 원격 전이에 대한 PET-CT의 진단력

근치적 수술을 시행 받은 78명의 환자들에서만 조직학적 림프절 병기 판정이 가능하여, 이들을 대상으로 하여, 복부 CT와 PET-CT

Table 1. Clinicopathologic characteristics of patients (n=101)

		Curative surgery (n=78)		Non-curative surgery* (n=23)		P-value
		No. (%)	Mean $\pm$ SD	No. (%)	Mean $\pm$ SD	
Age (years)			56.9 $\pm$ 11.6		54.2 $\pm$ 9.5	0.309†
Gender(M/F)		53/25		15/8		0.806‡
Histological classification§	TAC	25 (32)		3(13)		0.247‡
	PAC	32(41)		12(52)		
	SRC	19(24)		8(35)		
	MAC	2(3)		0(0)		
Lauren classification	Intestinal	31(40)		3(13)		0.050‡
	Diffuse	42(54)		17(74)		
	Mixed	5(6)		3(13)		
Borrmann type	I	3(4)		0(0)		0.006‡
	II	16(20)		2(9)		
	III	45(58)		10(43)		
	IV	10(13)		11(48)		
	V	4(5)		0(0)		
Tumor location	Upper 1/3	16		4		0.156
	Middle 1/3	22		7		
	Lower 1/3	35		7		
	Whole	5		5		
Tumor SUV			8.2 $\pm$ 5.5		7.3 $\pm$ 4.5	0.632†
LN SUV			2.2 $\pm$ 4.3		2.7 $\pm$ 4.0	0.440†

* It included open and closure (n=5), gastrojejunostomy without gastrectomy (n=9), and gastrectomy (n=9).

† Two sample t-test

‡ Fisher's exact test(chi-squared)

§ According to JGCA (Japanese Gastric Cancer Association) system SD=standard deviation; JGCA=Japanese Gastric Cancer Association; TAC=Tubular adenocarcinoma; PAC= Poorly differentiated adenocarcinoma; SRC =Signet-ring cell carcinoma; MAC=Mucinous carcinoma; SUV= Standardized uptake value; LN=Lymph node

Table 2. Comparison of PET-CT and CT in the detection of lymph node metastasis, and peritoneal metastasis including distant metastasis

Detection	Imaging type	Sensitivity (%)	Specificity (%)	PPV* (%)	NPV† (%)
Lymph node metastasis	PET-CT	34	94	95	27
	CT	73	31	80	23
Peritoneal metastasis / distant metastasis‡	PET-CT	22	96	67	79
	CT	30	93	57	80

*PPV= positive predictive value

† NPV=negative predictive value

‡Distant metastasis: peritoneal carcinomatosis=14, liver metastasis=3, cervical LN metastasis=2,Krukenberg tumor=1

Table 3. Correlation of T stage, N stage and histopathological characteristics with Tumor SUV or LN SUV of PET-CT

	N (%)	Tumor SUV		LN SUV	
		Mean ±SD	P-value	Mean ±SD	P-value
T stage			0.022*		0.644*
T1,T2	3(4),38(49)	9.6 ±6.1		2.5 ±4.9	
T3,T4	27(35),10(12)	6.8 ±4.4		2.0 ±3.5	
N stage			0.391 †		0.003 †
N0	16(20)	10.4 ±6.3		0.84 ±3.3	
N1	27(35)	7.1 ±4.4		3.4 ±0.6	
N2	24(31)	8.4 ±6.1		4.9 ±1.0	
N3	11(14)	7.5 ±4.9		4.6 ±1.4	
Histological classification‡			0.006 †		0.263 †
TAC	25(32)	10.8 ±5.4		5.1 ±4.3	
PAC	32(41)	8.2 ±5.5		4.2 ±0.7	
SRC	19(24)	5.3 ±1.1		2.3 ±0.5	
MAC	2(3)	6.4 ±0.7		0	
Lauren classification			0.002 †		0.007 †
Intestinal	31(40)	10.3 ±5.2		4 ±5.2	
Diffuse	42(54)	6.3 ±4.7		2.9 ±0.5	
Mixed	5(6)	11.9 ±7.8		1.6 ±0.8	
Borrmann type			0.045 †		0.622 †
I	3(4)	17 ±8.8		5.2 ±9.1	
II	16(20)	7.8 ±5.2		4.3 ±1.1	
III	45(58)	8.3 ±4.7		4.2 ±0.6	
IV	10(13)	7.2 ±7.1		3.6 ±1.13	
V	4(5)	4.9 ±3.7		0	

