

## 수술 후 암 재발 판정에 있어서 전신 F-18 FDG-PET의 유용성

서울대학교 의과대학 핵의학교실, 산부인과학교실\*, 신경외과학교실\*\*, 이비인후과학교실<sup>†</sup>, 외과학교실<sup>††</sup>

강원준 · 소 영 · 정재민 · 광철은 · 이동수 · 강순범\* · 정희원\*\*  
김광현<sup>†</sup> · 박재갑<sup>††</sup> · 정준기 · 이명철 · 고창순

= Abstract =

### The Usefulness of F-18 FDG Whole Body PET in the Evaluation of Postoperative Recurrence of Cancer

Wonjun Kang, M.D., Young So, M.D., Jae-Min Jeong, M.D., Cheoleun Kwark, M.D.  
Dong Soo Lee, M.D., Soon Beum Kang, M.D.<sup>\*</sup>, Hee Won Jung, M.D.<sup>\*\*</sup>  
Kwang Hyun Kim, M.D.<sup>†</sup>, Jae Gahb Park, M.D.<sup>††</sup>, June-Key Chung, M.D.  
Myung Chul Lee, M.D. and Chang-Soon Koh, M.D.

*Departments of Nuclear Medicine, Obstetrics and Gynecology<sup>\*</sup>, Neurosurgery<sup>\*\*</sup>  
Otolaryngology<sup>†</sup>, Surgery<sup>††</sup>, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea*

The purpose of this study was to evaluate the usefulness of whole body F-18 FDG PET scan for detecting postoperative recurrence of cancer. One hundred four cancer patients after operation were enrolled (14 brain tumor, 15 head and neck cancer, 23 gynecologic cancer, 16 gastrointestinal cancer, 16 thyroid cancer, and 20 other cancers). Besides conventional images (CI) including CT and MRI, F-18 FDG PET scan was obtained on ECAT EXACT 47 scanner (Siemens-CTI), beginning 60 minutes after injection of 370MBq (10mCi) of F-18 FDG. Regional scan was also obtained with emission image. Transmission images using Ge-68 were carried out for attenuation correction in both whole body and regional images. Findings of PET and CI were confirmed by pathology or clinical follow up.

The sensitivity and specificity of PET for detecting recurrence were 94% and 92%, respectively. Contrarily, the sensitivity and specificity of CI were 78% and 68%. CI results were negative and PET results were positive in 11 cases. The biopsy or clinical follow-up of those cases confirmed recurrence of tumor. False negative cases of CI were frequent in patients with gynecologic cancers. Also we measured the serum concentration of tumor markers in patients with gynecologic cancer (CA125), thyroid cancer (thyroglobulin), and colorectal cancer (CEA). The sensitivity and specificity of tumor markers were 71% and 84%, respectively.

We conclude that F-18 FDG PET can be used valuably in detecting recurrent foci of a wide variety of malignancy compared to conventional diagnostic methods.

**Key Words :** PET, FDG, Cancer, Recurrence

이 연구는 1997년도 서울대학교병원 지정진료연구비(02-97-196)와 보건복지부 보건의료기술 개발 연구비 (HMP-96-M-2-0032) 보조로 이루어진 것임.

책임저자: 정준기 (우)110-744 서울시 종로구 연건동 28번지 서울의대 핵의학교실  
Tel : 760-3376 Fax : 745-7690 E-mail : jkchung@plaza.snu.ac.kr

## 서 론

암세포에서는 정상 세포에 비하여 해당 작용이 활발한 것으로 알려져 있으며<sup>1)</sup> 종양의 이런 대사적 특징을 이용하여, 암을 영상화하려는 시도로 F-18 fluorodeoxyglucose(FDG) PET이 실용화되었다<sup>2)</sup>. 포도당 유도체인 deoxyglucose는 세포내로 포도당과 동일하게 포도당 운반체와 hexokinase에 의하여 운반되나 더 이상 인산화하지 않고 세포내에 머무른다<sup>3)</sup>. Deoxyglucose에 양전자 방출 동위원소인 F-18을 표지시켜 방출된 감마선으로 세포내 포도당 대사를 영상화한 것이 F-18 FDG PET이다. FDG PET는 세포의 생화학적인 특성을 반영한 대사 영상이므로 기존의 형태학적 영상 진단법인 CT나 MRI와 다른 특성이 있다. 형태학적 영상법은 암이 어느 정도의 종괴를 형성하여야 찾아낼 수 있으나 PET는 암의 재발시 형태학적 변화가 나타나기 전에 나타나는 생화학적 변화를 영상화하므로 조기 진단이 가능하다. 종양 분야에서 PET는 종양의 검출과 진단, 암의 병기 설정, 종괴의 악성 여부 파악, 치료에 의한 섬유화 및 괴사와 재발과의 감별, 치료 효과 판정 및 예후 예측 등에 이용되고 있다<sup>4)</sup>.

