

양전자단층촬영술을 이용한 식도암의 병기 결정 성적 향상

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 핵의학과, 진단방사선과¹, 흉부외과²
 김영환 · 최준영 · 이경수¹ · 최용수² · 이은정 · 정현우 · 이수진 · 이경한 · 심영목² · 김병태

Improved Clinical Staging of Esophageal Cancer with FDG-PET

Young Hwan Kim, MD, Joon Young Choi, MD, Kyung Soo Lee¹, MD, Yong Soo Choi², MD,
 Eun Jeong Lee, MD, Hyun Woo Chung, MD, Su Jin Lee, MD, Kyung-Han Lee MD,
 Young Mog Shim², MD, and Byung-Tae Kim, MD.

Departments of Nuclear Medicine, Radiology¹ and Thoracic Surgery², Sungkyunkwan University School of Medicine, Samsung Medical Center, Seoul, Korea

Purpose: Since preoperative staging in esophageal cancer is important in both therapy and prognosis, there had been many efforts to improve its accuracy. Recent studies indicate that whole body FDG-PET has high sensitivity in detection of metastasis in esophageal cancer. Therefore, we added FDG-PET to other conventional methods in staging esophageal cancer to evaluate the usefulness of this method. **Materials & Methods:** Subjects were 142 esophageal cancer patients (average 62.3±8.3 yrs) who received CT and PET just before operation. First, we compared N stage and M stage of the CT or PET with those of the post-operative results. Then we compared the stage according to the EUS (T stage) and CT (N and M stage) or EUS (T stage) and CT & PET (N and M stage) to that according to the post-operative results. **Results:** Among 142 patients, surgical staging of 69 were N0 and 73 were N1. In M staging, 128 were M0 and 14 were M1. Sensitivity, specificity, and accuracy of N staging were 35.6%, 89.9%, 62.0% with CT and 58.9%, 71.0%, 64.7% with PET, respectively. In M staging, 14.3%, 96.9%, 88.7% with CT and 50.0%, 94.5%, 90.1% with PET, respectively. The concordances of [EUS+CT] and [EUS+CT+PET] with post-operative results were 41.2% and 54.6%, respectively and there was significant improvement of staging with additional PET scan ($p<0.005$). **Conclusion:** The concordance of [EUS+CT+PET] with post-operative result was significantly increased compared to that of [EUS+CT]. Thus, the addition of FDG-PET with other conventional methods may enable more accurate preoperative staging. (Korean J Nucl Med 38(4):282-287, 2004)

Key Words: FDG-PET, Esophagus, Carcinoma.

서 론

식도암은 6번째로 빈도가 많은 악성 종양이며¹⁾ 가장 치사율이 높은 종양들 중 하나이다.²⁾ 또한 우리나라에서도 10만명당 3.2명의 사망률을 가지고 있다. 대부분의 식도암 환자들은 병이 진행된 후에 병원을 찾아오므로 그 예후는 좋지 않은 것으로 알려져

있으며(5년 생존율 5%)³⁾ 병기에 따라서 그 치료방법이 달라진다. 즉, 병기가 낮은 환자에 있어서는 수술 대신 내시경적 치료 등을 시행할 수 있으며⁴⁾ 병기가 높을 경우 술전항암화학요법과 수술을 병행하거나 고식적 요법을 시행해야 한다.⁵⁻⁷⁾ 따라서 식도암 환자의 적절한 치료를 위해서 수술 전에 명확하게 병기를 결정하는 것이 중요하다.

식도암의 치료에 있어 수술 전 병기의 파악이 중요하므로 그 진단의 정확도를 높이기 위해 많은 사람들이 그 노력을 기울여 왔다. 고식적으로 식도암의 병기를 파악하는데 있어서 컴퓨터단층촬영술(CT), 초음파내시경(EUS: Endoscopic Ultrasonography), 기관지내시경 등을 사용해 왔다. 그런데, F-18 fluorodeoxyglucose (FDG)를 이용한 양전자방출단층촬영술(PET: Positron Emission Tomography)은 식도암 환자의 전이를 찾는 데 높은 민감도를 가지고 있음이 최근의 보고들에서 밝혀졌다.⁸⁾ 그러나 PET의 높은 민감도에도

• Received: 2004. 7. 2. • Accepted: 2004. 8. 6.
 • Address for reprints: Byung-Tae Kim, MD, Department of Nuclear Medicine, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, 50 Ilwon-dong, Kangnam-ku, Seoul 135-710, Korea.
 Tel: 82-2-3410-2650, Fax: 82-2-3410-2639
 E-mail: btkim@smc.samsung.co.kr
 ※ 본 연구는 보건복지부 보건의료기술진흥사업의 지원에 의하여 이루어진 것임(02-PJ3-PG6-EV06-0002).

