대한외과학회지 : 제 65 권 제 1 호
Vol. 65, No. 1, July, 2003

□ 원 저 □

담도 췌장암에서 양전자방출 단층촬영의 임상적용

서울대학교 의과대학 외과학교실 및 [1]핵의학교실

박윤찬 · 김선회 · 윤유석 · 안영준 · 장진영 · 김유경[1] · 정준기[1] · 이건욱 · 박용현

Clinical Application of FDG-PET in Biliary-pancreatic Malignancy

Yoon-Chan Park, M.D., **Sun-Whe Kim,** M.D., **Yoo-Seok Yoon,** M.D., **Young Joon Ahn,** M.D., **Jin-Young Jang,** M.D., **Yu Kyeoung Kim,** M.D.[1], **June-Key Jung,** M.D.[1], **Kuhn Uk Lee,** M.D. and **Yong-Hyun Park,** M.D.

Purpose: This study was done to review our clinical experience of fluorodeoxyglucose (FDG)-positron emission tomography (PET) in biliary-pancreatic malignancies, and evaluated its diagnostic accuracy and usefulness.
Methods: FDG-PET was performed in 15 patients with biliary-pancreatic malignancies, to determine the extent of the disease (n=9) and to detect the recurrence (n=6).
Results: Of the 9 patients with a suspected loco-regional spread, 6 patients were disclosed by FDG-PET as having multiple metastasis to the regional lymph nodes and extra-peritoneal organs, but the other 3 showed no evidence of regional or distant metastasis. Thus, FDG-PET performed preoperatively to estimate the extent of the disease, showed sensitivity and specificity of 100%, respectively. However, for the detection of a recurrent disease only 3 out of 5 with recurrent diseases were detected by FDG-PET (sensitivity: 60%). FDG-PET revealed one suspected recurrent lesion, but a computed tomography (CT) scan showed no evidence of a recurrence. Due to the 2 false-negative results, the overall sensitivity and specificity of this study were 81.8 (9/11) and 100% (4/4), respectively.
Conclusion: Unnecessary surgical procedures were avoided in 6 cases, and 3 curative surgeries aborted through the use of FDG-PET. Despite the lack of cases, FDG-PET was useful in estimating the extent of a disease, but was unsatisfactory in detecting a recurrent disease compared to CT. Coupled with conventional imaging, FDG-PET may also provide more helpful information for biliary-pancreatic malignancies as well. **(J Korean Surg Soc 2003;65:61-68)**

Key Words: PET, Staging, Recurrence
중심 단어: 양전자방출 단층촬영, 병기 진단, 재발

Departments of Surgery and [1]Nuclear Medicine, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

서 론

암세포에서는 정상 세포에 비하여 해당 작용이 활발한 것으로 알려져 있으며(*1*) 종양의 이러한 대사적 특징을 이용하여 암을 영상화하려는 시도로 F-18 FDG (fluorodeoxyglucose) 양전자방출 단층촬영(positron emission tomography; PET)이 실용화되었다.(*2*) 포도당 유도체인 deoxyglucose는 세포 내로 포도당과 동일하게 포도당 운반체와 hexokinase에 의하여 운반되나 더 이상 인산화하지 않고 세포 내에 머무른다.(*3*) Deoxyglucose에 양전자방출 동위원소인 F-18을 표지시켜 방출된 감마선으로 세포내 포도당 대사를 영상화한 것이 FDG-양전자방출 단층촬영이다. FDG-양전자방출 단층촬영은 세포의 생화학적 특성을 반영한 대사 영상이므로 기존의 형태학적 영상 진단법인 전산화단층촬영(computed tomography; CT)나 자기공명영상(magnetic resonance imaging; MRI)과 달리 생화학적, 기능적 정보를 얻을 수 있는 것이 특징이다. 이러한 양전자방출 단층촬영은 미국, 유럽 등지에서는 상당히 보편화되어 있으며, 외과 영역에서도 유방암, 두경부 종양, 대장암 등에서는 원발부의 진단, 원격전이 여부와 치료 후의 추적 및 재발의 판정에 많이 이용되고 있다. 간담췌 영역에서는 췌장종괴의 감별진단에서 비교적 높은 민감도와 특이도를 보이는 것으로 보고는 되고 있지만 국내에서는 아직도 임상적 적용이 미비한 실정이다. 서울대학교 병원에서는 최근 3년간 담도 췌장암에서 수술 전후의 환자상태 파악에 양전자방출 단층촬영을 이용하였는 바 그 초기경험을 보고하는 바이다.