암은 우리 나라에서 사망률 1위를 차지하는 중요 질환이다. 여러 암에서 수술이 중요한 치료 방법으로 이용되고 있다. 암의 수술이 근치적이었던 고식적이었던 수술 후 암의 재발 여부 판정은 예후 예측과 향후 치료 방법 선정에 중요한 역할을 한다. 암 재발 여부 판정이 보다 조기에 정확히 이루어진다면 재발 판정 시점에서 암에 대한 근치적 혹은 고식적 치료가 다시 이루어질 수 있어 삶의 질 향상과 나아가서 생존 기간 연장을 기대할 수 있다.

암의 조직학적 재발 판정을 위하여 서로 다른 진단 방법을 사용하고 있다. 현재 시행하는 방법은 주로 방사선학적 영상 진단법으로 단순 X-선 촬영, 초음파, CT, MRI 등이 이용되고 있으나 해부학적 또는 구조적 영상이기 때문에 섬유화나 괴사 등 수술 후 변화와 암의 재발을 감별하는데 어려움이 있다. 또한 1cm 이하의 작은 암의 검출에는 한계가 있다.

혈액 내 종양 표지자를 이용한 암의 재발 판정이 일부 암에서 이용되고 있다. 대장암에서는 CEA의 상승이 종양의 재발을 시사한다고 알려져 있으며<sup>5)</sup>, 난소암

에서는 CA125가 수술 후 암의 재발을 포함한 예후에 주요한 역할을 한다고 보고되었다<sup>6)</sup>. 갑상선 암에서는 thyroglobulin의 측정이 재발 판정에 이용된다<sup>7)</sup>. 그러나 종양 표지자는 일부 암에서만 사용하고 있으며 그 자체로 재발 여부를 말하기 어렵고 재발 부위를 찾기 위한 검사가 추가되어야 한다는 단점이 있다.

이 연구에서는 새로운 영상 진단 방법인 전신 F-18 FDG PET를 이용하여 암의 수술 후 재발 여부를 판정하여 그 진단 성능을 검사하였다. 기존의 방사선학적 진단 방법인 초음파 CT, MRI 등의 결과와 전신 F-18 FDG PET결과를 수술 후 조직 검사 또는 임상적 경과 관찰과 비교하였다. 종양 표지자에 의한 재발 여부 판정이 동시에 시행되었다.

## 대상 및 방법

### 1. 대 상

1995년 2월부터 1996년 12월까지 서울대학교병원에서 진료한 환자를 대상으로 하였다. 암으로 수술을 시행하였고 수술 후 조직 검사상 암으로 확진된 환자 중 수술 후 재발 여부 판정을 위하여 전신 F-18 FDG PET가 시행된 환자 104명을 대상으로 하였다. 평균 나이는 50세였으며 남자 64명, 여자 40명이었다. 조직학적으로 뇌종양 14예, 두경부 종양 15예, 부인과 종양 23예(난소암 22예, 자궁경부암 1예), 소화기계 암 16예(대장암 14예, 위암 1예, 식도암 1예), 갑상선 암 17예(모두 유두선암), 기타 암 20예(폐암 6예, 유방암 5예, 피부 편평세포암 2예, 흑색종 2예, 방광암 1예, 신세포암 2예, 흉선종 1예, 횡문근종 1예) 이었다.

### 2. PET 검사법

전신 FDG PET의 촬영은 Siemens-CTI사의 ECAT EXACT 47 scanner를 이용하였다. 감쇠 영상을 얻기 위하여 전신과 국소 부위를 Ge-68로 투과 스캔을 시행하였다. 370MBq(10mCi)의 FDG를 주사한 후 60분부터 전신 영상은 한 번에 16.5cm 길이로 6개의 연속 영상을 획득하였다. 전신 영상을 얻은 후 20분간 국소 영상을 얻었다. 주사량과 체중을 감안하여 연조직의 섭취량을 객관적인 수치로 등급을 매긴 표준섭취계수(Standardized Uptake Value : SUV)를 다음과 같이 구하였다. 전신 영상은 재투사 영상을 구

성하여 회전 영상을 판독하였으며 전신 관상 단면 표준 섭취계수 영상을 만들어 관심 영역의 표준 섭취 계수를 구하였다. 부분 영상은 감쇠 보정한 횡축 단면 관상 시상 단면을 얻어 판독하고 병변 부위 표준 섭취 계수를 구하였다. SUV 값이 3.0 이상이거나 주변 조직에 비하여 높은 섭취율을 보이는 경우에 양성으로 판정하였다.