불구하고 식도암의 수술전 병기 결정과정에 이 진단기술이 기본적으로 사용되는 것에 있어서는 림프절 전이에 대해서는 폐암 등과 비교해서 그 정확도가 떨어진다는 등¹¹⁾ 아직 논란이 있으며, 또한 100명 이상의 환자에 있어서 PET의 진단적 가치에 대해 연구된 논문은 거의 없다.

이에 저자들은 N 병기와 M 병기를 결정하는 데 있어서 FDG-PET의 진단적 정확도를 알아보려고 하였으며 나아가 기존의 고식적인 검사들과 FDG-PET을 같이 시행했을 때 얼마나 수술 전 검사의 정확도 향상에 도움을 줄 수 있는지 알아보려 하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

대상은 1997년 2월부터 2002년 6월사이 삼성서울병원에서 식도암으로 PET을 시행받은 390명 중 검사시행 후 30일 이내에 수술을 시행한 142명(평균나이: 62.3±8.3세, 남/여: 134/8)의 환자들이었다. 이들은 다른 종양의 병력이 없었으며 후향적 연구를 시행하였다. 대상 환자들은 수술 전에 모두 흉부 CT와 FDG-PET 검사를 시행하였으며 이들 중 119명에서는 EUS도 시행하였다. 위의 검사들은 수술전 30일 이내에 모두 시행하였다. 수술 이전에 항암화학요법(neoadjuvant chemotherapy)을 받아 수술 후의 결과와 비교하기 어려운 환자는 이 연구에서 제외하였으며 CT와 FDG-PET간의 명확한 비교뿐만 아니라 수술후의 병기와 앞의 검사들을 서로 비교하기 위하여 수술을 받지 못한 환자도 제외하였다.

2. FDG-PET

환자들은 검사하기 전에 6시간 이상을 금식하였으며 Advance PET scanner (GE Medical Systems, Milwaukee, WI)를 이용하여 영상을 얻었다. 370 MBq의 ¹⁸F-FDG를 투여하고 45분이 경과한 후 머리에서 대퇴부 쪽으로 frame당 5분씩 emission scan을 얻었으며 이어 frame당 3분씩 emission + transmission scan을 얻었다. PET 영상은 filtered back projection이나 OSEM algorithm (2 iterations, 28 subsets)을 이용하여 재구성하였다.

환자의 CT나 EUS에 대한 사전정보를 모르는 2명의 핵의학과 의사가 Hewlett-Packard workstation (Hewlett-Packard Co., Andover, MA)을 이용하여 3가지 plane (coronal, sagittal, transverse)의 단면영상을 보고 판독을 하였다. 림프절은 최대 SUV가 3.5이상이면서 2개 이상의 transaxial image에서 국소성 취중가가 있을 경우 의미있는 것으로 판독하였다. 또한 형태에 있어서 비특이적인 모양을 가지거나 hilar node의 경우 negative node로 판독하였다.

3. CT

조영제(100 mL iopamidol [Iopamiron 300]: Bracco Diagnostics, Inc., Milan, Italy) 투여 후 thoracic inlet에서 kidney의 중간부위까지 Helical CT (7-mm collimation, a pitch of 1)를 이용하여 영상을 얻었으며 영상기기는 HiSpeed Advantage scanner (GE Medical Systems)를 사용하였다.

2가지 window (mediastinal & lung window) setting을 사용하여 PET과 EUS 결과를 모르는 1인의 숙련된 진단방사선과 의사가 판독을 하였으며 단경이 10 mm 이상인 림프절일 경우 악성에 부합하는 소견으로 생각하였다.

CT와 PET간의 간격은 4.5±6.7일이었으며 12인의 환자에 있어서는 외부 병원의 CT 필름으로 판독을 시행하였다.

4. 초음파내시경

119명의 환자에서 EUS를 시행하였다. Endoscopic ultrasonic probe (GF-UM 20; Olympus Optical Co., Ltd. Tokyo, Japan)를 이용하여 PET이나 CT의 결과를 모르는 소화기내과 의사가 판독하였다.