책임저자 : 김선회, 서울특별시 종로구 연건동 28
㉾ 110-744, 서울대학교병원 외과
Tel: 02-760-2315, Fax: 02-745-2282
E-mail: sunkim@plaza.snu.ac.kr
접수일 : 2003년 2월 20일, 게재승인일 : 2003년 3월 27일

방 법

1999년 1월부터 2001년 12월까지 담도 췌장암으로 서울대학교 병원에 내원하여 병기결정 및 재발진단을 위해 FDG-양전자방출 단층촬영을 시행한 15명의 환자들을 대상으로 하였다. 15명의 환자들 중, 9명은 수술 전 근치적 절제의 가능성을 알아보기 위해 양전자방출 단층촬영을 시행하였고, 6명은 수술 후 재발여부를 판단하는 데 도움을 얻기 위해 시행하였다. 질병별로는 췌장암이 8예로 가장 많았으며 담낭암이 4예, 총수담관암이 3예이었다. 대상 환자들에 있어 양전자방출 단층촬영의 시행 이유와 검사 결과, 기존의 진단법과의 비교, 시행 후의 환자들의 추적 결과를 알아보았다.

수술 전 근치적 절제의 가능성을 확인하기 위한 병기 결정에서의 전산화단층촬영과 양전자방출 단층촬영의 비교는 림프절 전이와 원격전이를 비교하였고 전산화단층촬영에서의 림프절전이의 기준은 크기가 1 cm 이상이거나 여러 림프절이 밀집(conglumeration)되어 있는 경우로 하였다. 전산화단층촬영과 양전자방출 단층촬영의 정확도 비교를 위한 최종진단은 수술을 시행한 경우는 수술 후 병리조직검사를, 수술을 시행하지 않은 환자에 있어서는 추적기간 동안의 임상적 변화를 기준으로 판단하였다.

1) 양전자방출 단층촬영 검사법

전신 FDG-양전자방출 단층촬영은 ECAT EXACT 47 scanner (Siemens-CTI, Munich, Germany)를 이용하였다. 전신과 국소 부위를 Ge-68을 이용하여 투과 스캔을 얻고 감쇠지도를 작성하였다. 전신 영상은 370 MBq (10mCi)의 FDG를 주사한 후 60분부터 한 번에 16.5 cm 길이로 5~6개의 연속 영상을 획득하여 구하였다. 감쇠지도를 이용하여 감쇠보정 후 역투사방법(back-projection)으로 영상을 재구성하였다. 전신 영상을 얻은 후 30분간 상복부의 관심 영역에서 국소 영상을 얻었다. 조직의 섭취량을 단위 체중당 주사량으로 나누어 표준섭취계수(standardized uptake value; SUV)를 구하였다. 전신 영상은 재투사 영상을 구성하여 회전 영상을 판독하였으며 전신 횡축 단면 표준섭취계수 영상을 만들어 관심 영역의 표준섭취계수를 구하였다. 부분 영상은 감쇠 보정한 횡축, 관상, 시상, 단면을 얻어 판독하고 병변 부위 표준섭취계수를 구하였다. SUV 값이 3.0 이상이거나 주변 조직에 비하여 현저히 높은 섭취율을 보이는 경우에 양성으로 판정하였다.

결 과

1) 병기 결정(Table 1)

수술 전에 근치적 절제 가능성을 확인하기 위해 FDG-양

Table 1. Preoperative application of PET for evaluation of resectability

Pt. No.	Sex /Age	Diagnosis ogy	Lymph node			Distant metastasis		Treatment	Results
			CT	PET	Pathol	CT	PET		
1	M/65	Pancreas ca. (head)	Loco -regional	Loco-regional, paraaortic	(-)	(-)	Bone	Bypass surgery	Dead 14 month later
2	F/67	Pancreas ca. (body)	Loco -regional	Loco-regional, mesenteric	(-)		Liver	Chemotherapy	Dead 8 month later
3	M/50	Pancreas ca. (head)	Mesenteric, paraaortic	(-)	(-)	(-)	(-)	Pancreatoduo- denectomy	NED 20 month later
4	M/59	CBD ca.	Paraaortic	Paraaortic		(-)	Mediastinal LN	Stent insertion	Dead 10 month later
5	F/49	GB ca.	Paraaortic	Paraaortic		(-)	(-)	Chemotherapy	Dead 14month later
6	F/63	GB ca.	Paraaortic	Paraaortic		(-)	Liver, lung	Chemotherapy	Dead 7 month later
7	F/63	Pancreas ca. (tail)	(-)	(-)	(-)	Lung	(-)	Distal pancreatectomy	NED 52 month later
8	M/63	Pancreas ca. (head)	(-)	(-)		Liver	Liver, lung, bone Virchow's node	Chemotherapy	Dead 2 month later
9	F/42	CBD ca.	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	Pancreatoduo- denectomy	NED 25 month later

Ca = cancer; CBD = common bile duct; LN = lymph node; GB = gallbladder.

전자방출 단층촬영을 시행한 9명의 환자들 중 8명은 복부 전산화단층촬영에서 국소 진행성 병변(증례 1~6)이나 원격전이(증례 7, 8)가 의심되어 양전자방출 단층촬영을 시행하였고 나머지 1명(증례 9)은 이전의 위암의 재발인지 새로운 팽대부 주위암의 발생인지 감별하기 위해 양전자방출 단층촬영을 시행하였다.