$$SUV = \frac{\text{관심영역의 F-18 섭취량(mCi)/}}{\text{관심영역의 부피(ml)}} \div \frac{\text{주입한 총 F-18 양(mCi)/환자의 몸무게(g)}}{}$$

### 3. 기존 진단법과의 비교

암의 재발 여부 판정을 위하여 기존에 사용하던 방사선학적 진단 방법인 CT 혹은 MRI를 시행하였다. 갑상선 암인 경우 I-131 전신 스캔이나 초음파를 시행하였다. 소화기계 암, 부인과 암, 갑상선 암의 경우에는 혈중 CEA, CA125, thyroglobulin 농도를 각각 측정하였다. CEA와 thyroglobulin은 SORIN사 방사면역 측정 kit를 사용하였고 CA125는 TFB사 방사면역 측정 kit를 사용하였다.

재발 여부의 확인은 수술이나 조직 검사가 시행되었을 경우 병리 검사 결과를 기준으로 하였고 조직 검사가 시행되지 않은 경우에는 임상 경과 관찰에 의한 재발 여부 판정을 기준으로 하였다. 수술 시점으로부터 PET시행까지의 기간은 평균 8개월이었다. 38명의 환자는 재수술이나 생검으로 암의 재발여부를 판정하였다. 나머지 환자에서는 종양표지자 검사, 영상검사, 진찰소견에서 양성으로 나오고 임상적으로도 재발이 의심되는 경우 양성으로 판정하였다. 이런 검사나 임상적으로 암의 재발 유무가 확실하지 않는 경우는 연구대상에서 제외하였다.

전신 F-18 FDG PET, CT나 MRI 등 기존의 영상진단 방법(Conventional Images : CI), 종양표지자에 의한 재발 판정 결과를 조직 검사나 임상 경과 관찰에 의한 재발 여부 확인 결과와 비교하였다.

### 결 과

병리 검사 결과 또는 임상적 경과 관찰에 의하여 대상 환자 104명 중 67예에서 암의 재발이 확인되었다. 암의 재발 여부 판정에서 전신 FDG-PET는 67예의

재발 중63예를 양성으로 판정하여 예민도는 94%였으며 재발이 없었던 37예 중 34예를 음성으로 판정하여 특이도는 92%이었다. 통상적인 방사선학적 검사(Conventional Images : CI)는 대상 환자 중 97명에서 시행되었으며 63예의 재발 환자 중 49예를 양성으로 판정하여 예민도는 78%였으며 재발이 없는 34예 중 23예를 음성으로 판정하여 특이도는 68%이었다. 종양 표지자가 재발 판정에 이용된 경우는 53예이었다. 부인과 암에서는 CA 125를 측정하고 소화기계 암(14명)에서는 CEA, 갑상선 암(17명)에서는 thyroglobulin을 재발 판정에 이용하였다. 종양 표지자의 판정에서 CEA는 10ng/ml 이상, CA125는 35IU/ml 이상, thyroglobulin에서는 10ng/ml 이상을 재발의 기준으로 보았다. 종양 표지자는 재발한 28예 중 20예를 양성으로 판정하여 예민도는 71%이었으며 재발이 없었던 25예 중 21예를 음성으로 판정하여 특이도는 84%이었다 (Table 1).

병리 검사 또는 임상 경과 관찰에서 재발한 것으로 판정한 67예 중 통상적인 방사선학적 검사에서는 음성으로 판정하였으나 전신 FDG PET에 의하여 양성으로 판정한 경우는 11예였다. 두경부 종양에서 2예, 부인과 종양에서 5예, 소화기계 암에서 1예, 갑상선 암에서 1예, 기타 2예였다.

각 종양 별로 예민도와 특이도는 다음과 같다.

Table 1. Diagnostic Accuracy Between Detection Methods

	Recurrence	No recurrence
PET		
positive	63	3
negative	4	34
CI		
positive	49	11
negative	14	23
Tumor marker		
positive	20	4
negative	8	21

PET : sensitivity 94%, specificity 92%

CI : sensitivity 78%, specificity 68%  
(CI : conventional image)

Tumor marker : sensitivity 71%, specificity 84%

### 1. 뇌 종양

대상 환자 중 뇌종양 환자는 14명이었다. 8명의 환자에서 재발이 있었고 PET는 이 중 6명을 양성으로 판정하여 예민도는 75%이었고 재발이 없는 6명 모두에서 PET 결과는 음성으로 특이도는 100%이었다. CT나 MRI에 의한 재발 판정에서 예민도 75%, 특이도는 33%이었다. PET와 CT에서 전부 위양성을 보인 1예의 조직 검사 소견은 다형성 교아종의 재발이었다 (Table 2).