* Two sample t-test or Mann-Whitney test

† ANNOVA or Kruskal-Wallis test

‡According to JGCA(Japanese Gastric Cancer Association) system; SD=standard deviation; SUV= Standardized uptake value; LN=Lymph node; TAC=Tubular adenocarcinoma; PAC= Poorly differentiated adenocarcinoma; SRC =Signet-ring cell carcinoma; MAC=Mucinous carcinoma

의 림프절 전이 유무를 수술 후의 조직 병리검사 결과와 비교 했다. 조직 병리검사에서 림프절 전이는 62(80%)명의 환자에서 진단되었다. 수술 전 검사로 복부 CT에서 림프절의 크기가 의미 있게 커져 림프절 전이가 의심된 경우는 56(72%)예였다. PET-CT에서는 영역 림프절에 ¹⁸F-FDG 섭취 증가로 전이가 의심된 경우는 22(28%)

예였다. PET-CT의 림프절 전이 결정의 민감도는 복부 CT의 민감도보다 낮았으나, 특이도에서는 복부 CT보다 높았다 (Table 2).

개복 후, 복막 파종 및 원격 전이는 20(20%)명의 환자에서 발견되었으며, 복부 CT에서 진단된 원격 전이 및 복막 파종은 총 11예였다. PET-CT에서는 6예가 진단되었다. 복막 파종 및 원격 전이의

Table 4. Correlation of T stage, N stage and Histopathological characteristics with Tumor SUV / LN SUV of PET-CT by Multiple logistic regression analysis

Variables	Tumor SUV	LN SUV
	P-value	
T Stage		
T1/T2 vs T3/T4	0.09	0.91
LN stage		
N1 vs. N0	0.78	0.44
N2 vs. N0	0.91	0.48
N3 vs. N0	0.34	0.37
Histological classification*		
PAC vs. TAC	0.69	0.91
SRC vs. TAC	0.19	0.90
MAC vs. TAC	0.24	NS
Lauren classification		
Intestinal vs. Mixed	0.14	0.19
Diffuse vs. Mixed	0.69	0.30
Borrmann type		
II vs. I	0.03	0.05
III vs. I	0.02	0.05
IV vs. I	0.01	0.03
V vs. I	0.05	NS
Diameter	0.02	0.03

* According to JGCA (Japanese Gastric Cancer Association) system SUV= Standardized uptake value; LN=Lymph node; SD=standard deviation; TAC=Tubular adenocarcinoma; PAC= Poorly differentiated adenocarcinoma; SRC=Signet-ring cell carcinoma; MAC=Mucinous carcinoma; NS=none specific

진단에 있어서는 복부 CT와 PET-CT 민감도가 모두 낮았다.

복부 CT에서 원격 전이를 발견하지 못했으나 PET-CT를 통해 발견한 경우는 3예였다. 원격 전이 병소로는 간 전이 1예와 경부 림프절 전이 2예가 있었다. 복부 CT와 PET-CT 두 가지 검사에서 모두 발견된 경우는 2예로 간 전이와 동시에 복부 대동맥 주면 림프절 전이를 발견한 1예, 나머지 한 예는 난소의 크루켄 베르크 종양이었다.

3) T, N 병기, 세포 조직형, 세포 크기와 PET-CT의 ^{18}F -FDG 섭취율(SUV)과의 상관 관계

근치적 수술을 시행 받은 78명의 환자들에서 PET-CT의 원발 병소의 ^{18}F -FDG 섭취율은 T1, T2 병기, 위샘암종, 미만형의 조직형, Borrmann type I형에서 높았다. N 병기가 증가 될수록 림프절에서의 ^{18}F -FDG 섭취율이 증가하는 경향을 보였지만, 세포 조직형과 Borrmann type은 림프절의 ^{18}F -FDG 섭취율에 유의한 영향을 미

치지 않았다(Table 3). 근치적 수술을 시행 받은 78명의 환자들의 평균 종양의 크기는 7.6 ± 3.5 cm이었다. 종양의 크기와 PET-CT의 위 조직 ^{18}F -FDG 섭취율과 림프절 섭취율의 spearman 상관관계 분석에서는 통계적 유의한 관계는 보이지 않았다. ($p=0.420$, $p=0.666$)

그러나, 다변량 분석에서는 Borrmann type과 종양의 크기는 원발 병소와 영역 림프절의 ^{18}F -FDG 섭취율과 유의한 상관관계를 보였다(Table 4).