5. 수술

식도 절제는 대부분 우측 개흉술을 이용한 Ivor Lewis 술식을 사용하였고 모든 환자들은 2-field [thoracoabdominal] 또는 3-field [transabdominal & cervical] lymph node dissection을 같이 시행받았다. 흉부외과 의사는 수술전의 검사결과를 고려하여 수술장에서 관찰되거나 만져지는 모든 림프절을 모두 절제하였으며 조직은 hematoxylin-eosin (H&E) 염색 후 2명의 병리과 의사가 판독하였다.

6. 데이터 분석

먼저, CT와 PET 각각의 N과 M 병기를 수술 후에 확인된 N과 M 병기와 비교하였다. 이후, 고식적인 검사방법들에 의한 병기 (EUS+CT)와 PET 결과를 모두 고려한 병기(EUS+CT+PET)를 각각 수술 후에 확인된 병기와 비교하였다.^{4,9)} 두 검사법의 비교를 위해 chi-square test를 사용하였다.

결 과

식도암의 병리결과에서 편평세포암종(squamous cell carcinoma)이 141명이었으며 샘암종(adenocarcinoma)이 1명이었다.

병리결과에서 142명중 73명(51%)이 국소림프절전이가 있었다. CT는 이들 중 26명(민감도 36%)을 찾아냈으며 FDG-PET

은 유의하게 더 많은 43명(민감도 59%)을 찾아내었다($p < 0.001$). 반면 FDG-PET (71%)의 특이도는 CT (90%)보다 낮았다 ($p < 0.001$).

병리결과에서 원격림프절 전이는 14명에서 발견되었다. CT는 이들 중 2명(민감도 14%)만 찾아낼 수 있었으며 FDG-PET은 7명(민감도 50%)을 찾아낼 수 있었다(M1). FDG-PET (95%)과

CT (97%)의 특이도에는 유의한 차이가 없었다.

TNM을 종합한 병기결과에서 병기 0, I, IIa, IIb, III, IV는 각각 2(2%), 25(21%), 29(24%), 10(8%), 41(34%), 12(10%)명이었다. [EUS+CT] 병기결정법으로는 49명(41%)의 환자에서 정확히 병기를 결정할 수 있었으며 [EUS+CT+PET] 병기결정법으로는 65명(55%)의 유의하게 더 많은 수의 환자에서 정확히 결정할 수 있었다($p < 0.005$).

Table 1은 각각의 병기에 있어서의 일치율을 나타낸 것이다. 이 표에서 [EUS+CT] 병기결정법은 41%의 일치를 보였으며 [EUS+CT+PET] 병기결정법은 55%의 유의하게 더 많은 수에서 일치를 보였다($p < 0.05$).

Table 2는 병리결과보다 낮게 병기를 결정한 환자군이다. [EUS+CT] 병기결정법으로는 52명의 환자(44%)가 병기가 낮게 결정되었으며 이들 중 CT가 원인이었던 것이 43명(36%)이었다. [EUS+CT+PET] 병기결정법에서는 26명(22%)만이 낮게 병기가 결정되었으며 이는 [EUS+CT] 병기결정법과 비교하여

Table 1. Concordance Rates according to Stages

Pathologic Stage	Concordance	
	(EUS + CT)	(EUS + CT + PET)
0 (n=2)	0	1 (50%)
I (n=25)	13 (52%)	11 (44%)
IIa (n=29)	21 (72%)	17 (59%)
IIb (n=10)	0	3 (30%)
III (n=41)	13 (32%)	26 (63%)
IV (n=12)	2 (17%)	7 (58%)
Total (n=119)	49 (41%)	65 (55%)

Table 2. Downstaged Cases

Pathologic Stage	Downstage					
	(EUS + CT)			(EUS + CT + PET)		
	by EUS	by CT	by EUS & CT	by EUS	by (EUS+CT)	by EUS & (CT+PET)
0 (n=2)						
I (n=25)	3			2		
IIa (n=29)	3			2		
IIb (n=10)		4	4 ¹		1	4 ²
III (n=41)	3	23	2	1	8	3
IV (n=12)		10			5	
Total (n=119)	9	37	6	5	14	7
		52 (43.7%)			26 (21.8%)	

1: Upstaged EUS and Downstaged CT
2: Upstaged EUS & Downstaged (CT+PET)