### 2. 두경부 종

대상 환자 중 두경부 종양 환자는 15명이었다. 13명에서 재발이 있었고 PET는 13예 전부를 재발로 판정하여 예민도는 100%였고 재발이 없는 2예중 1예만을 음성으로 판정하여 특이도는 50%였다. CT나 MRI에 의한 재발 판정에서는 예민도 83%, 특이도 50%를 보였다. CT에서 위음성을 보였으나 PET로 재발로 판정

**Table 2. Detection of Recurrence in Brain Tumors**

		Recurrence	No recurrence
PET	positive	6	0
	negative	2	6
CI	positive	6	4
	negative	2	2

PET : sensitivity 75%, specificity 100%  
 CI : sensitivity 75%, specificity 33%  
 (CI : conventional image)

**Table 3. Detection of Recurrence in Head and Neck Cancers**

		Recurrence	No recurrence
PET	positive	13	1
	negative	0	1
CI	positive	10	1
	negative	2	1

PET : sensitivity 100%, specificity 50%  
 CI : sensitivity 83%, specificity 50%  
 (CI : conventional image)

된 2예는 구강암과 비인두암이었다(Table 3).

### 3. 부인과 암

대상 환자 중 부인과 암 환자는 23명이었으며 이 중 14예에서 재발이 있었고 9예에서는 재발이 없었다. PET는 재발한 14예중 13예를 재발로 판정해 예민도는 93%이었고 재발하지 않은 9예 전부를 음성으로 판정해 특이도는 100%이었다. CT나 MRI에 의한 재발 판정에서 예민도는 62%이었고 특이도는 100%이었다. 종양 표지자로서 CA125가 함께 측정되었으며 예민도 67%, 특이도 80%를 보였다(Table 4). 22명의 난소암 환자중 2명은 점액성종(mucinous adenocarcinoma)

**Table 4. Detection of Recurrence in Gynecologic Cancers**

		Recurrence	No recurrence
PET	positive	13	0
	negative	1	9
CI	positive	8	0
	negative	5	8
CA 125	positive	8	2
	negative	4	8

PET : sensitivity 93%, specificity 100%  
 CI : sensitivity 62%, specificity 100%  
 (CI : conventional image)  
 CA 125 : sensitivity 67%, specificity 80%

**Table 5. Detection of Recurrence in Gastrointestinal Cancers**

		Recurrence	No recurrence
PET	positive	10	1
	negative	0	5
CI	positive	7	2
	negative	1	3
CEA	positive	8	0
	negative	2	4

PET : sensitivity 100%, specificity 83%  
 CI : sensitivity 88%, specificity 60%  
 (CI : conventional image)  
 CEA : sensitivity 80%, specificity 100%

이었고 나머지는 장액성암종(serous adenocarcinoma)이었다. CA125가 주로 장액성암종에서만 양성으로 나오므로 이 종양에서만 평가하면 예민도가 72%로 약간 증가한다.

#### 4. 소화기계 암

대상 환자 중 소화기계 암 환자는 16명이었으며 10예에서 재발하였고 6예는 재발하지 않았다. PET는 재발한 10예 전부를 재발한 것으로 판정하여 예민도는 100%이었고 재발이 없는 6예 중 5예를 음성으로 판정

해 특이도는 83%이었다. CT나 MRI를 시행한 결과는 예민도 88%, 특이도 60%이었다. 종양 표지자로서 CEA를 측정하였으며 암 재발에 대한 예민도는 80%, 특이도는 100%이었다. 직장, 대장암이 14예였으며 위암과 식도암이 한예씩 있었다. CEA는 직장, 대장암에 대하여서만 측정되었다. PET에서 위양성으로 판정된 1예는 CT에서도 위양성으로 판정하였으나 조직 검사상 수술 후 염증 소견으로 판정된 경우이다. 직장암 1예에서 CT상 발견되지 않은 병소가 PET에서 재발로 판정되었고 조직 검사상 재발로 확인되었다(Table 5).

#### 5. 갑상선 암

대상 환자 중 갑상선 암 환자는 16명이었으며 이 중 6명에서 재발하였고 10예에서는 재발이 없었다. PET는 재발한 6예 전부에서 재발로 판정하여 예민도 100%이었고 재발이 없는 10예 중 9예를 음성으로 판정하여 특이도는 90%이었다. I-131 전신 스캔이나 초음파, CT 등에 의한 재발 판정에서 예민도는 83%, 특이도는 67%이었다. 종양 표지자로서 thyroglobulin은 재발 판정에서 예민도는 67%, 특이도는 82%이었다 (Table 6).