이 중 6명(증례 1, 2, 4~6, 8)의 환자는 양전자방출 단층촬영을 시행한 결과에서 구역 림프절뿐만 아니라 대동맥 림프절 전이나 원격전이의 소견을 보여서 근치적 절제가 불가능할 것으로 판단되어 우회수술이나 스텐트 삽입, 항암제와 같은 고식적 치료만을 시행하였고 모두 양전자방출 단층촬영 시행 후 1년 이내에 임상적으로 말기의 상태가 되었으며 14개월 이내에 사망하였다(2~14개월). 나머지 3명의 환자(증례 3, 7, 9)는 수술 전 복부 전산화단층촬영에서 근치적 절제의 가능성이 적을 것으로 판단되었으나 양전자방출 단층촬영에서는 원발병소를 제외하고는 전신에 이상 소견이 없어 근치적 목적의 절제술을 시행하였고 모두 근치적 절제(췌십이지장절제술 2예, 췌미부절제술 1예)가 가능하였다. 이들 3명의 환자는 20개월, 25개월, 52개월의 추적관찰한 결과 현재까지 각각 재발의 증거 없이 잘 지내고 있다.

전산화단층촬영과 양전자방출 단층촬영의 림프절 전이에 대한 진단을 살펴보면 9예 중 6예에서 전산화단층촬영과 양전자방출 단층촬영의 소견이 일치하였으나 나머지 3예(증례 1~3)에서는 일치하지 않았다. 증례 1과 2의 환자들은 각각 전산화단층촬영에서 발견되지 않은 대동맥 림프절 전이와 장간막 림프절 전이가 양전자방출 단층촬영에서 발견되었고, 증례 3의 환자는 전산화단층촬영에서 장간막 림프절과 대동맥 림프절 전이가 의심이 되었으나 양전자방출 단층촬영에서는 이상소견이 없었다(Fig. 1). 원격전이에 대한 진단은 2예(증례 3, 9)에서만 일치된 소견을 보였을 뿐, 4예(증례 1, 2, 4, 6, 8)에서는 전산화단층촬영에서 발견되지 않은 전이가 양전자방출 단층촬영에서 발견되었고 1예(증례 7)에서는 CT에서 폐전이가 의심이 되었으나 양전자방출 단층촬영에서는 이상 소견이 없었다(Fig. 2, 3). 수술을 통한 병리조직학적 소견이나 추적관찰을 통한 임상적인 결과를 기준으로 하였을 때 양전자방출 단층촬영의 소견이 모두 적합한 것으로 판명이 되었다. 결과적으로 병기의 진단을 위한 양전자방출 단층촬영의 민감도와 특이도는 100% (각각 6/6, 3/3)이었으며, 따라서 100% (9/9)의 정확도를 보였다.

2) 재발의 진단(Table 2)

수술 후 재발의 여부를 확인하기 위해서 양전자방출 단층촬영을 시행한 6명의 환자들 중 3명(증례 10~12)은 복부 전산화단층촬영에서 재발이 의심되었고 나머지 3명(증례 13~15)은 추적기간 중 종양 표지자(CA19-9)가 지속적으로 상승하였으나 복부 CT에서는 재발의 증거를 찾을 수 없어 양전자방출 단층촬영을 시행하였다.