Table 3. Upstaged Cases

Pathologic Stage	Downstage					
	(EUS + CT)			(EUS + CT + PET)		
	by EUS	by CT	by EUS & CT	by EUS	by (CT+PET)	by EUS & (CT+PET)
0 (n=2)	1	1		1		
I (n=25)	6	2	1	7	4	1 ¹
IIa (n=29)		5			9	1 ¹
IIb (n=10)	2			2		
III (n=41)					2	1 ¹
IV (n=12)						
Total (n=119)	9	8	1	10	15	3
		18 (15.1%)			28 (23.5%)	

1: Downstaged EUS and Upstaged (CT+PET)

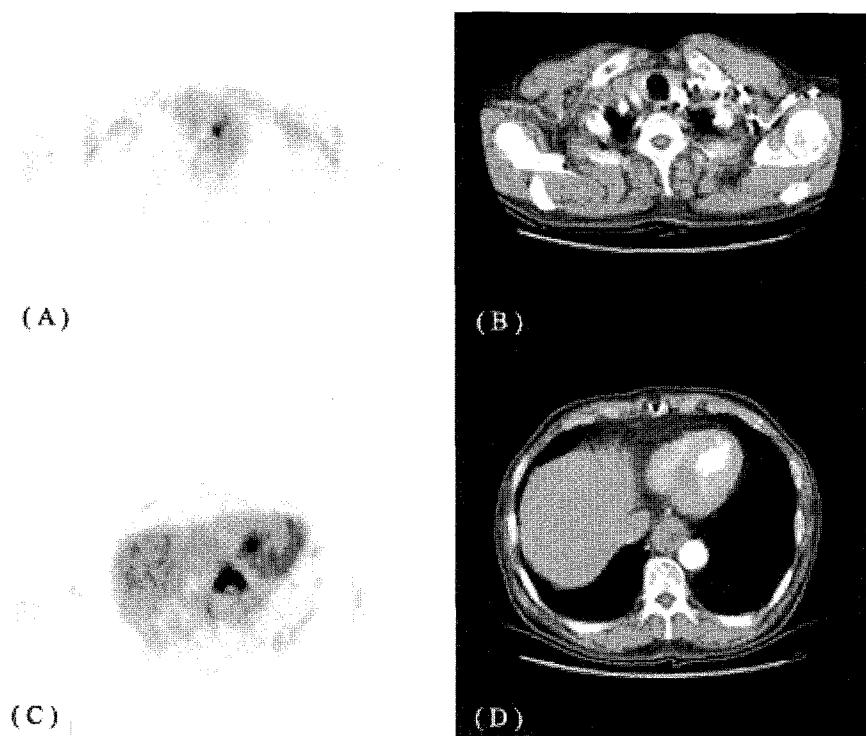


Fig 1. A 73 year male esophageal cancer patient who received Ivor-Lewis operation. He's pathologic stage was T3N1M0. With CT it was possible to find the main mass (D), but not for the regional LNs (B). On PET scan it was possible to find the main mass (C) and the regional LN (A; left upper paratracheal LN), also.

유의한 차이가 있었다($p=0.0002$).

병리결과보다 높게 병기를 결정한 환자군이 Table 3에 나와있다. [EUS+CT] 병기결정법으로는 18명(15%)이 높게 병기가 결정되었으며 이들 중 9명(8%)은 CT의 원인으로 병기가 높아졌다. [EUS+CT+PET] 병기결정법으로는 28명(28%)의 환자가 높게 병기가 결정되었으며 이들 중 18명(15%)이 FDG-PET이 원인이 되어 그 병기가 높아졌다.

고 찰

이 연구는 이전의 다른 연구들보다 더 많은 수의 환자들(142명)을 대상으로 식도암의 수술 전 평가에 있어서 PET의 유용성을 알아본 연구이다. 이 연구에서 PET은 고식적인 검사방법들과 비교하여 원격림프절전이뿐만 아니라 국소림프절전이를 찾는데 있어 높은 민감도를 보였으며, 고식적인 검사법에 PET을 추가함으로써(특히 3기나 4기에 있어서) 식도암의 병기진단이 더욱 정확해질 수 있음을 보여주었다.