고 찰

위암의 치료는 영역림프절 절제술을 포함해서 근치적 절제술에 의해서만 이루어 질 수 있으나, 림프절 전이가 있을 경우에는 예후가 나쁘고 위암 재발률이 높다. 따라서 생존에 영향을 미치지 못하는 치료를 피하기 위한 수술 전 정확한 병기 결정으로 종양의 절제 가능성을 평가하는 것이 중요하다. 정확한 병기 결정을 위한 영역 림프절 절제술의 치료 가치에 있어서는 다소의 논란이 있지만, 수술 전 영역림프절 전이를 판단하는 것은 불필요한 수술 확대를 막을 수 있고 정밀한 치료 지침을 결정하는데 많은 도움이 될 것이다.¹⁴⁾

PET-CT의 진단적 유용성은 두 경부 종양, 폐암, 대장암, 식도암에서는 입증되었지만 위암에서는 그 유용성이 아직 불분명하다.¹⁰⁾ 위암의 진단에서 PET-CT의 민감도는 조기 위암과 진행성 위암에서 다르지만, 여러 연구들에서는 민감도를 60~94%로 보고 있다.¹⁵⁾ PET의 위암 진단에서 상대적으로 낮은 진단율을 보인 이유는 위암이 위벽을 따라 평면적으로 병소가 형성된 경우 부분용적효과나 연동운동 등에 의해 예민도가 낮아졌을 가능성이 있고, 또한 위점막의 비특이적 FDG 섭취와, 위암의 다양한 FDG 섭취 양상이 진단율을 떨어지는 요인이 될 수 있다.¹⁶⁾

본 연구에서는 PET-CT의 림프절 전이를 발견하는 능력에서 민감도가 34%로 제한된 능력을 보인 반면, 특이도는 94%로 높았다. 다른 연구^{14,15,16,18)}에서도 PET-CT의 낮은 민감도에 비해 특이도가 상당히 높은 특성을 보고 하고 있다.

Chen 등¹⁹⁾에 의하면, PET-CT의 영역 림프절을 발견 하는데 있어서 민감도가 낮은 것은 PET CT의 제한된 공간적 해상도, 즉 불분명한 해부학적 경계선에 기인한다고 하였다.

본 연구에서는 종양의 직경과 Borrmann type형이 림프절의 ^{18}F -FDG 섭취율과 유의한 상관관계를 보였는데, 림프절의 ^{18}F -FDG 섭취율이 적은 non-Borrmann type I군이 근치적 수술을 시행한 환자의 97%를 차지하고 있어, 섭취율 증가시킬 수 있는 요인들에 대해 상세효과를 보였을 가능성이 있고, 이는 다양한 FDG

섭취 양상이 결국은 진단율을 떨어뜨리는 요인으로 작용했을 것으로 생각된다.

본 연구에서 PET-CT는 복막 파종과 원격 전이를 발견하는 능력이 낮은 것을 알 수 있었다. Lim등⁵⁾에 의하면, 위암 환자에서 PET-CT가 복막 전이를 수술 전에 발견 하는데 있어서 비교적 낮은 민감도와 관련된 제한 점을 다음과 같이 설명하고 있다. 첫째, PET-CT의 공간적 해상도가 낮기 때문이고, 둘째, 위암에 의한 ¹⁸F-FDG 섭취율은 세포분화도에 따라 다양한 결과를 보여 주는데, 즉 점액성 선암과 반지세포암, 미분화암은 ¹⁸F-FDG 섭취율이 낮은데, 복막 전이 환자에서 세포 분화도의 대부분은 ¹⁸F-FDG를 적게 섭취하는 미분화암이나 반지세포암이기 때문이라고 보고 하고 있다. 세 번째, PET-CT은 복막전이의 가장 흔한 발견물인 복수를 발견 할 수 없다는 점이다. 본 연구에서도 단변량 분석에서 반지세포암, 점액성 선암에서 분화암보다 섭취율이 유의하게 낮았고, 미만형이 장형보다 섭취율이 낮았다.

위암의 PET-CT에서 Lauren의 분류에 따른 조직형과 ¹⁸F-FDG 섭취 정도 사이의 연관성에 대한 한등⁹⁾의 연구에 의하면, 미만형 위암에서 섭취율이 유의하게 낮게 나타났는데, 그 이유는 미만형 위암에는 점액소(mucin) 성분이 많기 때문이라고 하였다. 종양의 ¹⁸F-FDG 섭취에는 Glut-1(glucose transporter-1)이 관여하는 것으로 알려져 있으며, 점액소 성분이 많은 반지세포 또는 점액 위암에서는 Glut-1의 발현이 낮다고 보고 하였다.²⁰⁾ 본 연구에서도 미만형이 장형보다 섭취율이 낮았다.