복부 전산화단층촬영에서 재발이 의심되었던 3명의 환자 중 2명(증례 10, 11)은 양전자방출 단층촬영결과에서도

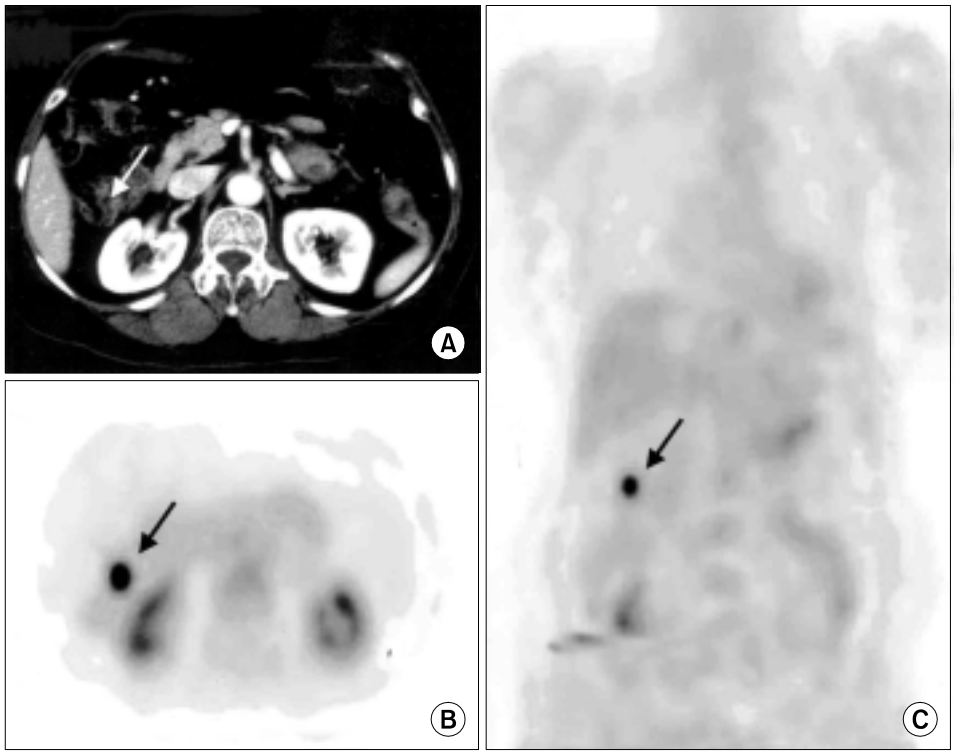

Fig. 1. FDG-PET detected mesenteric lymph node metastasis which was false-negative in abdominal CT scan (A). (B) Transaxial view of FDG-PET shows hypermetabolic lesion. (C) Coronal view of FDG-PET (Case 2).

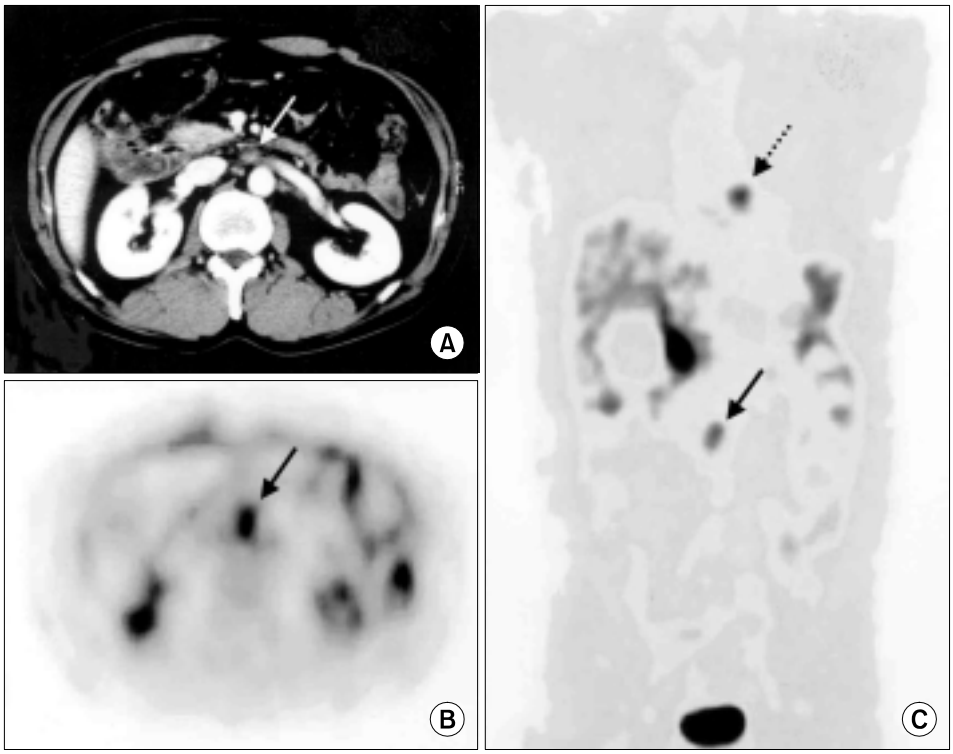

Fig. 2. (A) 1 cm sized paraaortic lymph node detected by abdominal CT scan which could give only an uncertain answer. (B) Transaxial view of FDG-PET showed increased FDG uptake in paraaortic area. (C) Coronal view of FDG-PET also showed increased FDG uptake in paraaortic area (arrow) and mediastinal area additionally (dashed arrow) (Case 4).