국소림프절전이나 원격전이를 찾는 검사법으로서 CT보다 FDG-PET이 더 정확함이 이미 여러 연구에서 밝혀져 있다.¹⁰⁻¹²⁾ Choi 등¹³⁾은 FDG-PET은 각각의 림프절전이를 찾는 데 있어서 CT나 EUS보다 더 정확하다고 발표하였으며 이는 우리의 결과와 일치하는 소견이다. 이 연구에서도 FDG-PET (50%)은 CT

(14%)와 비교하여 원격림프절전이를 찾는데 있어 민감도가 높았으며, 나아가 국소림프절전이를 찾는데 있어서도 높은 민감도를 나타내었다(FDG-PET 59%; CT 36%). CT에서는 림프절의 크기를 기준으로 하여 전이여부를 결정하기 때문에 림프절의 크기가 작거나 미세전이인 경우에는 림프절 전이를 진단하기 어렵다. 본 연구에서도 17명의 환자에서는 CT에서 찾지 못한 림프절 전이를 PET에서 찾아내었는데 위의 원인에 의한 것으로 생각된다. 반면 PET은 그 섭취 정도와 양상으로 악성유무를 판단하므로 림프절 전이 진단에 있어 민감도가 더 높다. 그러나 원격림프절 전이를 찾는데 있어서는 두 검사의 특이도에 유의한 차이가 없었으며 오히려 국소림프절전이에 대해서는 CT의 특이도(90%)가 FDG-PET (71%)보다 더 높았다. 그 원인으로 폐문림프절(hilar lymph node)의 비특이적인 섭취, 결핵 등 양성 폐질환에 의한 섭취를 예로 들 수 있다고 생각한다. CT는 thoracic inlet에서 kidney의 중간부위까지 촬영을 시행하는데 반하여 PET은 거의 전신을 촬영하므로 원격전이의 평가에 대한 비교는 곤란하여 이 연구에서는 원격장기전이가 된 환자는 제외하였는데 이 또한 FDG-PET의 민감도와 특이도를 낮춘 원인이 될 수 있었다고 생각한다.

TNM을 종합한 병기결과에서 [EUS+CT+PET] 병기결정법(65명; 55%)으로 [EUS+CT] 병기결정법(49명; 41%)보다 더 많은 환자의 병기를 결정할 수 있었다($p<0.005$). 일부 연구에서

는 식도암 환자에서 EUS가 CT보다 더 정확하게 주변 림프절의 양성과 악성을 구분한다고 알려져 있다.^{14,15)} 그러나 이 연구에서는 일부 환자(119명)에서 EUS를 시행하여 식도암의 식도벽 침윤정도(T병기)만 조사하고, 주변 림프절에 대한 평가는 하지 않았다. 또한 CT나 PET에서는 T병기에 대한 평가가 어려우므로 N과 M병기에 대한 평가만 시행하였다.

[EUS+CT] 병기결정법은 49명(41%)의 환자의 병기를 정확히 평가하였으며 [EUS+CT+PET] 병기결정법은 65명(55%)의 병기를 정확히 평가하였다. 한편, [EUS+CT] 병기결정법은 병리결과와 비교할 때 병기 I (52%)과 IIa(72%)에서 더 정확하였으며 [EUS+CT+PET] 병기결정법은 병기 III(63%)과 IV(58%)에서 더 정확하였다. 병기결정이 차이가 나는 경우 중 21명에 있어 CT에서 찾지 못한 주변 림프절 전이를 PET에서 찾아내었으며 5명에서는 원격림프절의 전이를 찾아내었다. 또한 PET에서 위양성의 경우도 주변 림프절은 9명, 원격 림프절은 2명이 있었다. 반면 11명의 경우 PET에서 찾지 못한 주변림프절 전이를 CT에서 찾을 수 있었다. 따라서 어느 한 검사만을 하는 것 보다 두 검사를 동시에 실시하여 그 결과를 보완하는 것이 더욱 정확한 병기의 결정에 도움이 되는 것을 알 수 있다.

우리는 어느 검사법에 의해 병기가 낮게 결정되는지 알아보았다(Table 2). [EUS+CT] 병기결정법으로는 52명의 환자(44%)가 병기가 낮게 결정되었으며 EUS의 T병기가 원인이었던 것은 9명, CT의 N 또는 M병기가 원인이었던 것이 37명, 양쪽 모두 원인이었던 것은 6명이었다. 양쪽 모두가 원인이었던 것 중 EUS의 T병기는 높았으나 CT의 N 또는 M병기가 낮았던 경우가 4명 있었다. 반면 [EUS+CT+PET] 병기결정법에서는 EUS의 T병기가 원인이었던 것은 5명, EUS와 CT의 TNM병기가 원인이었던 것이 14명, 세 가지 검사법 모두의 원인이었던 것은 7명이었다. 이 들 7명 중 4명의 경우는 EUS의 T병기는 높았으나 CT와 PET에서 림프절을 찾지 못하여 그 병기가 낮아졌다. 결국 [EUS+CT+PET] 병기결정법으로는 26명(22%)만이 병기가 낮게 결정되어 [EUS+CT] 병기결정법보다 병기를 낮게 결정하는 경우가 적었다.