#### 6. 기타 종양

대상 환자 중 20명이 기타로 분류되었다. 흑색종, 폐암, 유방암, 신세포암, 방광암 등이 포함되었다. 이중

Table 6. Detection of Recurrence in Thyroid Cancer

		Recurrence	No recurrence
PET	positive	6	1
	negative	0	9
CI	positive	5	3
	negative	1	6
Thyroglobulin	positive	4	2
	negative	2	9

PET : sensitivity 100%, specificity 90%  
 CI : sensitivity 83%, specificity 67%  
 (CI : conventional image)  
 Thyroglobulin : sensitivity 67%, specificity 82%

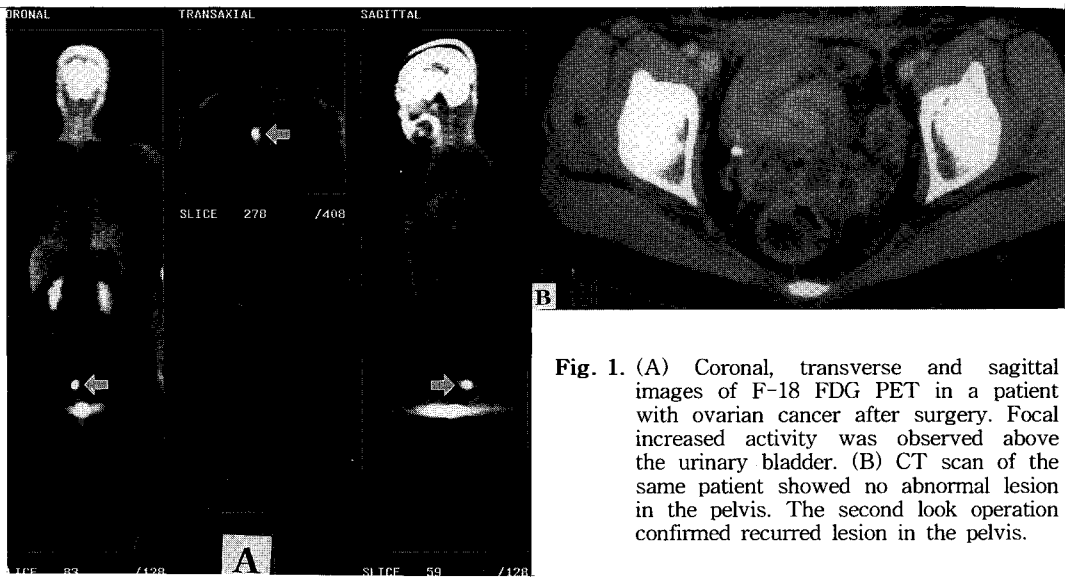


Fig. 1. (A) Coronal, transverse and sagittal images of F-18 FDG PET in a patient with ovarian cancer after surgery. Focal increased activity was observed above the urinary bladder. (B) CT scan of the same patient showed no abnormal lesion in the pelvis. The second look operation confirmed recurred lesion in the pelvis.



Fig. 2. (A) A coronal image of F-18 FDG PET in a patient with colon cancer after surgery. Somewhat irregular increased uptake was noted in the pelvis. (B) MRI of the same patient showed no abnormality. Six months later, anatomic images including CT revealed recurred tumor.

16명에서 재발하였고 4명에서는 재발이 없었다. PET는 재발한 16예 중 15예를 재발로 판정해 예민도는 94%이었고 재발이 없는 4예를 전부 음성으로 판정해 특이도는 100%이었다. CT나 MRI에 의한 재발 판정에서 예민도는 81%, 특이도는 75%이었다. PET에서 위음성을 보인 1예는 흑색종에서 수술 후 변화를 보인

Table 7. Detection of Recurrence in Other Cancers

	Recurrence	No recurrence
PET		
positive	15	0
negative	1	4
CI		
positive	13	1
negative	3	3

PET: sensitivity 94%, specificity 100%  
 CI: sensitivity 81%, specificity 75%  
 (CI: conventional image)

염증 병소이었다. 폐암과 신세포암 1예에 CT 상 음성인 환자에서 PET는 양성을 보였고 조직 검사 상 재발로 확인되었다(Table 7).