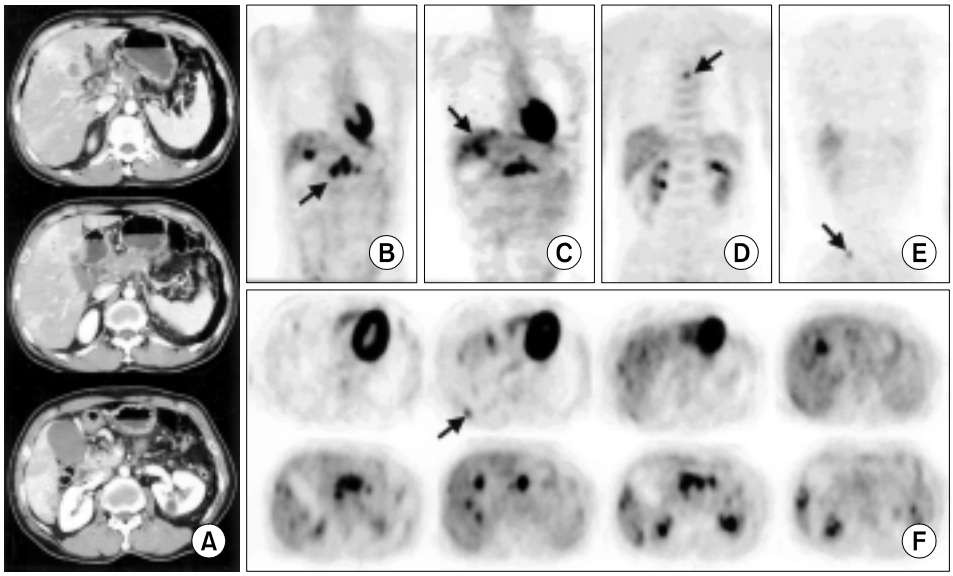

Fig. 3. FDG-PET showed primary lesion of pancreatic head cancer (B), and liver metastasis (C) which was detected as liver metastasis by abdominal CT scan (A). FDG-PET additionally showed multiple bone metastasis to mid thoraxic spine (D), ileum (E), and ribs (F) (Case 8).

재발로 진단되었고 나머지 1명(증례 12)은 양전자방출 단층촬영에서 정상 소견을 보였다. 복부 전산화단층촬영과 양전자방출 단층촬영에서 모두 재발로 진단된 2명 중 1명(증례 10)은 경피적 침생검을 통해 재발을 확인하였고, 1명(증례 11)은 8개월 후 현재 임상적으로 다발성 전이의 소견을 보이고 있다. 복부 전산화단층촬영에서 재발로 진단되었으나 양전자방출 단층촬영에서 음성으로 나온 1명(증례 12)은 22개월이 지난 현재까지 임상적으로 재발의 증거 없이 잘 지내고 있으며 추적 전산화단층촬영에서도 더 이상의 진행이 없어 재발이 아닌 것으로 판명되었다(Fig. 4).

수술 후 추적기간 중 종양 표지자(CA19-9)가 지속적으로 상승하였지만 복부 전산화단층촬영에서 재발의 증거를 찾을 수 없었던 3명의 환자 중 1명(증례 13)은 양전자방출 단층촬영에서 재발을 확인할 수 있었으나 나머지 2명(증례 14, 15)은 양전자방출 단층촬영에서도 음성의 결과를 보였다(Fig. 5). 이들 중 2명(증례 13, 14)은 각각 3개월과 5개월

Table 2. Postoperative application of PET for detection of recurrence

Pt. No.	Age /Sex	Diagnosis	Previous op	CA 19-9	CT	PET	Final results
10	M/54	Pancreas ca. (tail)	Distal pancreatectomy (7 months ago)	Not checked	Recurred mass at remnant pancreas	Recurred mass at remnant pancreas	Cancer at PCNB
11	M/49	GB ca.	Extended cholecystectomy (32 months ago)	(-)	Paraaortic LN	Paraaortic LN	Multiple seeding at CT after 8 months
12	M/67	AGC, IPMN	RSG median pancreatectomy (16 months ago)	(-)	Recurred mass at remnant pancreas	(-)*	NED after 22 months F/U
13	M/51	CBD ca.	Pancreatoduodenectomy (20 months ago)	↑	(-)	Regional LN	Multiple LNE at CT after 3 months
14	M/66	GB ca.	Simple cholecystectomy (35 months ago)	↑	(-)	(-)	Multiple seeding at CT after 5 months
15	F/46	Pancreas ca. (body)	Appleby op (32 months ago)	↑	(-)	(-)	Liver meta at explolaparotomy after 2 months

PCNB = percutaneous needle biopsy; AGC = advanced gastric cancer; IPMN = intraductal papillary mucinous neoplasm; RSG = radical subtotal gastrectomy; NED = no evidence of disease; *slightly increase of FDG uptake (SUV: 1.8).