우리는 어느 검사법이 병리결과보다 높게 병기를 결정하게 하는지 다시 알아보았다(Table 3). [EUS+CT] 병기결정법으로는 18명(15%)이 높게 병기가 결정되었다. 이들 중 EUS의 T병기가 원인이 되었던 환자는 9명, CT의 N이나 M병기가 원인이었던 환자는 8명, 그리고 양쪽 모두가 원인이 되었던 환자는 1명이었다. 반면, [EUS+CT+PET] 병기결정법으로는 앞의 방법보다 조금 더 많은 28명(28%)의 환자의 병기가 높게 결정되었다. EUS의 T병기에 의한 것은 10명이었으나 CT와 PET의 N이나 M병기에

의한 것은 15명이었으며 EUS로는 낮게 평가되었으나 CT와 PET으로 높게 평가된 환자는 3명이었다. 결국 PET자체만으로 인하여 병기가 높아진 환자는 결국 15명(10%)이다. 따라서 고식적인 방법만으로는 병기를 오히려 낮게 평가할 수 있지만 PET을 같이 시행해서 병기를 평가할 때는 위양성의 경우를 염두에 두고 판독해야 한다고 생각된다.

CT 촬영은 대부분 본 병원에서 시행했으나 12인의 경우 외부에서 촬영한 필름으로 판독을 시행하였다. 외부 병원에서 촬영한 경우 영상의 질이 달라 판독에 영향을 미칠 수 있으나 그 수가 많지 않아 그 영향은 높지 않을 것으로 생각된다. CT와 PET의 시행 간격은 대부분 일주일 이내였으며 37명은 한 달 이내의 간격으로 두 검사를 시행하였다. 따라서 촬영기간의 차이에 따른 림프절 발견의 차이의 가능성은 높지 않으리라 생각된다. 그러나 많은 병원에서 시행되고 있는 PET/CT의 경우 같은 날에 동시에 촬영할 수 있으므로 본 연구와 같은 검사기간의 불일치를 없앨 수 있다고 생각된다. 또한 같은 위치에서 촬영을 시행함으로써 림프절 위치의 혼돈도 없앨 수 있으리라 생각된다. 향후 식도암에서 PET/CT에 대한 추가적인 연구가 필요하리라 생각된다.

결론적으로 식도암의 수술 전 평가에 있어서 이전의 고식적인 방법들과 PET을 같이 시행함으로써 더 정확한 병기결정을 할 수 있으리라 기대되며 특히 전이에 대한 평가에 있어서 더 탁월한 진단성적을 기대할 수 있으리라 생각된다.

요 약

목적: 식도암 수술 전의 정확한 병기 결정은 치료와 예후 모두에 큰 영향을 미치므로 이를 정확히 파악하는 것이 중요하다. 병기를 파악하는데 있어 컴퓨터단층촬영술(CT), 초음파내시경, 기관지내시경 등이 고식적으로 사용되어 왔다. 최근의 보고들에 의하면 양전자단층촬영술(PET)은 식도암에 있어서 전이를 찾는 데 높은 민감도를 가지고 있음이 밝혀졌다. 이에 양전자단층촬영술(PET)이 고식적인 방법들과 같이 시행되었을 때 얼마나 진단성적이 상승하는지 알아보았다. **대상 및 방법:** 대상은 1997년 2월부터 2002년 6월까지 새로이 식도암 진단을 받아 수술을 받은 환자 142명(62.3±8.3세)이며 모두 수술 전에 CT와 PET을 시행 받았다. 수술 이전에 항암화학요법을 받거나 수술이 지연(1개월 이상)된 환자는 본 연구에서 제외되었다. 흡연자/비흡연자 비는 101/41이었다. 처음에 저자들은 CT와 PET의 N 병기와 M 병기를 수술후의 결과와 비교하였다. 다시 저자들은 [EUS + CT]와 [EUS + CT + PET] 각각의 결과들을 수술후의 결과와 비교하였다. **결과:** 142명의 환자들 중 수술 후 병리조직결과에서 69명