## 고 찰

PET는 생화학적 대사 차이를 이용하여 종양과 정상 세포를 구별할 수 있는 진단 방법으로 고안되었다. 종양 환자에서 PET는 처음에는 뇌종양에서 이용되기 시작하여<sup>3, 7, 8)</sup> 현재는 여러 종류의 암에서 이용되고 있다. PET는 기존의 방사선학적 검사가 해부학적 영상만을 보여주는데 비하여 대사 기능적 영상이므로 더 높은 예민도를 가질 수 있으며 세포의 병태 생리학적 정보를 알 수 있다<sup>9)</sup>. 또한 암조직이 형태학적으로 검출이 가능할 만큼 성장하기 전에 대사 양상의 변화를 통하여 진단하므로 더 일찍 재발을 판정할 수 있을 것으로 생각한다.

이 연구에서는 종양의 대사적 특징을 이용한 전신 F-18 FDG PET가 암의 재발 여부 판정에 이용될 수 있는지 알아보았다. 검사 결과 F-18 FDG PET는 기존의 방사선학적 검사나 종양 표지자에 비하여 높은 진단 성능을 보였다. 각 종양별로 분류하여 진단 성능을 비교하였을 때에도 종양의 종류와 관계없이 전신 F-18 FDG PET는 기존의 방사선학적 검사보다 높은 예민도와 특이도를 보였다.

재발 여부의 판정을 위하여 조직 검사가 시행된 환자는 38명이었으며 나머지 환자는 임상적으로 재발 여부가 판정되었다. 대상 환자 전체에서 조직 검사를 시행하는 것이 더 정확한 결과를 보이겠으나 조직 검사

가 어려운 부위의 암이나 임상적으로 암의 재발 여부 판정이 가능한 경우는 조직 검사가 시행되지 않았다. 기존의 영상진단법, 종양표지자 수치, PET 소견을 참조하여 임상적으로 암의 재발을 판정하였으므로 이들 검사의 예민도, 특이도가 실제 수치보다 다소 높게 나타날 가능성도 있다.

종양 표지자에 의한 재발 여부 판정은 방사선학적 검사 소견과 비슷한 결과를 얻었다. 그러나 종양 표지자는 제한된 암에서만 의미가 있으며 그 자체로서 재발 여부 판정에 이르는 어렵고 재발 부위를 판정하는 다른 영상진단법이 필요하다는 단점이 있다. 실제로 종양 표지자는 방사선학적 영상에 부수적인 진단방법으로 이용하고 있다<sup>6)</sup>.

전신 F-18 FDG PET는 국소 부위의 영상 외에 전신 영상을 함께 얻을 수 있으므로 여러 부위에서 재발한 경우 진단이 쉽고 예상치 못한 부위의 원격 전이를 찾아낼 수 있다는 장점이 있다. 이 연구에서는 간 전이나 폐 전이가 우연히 발견된 사례가 있다. 따라서 암의 수술 후 경과 관찰에서 필요한 추적 검사로 단독으로 사용할 수도 있을 것이다.

이 연구에서는 PET 영상 소견 뿐 아니라 SUV를 측정하여 판단의 지표로 사용하였다. SUV는 반경량적 지표로 FDG 섭취가 증가되어 있는 병소가 의미 있는지를 판정하는데 이용된다. 본 교실의 기준은 다른 보고와 비슷하게 3.0 이상을 악성종양의 기준으로 하였고 대부분의 재발 병소에서는 5.0 이상의 높은 수치를 보였다. 그러나 SUV치는 PET영상 획득 시간에 따라, 관심영역의 크기에 따라, 비만도에 따라 변화하고 작은 병소에서는 partial volume effect가 있어<sup>10)</sup> 이 연구에서는 영상분석에서 단지 참고 자료로 사용하였다.

뇌 종양, 특히 신경교종은 경계가 불분명하고 침습적인 양상으로 성장하기 때문에 수술로써 완치를 기대하기 어렵다. 따라서 많은 경우 방사선 치료나 항암 요법을 병행하게 된다. 치료 후 재발 판정을 위하여 CT, MRI 등이 사용되고 있으나 이런 방사선적 검사법으로는 재발과 방사선 피사를 감별하지 못한다<sup>11)</sup>. PET는 특히 방사선 치료가 함께 시행된 경우 방사선 피사와의 감별에 큰 도움을 주는 것으로 알려져 있다<sup>7, 12)</sup>. 이 연구에서는 기존의 CT, MRI가 재발과 감별하지 못한 4예의 방사선 피사를 PET에서 음성으로 판정하였다.