윤³⁾은 기존의 방법으로 진단이 어려운 종양 세포 밀도가 낮은 Bormann type IV는 여러 번의 조직 생검으로도 확진이 되지 않은 경우가 많은데, 이러한 형태는 PET에서도 낮은 섭취를 보여 PET이 진단에 중요한 역할을 하지 않다고 했다.

병기에 따른 ¹⁸F-FDG 섭취율에서 한등¹⁵⁾의 연구에 의하면, FDG의 섭취 정도가 침범 깊이가 근육층 이상일 경우가 점막이나 점막 하층에 국한 된 경우보다 유의하게 높았다. 상이하게 본 연구에서는 T1, T2병기에 비해 T3, T4 병기에서 PET-CT의 원발 병소의 ¹⁸F-FDG 섭취율이 낮았다. 각 병기의 조직 세포형 분포 비율을 살펴보면, T1, T2병기에서는 장형이 54%, 미만형이 39%, 혼합형이 7%의 분포도를 보인 반면, T3, T4 병기에서는 장형이 30%, 미만형이 65%, 혼합형이 5%였다. 이러한 차이는 병소의 ¹⁸F-FDG 섭취율에 영향을 미치는 여러 요인, 즉 조직형, 침범 깊이, 크기의 영향의 종합적인 결과로 T1, T2보다 T3, T4에서 FDG 섭취율이 낮은 것으로 생각된다.

병변 크기에 관해서는 한등¹⁵⁾의 연구에서도 병변의 크기를 3 cm

를 기준으로 FDG 섭취량을 비교하였는데, 크기가 3 cm 이상일 때가 그 미만일 때보다 FDG가 유의하게 높았다. 본 연구에서도 근처적 수술을 시행 받은 환자들을 대상으로 시행한 다변량 분석에서 병변의 크기와 섭취 결과는 유의한 양의 상관관계를 보였다.

결론

수술 전 CT에서 위 주위 지방조직 침윤이 의심되는 경우, PET-CT를 시행함으로써 복막 파종, 다른 부위로의 원격 전이 여부에 대한 진단력을 평가할 때, PET-CT 역시 낮은 민감도로 인해 큰 의의를 가지지 못하는 것으로 생각한다. 이런 낮은 민감도의 여러 원인 중에서 원발 종양에서 복막으로 파종된 세포와 원격 전이가 된 세포들의 FDG 섭취 정도가 중요한 영향을 미칠 것으로 보인다.

병변부위의 FDG 섭취율을 향상 시키는 방법을 간구하여 민감도를 향상시키고 섭취율과 조직 형에 따른 유의한 상관관계에 대한 연구가 축적되면, 위암 진단에는 낮은 예민도 때문에 비록 보조적인 역할을 할 수밖에 없지만, 조직병리학적으로 따라 상이한 예후 차이를 보이는 위암에서 환자의 예후 예측 수단으로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

REFERENCES

1. The Information Committee of the Korean Gastric Cancer Association. 2004 Nationwide gastric cancer report in Korea. J Korean Gastric Cancer Assoc 2007; 7:47-54.
2. Yokota T, Ishiyama S, Satio T, Teshima S, Shimotsu M, Yamauchi H. Treatment strategy of limited surgery in the treatment guidelines of gastric cancer in Japan. Lancet Oncol 2003; 4:423-428.
3. Yun MJ. Role of F-18 FDG PET or PET/CT in the evaluation of gastric cancer. Nucl Med Mol Imaging 2006; 40:141-147.
4. Lee DH, Ko YT, Yoon Y. Spiral CT of the gastric adenocarcinoma. J Korean Radiol Soc 1997; 37:123-128.
5. Lim JS, Kim MJ, Oh YT, Kim JH, Hwang HS, Park MS, Cha SW, Lee JD, Noh SH, Yoo HS, Kim KW. Comparison of CT and ¹⁸F-FDG PET for detecting peritoneal metastasis on the preoperative evaluation for gastric carcinoma. Korean J Radiol 2006; 7:249-256.
6. Gyspeerdts 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; 19:434-437.
7. 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; 28:247-253.

8. Bar-Shalom R, Valdivia AY, Blafox MD. PET imaging in oncology. *Semin Nucl Med* 2000; 30:150-185.

9. Dassen AE, Lips DJ, Hoekstra CJ, Puijt JFM, Bosscha K. FDG-PET has no definite role in preoperative imaging in gastric cancer. *Eur J Surg Oncol* 2009; 1-7.

10. 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.