이 N0, 73명이 N1 병기를 가졌으며 128명이 M0, 14명이 M1 병기를 가졌다. N 병기에서 CT는 예민도, 특이도 정확도가 각각 35.6%, 89.9%, 62.0%이었으며 PET은 각각 58.9%, 71.0%, 64.7%이었다. 또한 전이에 대한 평가(M 병기)에서 CT는 예민도, 특이도, 정확도가 각각 14.3%, 96.9%, 88.7%이었으며 PET는 각각 50.0%, 94.5%, 90.1%이었다. [EUS + CT]는 수술 후 결과와 41.2%의 일치율을 보였으며 [EUS + CT + PET]는 54.6%의 일치율을 보였다. 추가적인 PET 검사를 실시함으로써 유의한 병기 결정 성적의 향상을 보였다(p<0.005). 결론: 식도암 환자의 병기 결정에 있어 이전의 고식적인 방법을 PET과 같이 시행함으로써 더 정확한 결정을 할 수 있으리라 기대되며 특히 전이에 대한 평가에 있어서 더 탁월한 진단성적을 기대할 수 있으리라 생각된다.

References

1. Thompson WM. Esophageal carcinoma. *Abdom Imaging* 1997;22:138-42.
2. Levine MS. Esophageal cancer: Radiologic diagnosis. *Radiol Clin North Am* 1997;35:265-79.
3. Wayman J, Chakraverty S, Griffin SM, Doyle GJ, Keir MJ, Simpson W. Evaluation of local invasion by oesophageal carcinoma - a prospective study of prone computed tomography scanning. *Postgrad Med J* 2001;177:181-4.
4. Lightdale CJ. Diagnosis, staging, and cure of early gastrointestinal cancer. *Gastrointest Endosc* 1996;44:95-6.
5. Walsh TN, Noonan N, Hollywood D, Kelly A, Keeling N, Hennessy TP. A comparison of multimodal therapy and surgery for esophageal adenocarcinoma. *N Engl J Med* 1996;335:462-7.
6. Bosset JF, Gignoux M, Triboulet JP, Tiret E, Manton G, Elias D, et al. Chemotherapy followed by surgery compared with surgery alone in squamous-cell cancer of the esophagus. *N Engl J Med* 1997;337:161-7.
7. Chak A, Canto M, Gerdes H, Lightdale CJ, Hawes RH, Wiersema MJ, et al. Prognosis of esophageal cancers preoperatively staged to be locally invasive (T4) by endoscopic ultrasound (EUS): a multicenter retrospective cohort study. *Gastrointest Endosc* 1995;42:501-6.
8. Rice TW. Clinical staging of esophageal carcinoma. CT, EUS, and PET. *Chest Surg Clin N Am* 2000;10:471-85.
9. Buenaventura P, Luketich JD. Surgical staging of esophageal cancer. *Chest Surg Clin N Am* 2000;10:487-97.
10. Flanagan FL, Dehdashti F, Siegel BA, Trask DD, Sundaresan SR, Patterson GA, et al. Staging of esophageal cancer with ¹⁸F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography. *Am J Roentgenol* 1997;168:417-24.
11. Luketich JD, Schauer PR, Meltzer CC, Landreneau RJ, Urso GK, Townsend DW, et al. Role of positron emission tomography in staging esophageal cancer. *Ann Thorac Surg* 1997;64:765-9.
12. Block MI, Patterson GA, Sundaresan RS, Bailey MS, Flanagan FL, Dehdashti F, et al. Improvement in staging of esophageal cancer with the addition of positron emission tomography. *Ann Thorac Surg* 1997;64:770-6.
13. Choi JY, Lee KH, Shim YM, Lee KS, Kim JJ, Kim SE, et al. Improved detection of individual nodal involvement in squamous cell carcinoma of the esophagus by FDG PET. *J Nucl Med* 2000;41:808-15.
14. Tio TL, Coene PP, Schouwink MH, Tytgat GN. Esophagogastric carcinoma: preoperative TNM classification with endosonography. *Radiology* 1989;173:411-17.
15. Massari M, Cioffi U, De Simone M, Lattuada E, Montorsi M, Segalin A, et al. Endoscopic ultrasonography for preoperative staging of esophageal carcinoma. *Surg Laparosc Endosc* 1997;7:162-5.