두경부 암의 수술 후 재발 여부 판정은 두가지 점에

서 어려움을 가진다. 하나는 수술에 의한 해부학적 위치 변화와 재건 수술 등의 실행이며, 다른 하나는 추가적인 방사선 치료이다. 두경부 암에서 PET는 괴사, 섬유화, 수술 후 상흔 조직과 재발과의 감별을 위하여 유용하다는 보고가 있다<sup>13)</sup>. Greven 등도 FDG PET검사가 조직검사에 앞서 시행할 가치가 있다고 보고하였다<sup>14)</sup>. 이 연구에서는 방사선학적 검사에서 확인되지 않은 2예가 PET에서 재발로 판정되었으며 병리 검사 상 재발이 확인되었다.

난소암의 1차 치료 후 재발 판정을 위하여 기존의 컴퓨터 단층 촬영, 초음파, 자기 공명 영상 등을 시행하고 있으나 복막 및 장관막 등에 작게 퍼져 있는 경우 재발 여부 판정이 어렵고 진단 복잡성은 재발 암의 위치나 장 유착 정도에 따라 실행에 제한이 있다. 1차 치료 효과 판정과 재발 여부, 잔류 종양 여부 파악을 위하여 현재는 이차 추시 개복술과 같은 침습적 방법이 시행되고 있는 실정이다<sup>15-18)</sup>. 이 연구에서는 FDG PET 결과가 Hubner 등의 보고<sup>16)</sup>와 비슷하게 재발암의 진단에 높은 정확도를 보였다. 그러나 Karlan 등<sup>18)</sup>은 PET과 임상소견 모두 음성이었던 환자에서도 수술로 현미경적 재발암이 다수 있는 것을 보고하여, FDG PET 사용으로 불필요한 개복술을 줄일 수 있는지에 대한 본격적인 연구가 향후 수행되어야 한다.

대장암은 수술 후 재발이 많은 암으로 알려져 있으나 재발된 병변을 조기에 수술하여 제거하면 생존 기간의 연장을 기대할 수 있다. 조기 진단을 위하여 현재 이용되는 방법은 CEA, CT, MRI, 대장 내시경 등이거나 작은 병변을 조기에 발견하는 데는 미흡하였다. PET가 재발성 대장암의 재발여부 판정을 위하여 도움이 된다는 보고가 있으며<sup>19)</sup> Ito 등은 적은 수의 임상연구지만 100%의 정확도를 보인다고 보고하였다<sup>20)</sup>. 이 연구에서도 CT 상 보이지 않는 작은 병변을 PET를 이용하여 조기에 발견할 수 있었다. 그러나 사람에 따라서는 정상 소장 및 대장에서도 FDG의 섭취가 다양하게 나타나 판독에 지장을 주는 경우도 있었다.

전신 F-18 FDG PET는 암의 수술 후 경과 관찰에서 기존의 방사선학적 진단 방법이나 종양 표지자에 의한 방법보다 높은 진단 성능을 보였다. 이런 결과는 특히 난소암 등 부인과암과 뇌종양, 두경부암의 재발 판정에 유용한 결과를 보였으며 다른 암에서도 기존의 진단 방법보다 높은 진단률을 보였다. 통계적으로 의미

있는 결과를 얻으려면 더 많은 증거가 필요할 것으로 생각한다.

### 요 약

암으로 수술을 받은 104명의 환자를 대상으로 수술 후 암의 재발 판정을 위하여 FDG PET를 시행하였다. 대상환자는 뇌종양 14명, 두경부 암 15명, 부인과 암 23명, 소화기계 암 16명, 갑상선 암 16명, 기타 암 20명이었다. 기존의 방사선학적 검사법인 CT, MRI 등을 함께 시행하였고 종양표지자를 측정하여 PET소견과 비교하였다. 재발유무를 조직검사나 임상 경과 관찰에 의하여 판정하였다.

FDG PET는 암의 재발 판정에 있어서 94%의 예민도와 92%의 특이도를 보여주었다. CT나 MRI 등 기존의 방사선학적 진단법의 예민도는 78%, 특이도는 68% 이었으며 대장암, 난소암, 갑상선암에서 측정된 종양표지자는 예민도 71%, 특이도 84%를 보였다. 난소암 등 부인과암과 뇌종양에서 특히 PET는 다른 진단법에서보다 높은 진단 능력을 보여 주었다.

전신 FDG PET는 암의 재발 판정을 위해 유용하게 이용될 수 있을 것으로 생각한다.