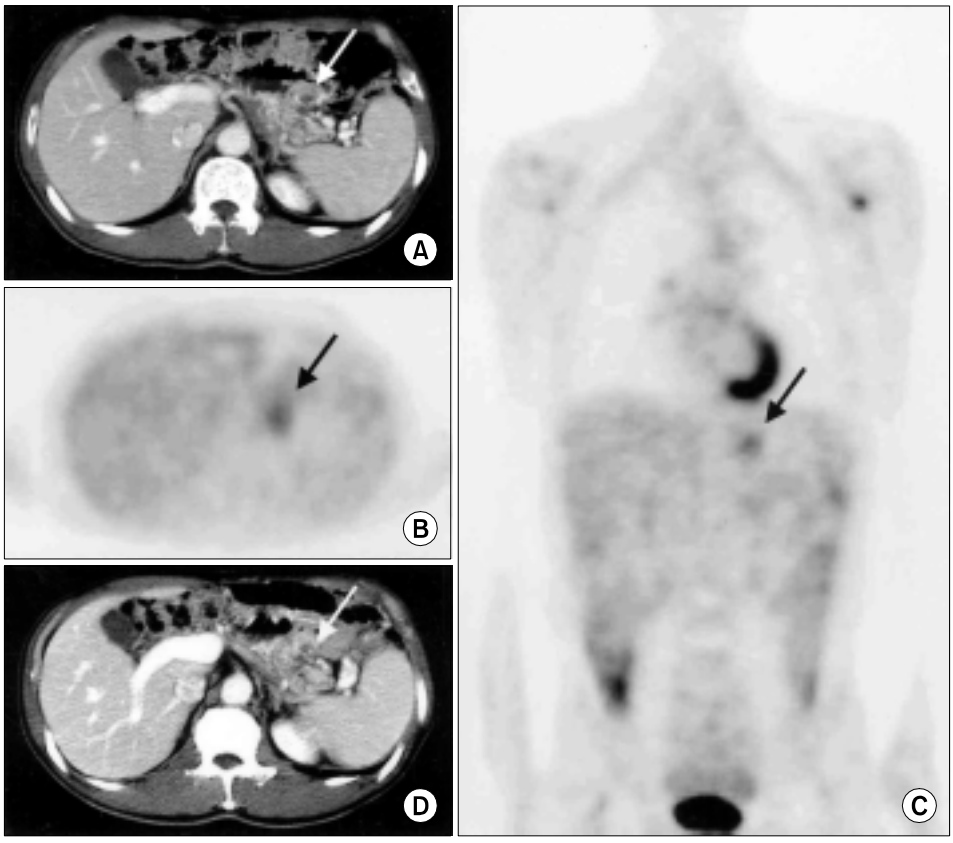

Fig. 4. A case of false-positive in abdominal CT scan and negative in FDG-PET. (A) Recurrence of IPMN was suspicious in CT scan. (B) and (C) showed slightly increase FDG uptake (SUV: 1.8) (arrow). (D) This lesion was not changed in follow-up CT scan after 22 months (Case 12).

후에 다시 시행한 전산화단층촬영에서 복강 내 파종성 전이를 비롯한 재발이 확인되었다. 나머지 1명(증례 15)은 2개월 후 시행한 개복술에서 간전이가 확인되었으며 간절제술을 시행한 후 병리조직검사상 원발종양인 췌장암의 전이성 병변으로 확진되었다.

결과적으로 수술 후 재발의 여부를 확인하기 위해 양전

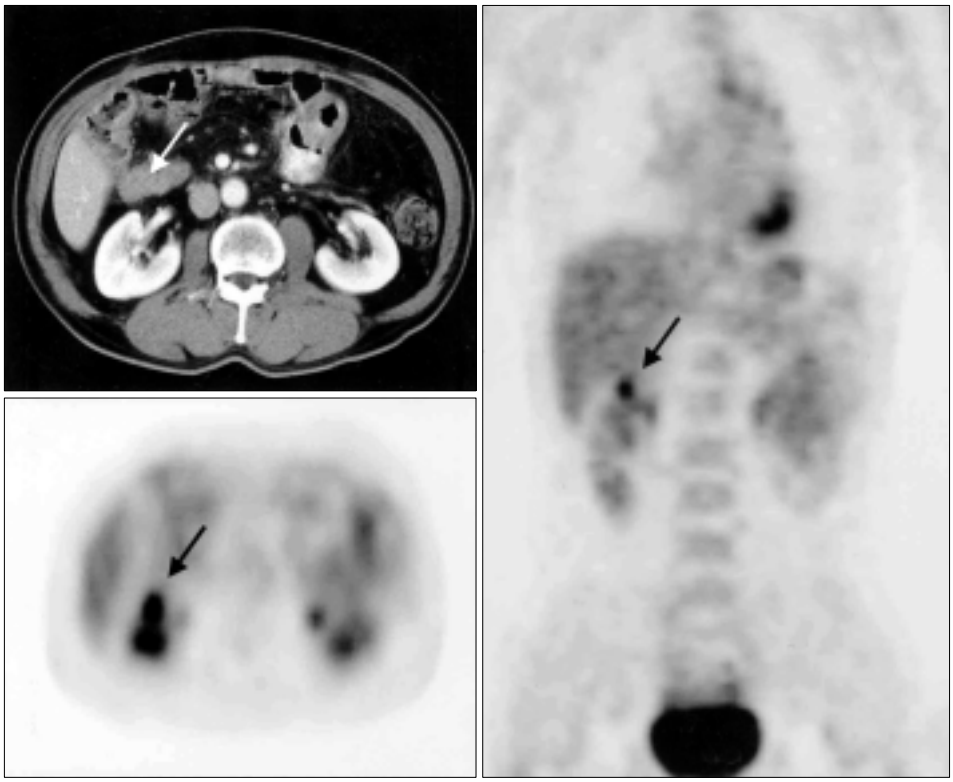

Fig. 5. FDG-PET detected recurrence of common bile duct cancer which was not detected by CT scan (A). (B) Transaxial view of FDG-PET, (C) Coronal view of FDG-PET (Case 13).