11. Cheon GJ, Kim BI, Lim SM. Role of PET scan in gastric cancer as a diagnostic tool. *J Korean Gastric Cancer Assoc* 2002; 2:184-190.

12. Sobin LH, Wittekind Ch, Eds. International Union Against Cancer (UICC): TNM Classification of Malignant Tumors. " 6th ed. New York: Wiley-Liss; 2002.

13. Japanese Gastric Cancer Association. Japanese classification of gastric carcinoma-2nd English edition. *Gastric Cancer* 1998; 1:10-24.

14. Park SH, Cho MS, Ryu H, Bae KS, Kim IY, Kim DS. The diagnostic utility of PET-CT for the preoperative evaluation of lymph node metastasis in gastric cancer patients. *J Korean Gastric Cancer Assoc* 2008; 8:150-255.

15. Han EJ, Choi WH, Chung YA, Kim KJ, Maeng LS, Sohn KM, Jung HS, Sohn HS, Chung SK. Comparison between FDG uptake

and clinicopathologic and immunohistochemical parameters in preoperative PET/CT scan of primary gastric carcinoma. *Nucl Med Mol Imaging* 2009; 43:26-34.

16. Cheon GJ, Kim BI, Lim SM. Role of PET scan in gastric cancer as a diagnostic tool. *J Korean Gastric Cancer Assoc* 2002; 2:184-190.

17. Sun L, Su XH, Guan YS, Pan WM, Luo ZM, Wei JH, Wu H. Clinical role of 18 F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography in post-operative follow up of gastric cancer: Initial results. *World J Gastroenterol* 2008; 7; 14:4627-4632.

18. Park SY, Bae JM, Kim SW, Kim SW, Song SK. Effectiveness of positron emission tomography in the pre-operative staging of gastric cancer. *J Korean Gastric Cancer Assoc* 2009; 9:110-116.

19. Chen J, Cheong JH, Yun MJ, Kim J, Lim JS, Hyung WJ, Noh SH. Improvement in Preoperative Staging of Gastric Adenocarcinoma with Positron Emission Tomography. *Cancer* 2005; 103:2283-2290.

20. Kawamura T, Kusakabe T, Sugino T, Watanabe K, Fukuda T, Nahomoto A, et al. Expression of glucose transporter-1 in human gastric carcinoma: association with tumor aggressiveness, metastasis, and patient survival. *Cancer* 2001; 92:634-641.

The Significance of PET-CT for detection of distant metastasis in advanced gastric cancer with perigastric infiltration

Department of Surgery, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea
**Cheong Ah Oh, M.D., Dae Hoon Kim, M.D., Seung Jong Oh, M.D., Young Sik Bae, M.D., Min Gew Choi, M.D.,
Jae Hyung Noh, M.D., Tae Sung Sohn, M.D, Jae Moon Bae, M.D., Sung Kim, M.D.**

Abstract

Purpose: The aim of this study was to evaluate the diagnostic value of ^{18}F -FDG PET for detecting nodal metastasis, distant metastasis and peritoneal metastasis in patients with advanced gastric cancer with perigastric fat infiltration and to identify histopathologic parameters that may affect FDG uptake of primary tumor and regional LN among these patients

Materials and Methods: From September 2006 to August 2007, 101 patients diagnosed with gastric cancer by gastrofiberscopic biopsy and shown as having findings of perigastric fat infiltration on CT were enrolled. The sensitivities, specificities, positive predictive value, and negative predictive value of PET-CT were evaluated in the detection of nodal metastasis and peritoneal metastasis. In cases with perceptible FDG uptake in primary tumor and regional lymph node, the standardized uptake value (SUV) was calculated. The clinicopathologic results such as depth of invasion (T stage), tumor size, lymph node metastasis, tumor histological type, Lauren classification were reviewed.

Results: PET-CT had a lower sensitivity in detecting of nodal metastasis and peritoneal metastasis. Borrmann type and tumor diameter was related to the degree of FDG uptake in primary tumor and regional lymph node.

Conclusions: It might be concluded that PET-CT has little role in the detection of nodal metastasis and peritoneal metastasis due to its low sensitivity.

Key Words : Gastric cancer, PET-CT, FDG uptake

Correspondence : Tae Sung Sohn, M.D

Department of Surgery, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, 50, Irwon-dong, Gangnam-gu, Seoul 135-170 Korea

Tel: (+82)-2-3410-0498 Fax: (+82)-2-3410-6981 E-mail: ts.sohn@samsung.com

Received : November 20, 2010 ; **Accepted :** December 23, 2010