### 참 고 문 헌

- 1) Weber G : *Enzymology of cancer cell*. New Eng J Med 1997;296(10):541-551
- 2) Gallager BM, Fowler JS, Gutterson NI, MacGregor RR, Wan Wolf AP : *Metabolic trapping as a principle of radiopharmaceutical design: some factors responsible for the biodistribution of F-18 deoxy-2-fluoro-D-Glucose*. J Nucl Med 1989;19:1154-1161
- 3) Coleman RE, Hoffman JM, Hanson MW : *Clinical application of PET for the evaluation of brain tumors*. J Nucl Med 1991;32:616
- 4) Devita VT, Hellman S, Rosenberg SA : *Cancer principles and practice of oncology 5th edition pp 674-679*, Philadelphia, New York, Lippincott-Raven, 1997
- 5) Szymendera J, Nowacki MP, Szalowski AW, Kaminska JA : *Predictive value of plasma CEA levels: Preoperative and prognosis and postoperative monitoring of patients with colorectal*

- 6) Makar APH, Kristensen GB, Kaem J, Borner OP, Abler VM, Trope CG : *Prognostic value of pre- and postoperative serum CA 125 levels in ovarian cancer: new aspects and multivariate analysis*. Obstet Gynecol 1992;79:1002
- 7) Dichiro G, Oldfield E, Wright DC, De-Michele D, Katz DA, Patronas NJ, Doppman JL, Larson SM, Ito M, Kufta CV : *Cerebral necrosis after radiotherapy and/or intraarterial chemotherapy for brain tumors: PET and neuropathologic studies*. AJR 1988;150(1):189-97
- 8) Doyle WK, Budinger TF, Valk PE, Levin VA, Gutin PH : *Differentiation of cerebral radiation necrosis from tumor recurrence by [<sup>18</sup>F] FDG and <sup>82</sup>Rb positron emission tomography*. J Comput Assist Tomogr 1987;11:563-570
- 9) Minn H, Joensuu H, Ahonem A : *Fluorodeoxyglucose imaging: a method to assess the proliferative activity of human cancer in vivo*. Cancer 1988;61:1776-1781
- 10) Keyes JW : *SUV: Standard uptake or silly useless value?* J Nucl Med 1995;36:1836-1839
- 11) Lilja A, Lundqvist H, Olsson Y, Spannare B, Gullberg P, Langstrom B : *Positron emission tomography in differential diagnosis between recurrent or residual glioma and treatment induced brain lesions*. Acta Radiol 1989;30:121-128
- 12) Mogard J, Kihlstrom L, Ericson K, Karlsson B, Guo WY, Stone-Elander S : *Recurrent tumor us radiation effects after gamma knife radiosurgery of intracerebral metastases: Diagnosis with PET-FDG*. J Comput Assist Tomogr 1994;18(2):177-181
- 13) Rege S, Maass A, Chaiken L, Hoh CK, Choi Y, Lufkin R, Anzai Y, Juillard G, Maddahi J, Phelps ME : *Use of positron emission tomography with fluorodeoxyglucose in patients with extracranial head and neck cancer*. Cancer 1994;73:12-15
- 14) Greven KM, Williams III DW, Keyes JW, McGuirt WF, Harkness BA, Watson NE, Raven M, Frazier LC, Geisinger KR, Cappellari JO : *Distinguishing tumor recurrence from irradiation sequelae with positron emission tomography in patients treated for larynx cancer*. Int J Radiation Oncology Biol Phys 1994;29:841-845
- 15) Brenner DE, Shaff NI, Jones HW, Grash WW, Greco FA, Burnett LS : *Evaluation in patients undergoing second look laparotomy for ovarian carcinoma*. Obstet Gynecol 1985;65:715-720
- 16) Hubner KF, McDonald TW, Niethammer JG,



- Smith GT, Gould HR, Buonocore E: *Assessment of primary and metastatic ovarian cancer by positron emission tomography using 2-[<sup>18</sup>F]Deoxyglucose*. *Gynecol Oncol* 1993;51:197-204
- 17) Casey MJ, Gupta NC, Muths CK: *Experience with positron emission tomography scans in patients with ovarian cancer*. *Gynecol Oncol* 1994; 53:331-338
- 18) Karlan BY, Hawkins R, Hoh C: *Whole body positron emission tomography with 2-(<sup>18</sup>F)-fluor 2-deoxy-D-glucose can detect recurrent ovarian carcinoma*. *Gynecol Oncol* 1993;51:175-181
- 19) Haberkorn U, Strauss LG, Dimitrakopoulou A, Engenhardt R, Oberdorfer F, Ostertag H, Romahn J, Kaick G: *PET studies of fluorodeoxyglucose metabolism in patients with recurrent colorectal tumors receiving radiotherapy*. *J Nucl Med* 1991;32:1485-1490
- 20) Ito K, Kato T, Tadokoro M, Ishiguchi T, Oshima M, Ishigaki T, Sakuma S: *Recurrence rectal cancer and scar: Differentiation with PET and MR imaging*. *Radiology* 1992;182:549-552