자방출 단층촬영을 시행한 경우에 있어 복부 전산화단층촬영에서 위양성으로 진단된 1명의 환자에서 양전자방출 단층촬영을 통해 재발이 아닌 것으로 확인할 수 있었고, 전산화단층촬영에서 위음성이었던 3명 중 1명에서 재발을 발견할 수 있었다. 짧은 추적기간 후에 전산화단층촬영 결과나 임상적으로 재발이 확인된 5명 중 2명에서는 양전자방출 단층촬영에서 음성이었으며, 3명만이 양성으로 나와 민감도는 60% (3/5), 특이도는 100% (1/1)이었다.

수술 전 병기의 결정과 재발의 진단을 종합하였을 때 양전자방출 단층촬영의 민감도는 81.8% (9/11)였고, 특이도는 100% (4/4)이었으며 정확도는 86.7% (13/15)이었다.

고 찰

FDG-양전자방출 단층촬영은 생화학적 대사 차이를 이용하여 종양과 정상 세포를 구별할 수 있는 진단 방법으로 고안되었다. 종양 환자에서 FDG-양전자방출 단층촬영은 처음에는 뇌종양에서 이용되기 시작하여 현재는 여러 종류의 암에서 이용되고 있다.(*3-5*) 이러한 FDG-양전자방출 단층촬영의 장점으로는 첫째, 기존의 방사선학적 검사가 해부학적 영상만을 보여주는 데 비하여 대사 기능적 영상이므로 더 높은 민감도를 가질 수 있으며 세포의 병태 생리학적 정보를 알 수 있다.(*6*) 즉, 질병의 단계에서 볼 때 형태적인 변화이전에 생화학적, 기능적인 이상이 나타나게 되는데, 기존의 전산화단층촬영, 자기공명영상 등의 검사들이 주로 인체의 해부학에 기초한 형태학적인 정보만을 주는 데 비해 FDG-양전자방출 단층촬영은 이에 더해서 생체 내에서의 생화학적, 기능적 정보를 얻을 수 있어 질병을 진단하는 데 있어 많은 도움을 얻을 수 있다. 둘째, 표준섭취계수를 이용하여 조직에 흡수된 방사성 동위원소의 정량적인 측정이 가능하여 초음파나 전산화단층촬영, 자기공명영상 등에 비해 좀 더 객관적인 진단이 가능하다. 따라서 기존의 영상진단법으로는 찾기 힘든 직경 1 cm 이하의 작은 병소까지도 발견이 가능하다. 셋째, 비침습성 검사이고 넷째, 단 한번의 검사로 인체 전부를 살펴볼 수 있는 것이 장점으로 알려져 있는데, 본 연구에서도 전산화단층촬영에서 국소 진행성 병변이 의심되어 수술 전 병기 판단을 위해 FDG-양전자방출 단층촬영을 시행한 6예 중에서 5예에서 폐, 뼈, Virchow 림프절 등 기존의 복부 전산화단층촬영으로는 한 번에 확인하기 힘든 전신적인 원격전이를 찾아내는 성과가 있었다. 이러한 많은 장점들로 인해서 미국, 유럽 등지에서는 상당히 보편화되어 있으며 일반외과 영역에서도 유방암, 대장항문암, 두경부종양 등의 분야에서는 원발병소의 확인과 병기의 진단 그리고 추적기간 동안의 재발의 진단에 있어 많은 이용과 연구가 진행되고 있다. 담도 췌장 영역에서는 췌장 종괴의 감별진단과 췌장암의 병기 판단에 주로 이용되고 있는데 보고자에 따라 다소 차이는 있으나 85% 이상의 민감도와 50% 이상의 특이도를 보고하고 있

다.(*7-13*)

이러한 많은 장점에도 불구하고 담도 췌장 영역의 질환에서 췌장 종괴의 감별 진단 이외에는 아직도 그리 많은 환자에서 이용되고 있지 않은 것은 현재 양전자방출 단층촬영이 가지고 있는 몇 가지의 한계점에 그 원인이 있다고 생각되어진다. 즉 첫째로 공간적인 세밀한 해상력이 떨어진다는 점이다. 특히 간문부를 포함한 담도 췌장영역은 인체의 다른 부분에 비해서 상대적으로 해부학적인 구조가 매우 복잡하므로 수술 전 종양에 의한 중요혈관 침습 등을 판단하는 데는 아직도 부족한 점이 있다. 바로 이러한 한계점으로 인해서 현재까지 담도 췌장영역에서의 양전자방출 단층촬영의 임상적용이 다른 부위의 종양에 비해서는 다소 미진한 것으로 생각되며 따라서 수술 전 중요 혈관 침습을 비롯한 종양의 국소 침윤의 정도를 판단하기 위해서는 전산화단층촬영을 비롯한 기존의 해부학적인 영상진단과의 상호 보완적인 사용이 필요하다 할 수 있겠다.(*7,13*) 둘째 Fluorine-18-deoxyglucose (FDG)는 반드시 종양세포에만 특이적으로 축적되는 것은 아니고 포도당대사가 증가되어 있는 경우에는 양성질환에서도 축적될 수 있기 때문에 위양성(false-positive)의 문제가 있다는 점이다. 실제로 악성 종양의 진단에 있어 FDG-양전자방출 단층촬영의 정확도를 보고한 24개의 보고들 중에 민감도(sensitivity)는 72.7%에서 100%까지, 특이도(specificity)는 60%에서 100%까지로 다양하였는데, 24예의 보고 중에서 21개의 보고에서 85% 이상의 민감도를 나타낸 것과 달리 11개의 보고에서만 85% 이상의 특이도를 보여서 높은 민감도에 비해서는 상대적으로 특이도가 낮은 것으로 보고되고 있다.(*14*) 예를 들면 급성이나 만성 염증질환 등에서 포도당 대사가 증가되어 있는 경우에는 위양성의 결과가 나올 수 있다.(*7,15*) 또한 수술이나 방사선 조사 후 치료에 대한 반응으로 종양의 FDG 섭취 감소가 발생하지만 주위조직은 거대세포침윤과 세포수선과정의 활성화로 인해 포도당 대사가 증가되어 FDG 섭취의 증가를 초래하게 된다는 보고도 있다.(*16,17*) 셋째, 혈당치가 높거나 당뇨가 있는 경우에는 주위 정상조직의 경쟁적인 포도당 섭취에 의해 악성종양 조직의 FDG의 섭취가 상대적으로 낮게 나타날 수 있어 위음성(false-negative)의 결과를 초래할 수도 있다는 보고가 있으며,(*18-20*) 실제로 본 연구에서 위음성의 양전자방출 단층촬영결과를 보인 2명 중 1명의 환자는 당뇨가 있었던 것으로 확인되었다. 따라서 보다 정확한 FDG-양전자방출 단층촬영의 시행을 위해서는 급성 염증과 당뇨의 유무, 그리고 수술 및 방사선 치료의 과거력이 있는지 등을 고려하여 신중히 판단하여야 할 것으로 생각한다.

본 연구의 대상이 된 15예의 증례를 전체적으로 살펴보면 양전자방출 단층촬영은 81.8% (9/11)의 민감도와 100% (4/4)의 특이도를 보였으며 결과적으로 86.7% (13/15)라는 비교적 만족할 만한 정확도를 보였다. 또한 양전자방출 단층촬영을 통해서 6예에서는 불필요한 수술을 피할 수 있었으며 3예에서는 자신 있게 개복술을 결정할 수 있었고, 전산화단층촬영에서 재발이 의심되었던 1예에서는 양전자방출 단층촬영을 통해 재발이 아님을 확인할 수 있었다는 점은 담도 췌장영역의 질환에서도 양전자방출 단층촬영이 선택적인 환자에서는 도움을 줄 수 있을 것임을 시사한다고 하겠다. 즉 아직까지 양전자방출 단층촬영이 종양의 국소 진행정도를 평가하는 데 있어서 전산화단층촬영을 능가하거나 대체할 만하지는 않지만 전산화단층촬영과 상호 보완적으로 사용할 경우에 수술 전 환자의 병기 진단에 있어서 추가적인 많은 도움을 기대할 수 있을 것으로 생각된다. 하지만 본 연구에서 전산화단층촬영에서 위양성이었던 4예는 양전자방출 단층촬영에서 모두 음성으로 확인할 수 있었으나 수술 후의 추적관찰 기간 동안의 전산화단층촬영에서 위음성이었던 3예의 재발 중 1예에서만 양전자방출 단층촬영을 통해 재발을 확인할 수 있었다. 따라서 수술 전 림프절 전이 및 원격전이의 여부를 포함한 병기 진단에 있어서는 양전자방출 단층촬영이 뛰어난 능력을 보인 데 비해 수술 후의 재발 진단에 있어서는 전산화단층촬영보다 그리 높은 정확도를 보였다고 할 수는 없겠다. 지금까지 담도 췌장 영역의 악성 종양의 수술 후 재발여부의 판단은 대부분 전산화단층촬영과 초음파에 의존해 왔으나 민감도와 특이도가 떨어지며 일부의 환자에 있어서는 CA19-9를 비롯한 종양 표지자를 이용하기도 하고 있지만 재발 부위를 확인할 수 없다는 한계점이 있어 아직까지 재발을 조기에 진단하는데 있어 만족할 만한 검사는 없는 것이 현실이다. 이러한 면에서 볼 때 생화학적, 기능적 영상을 제공하는 양전자방출 단층촬영에 대한 기대가 더욱 크다 하겠는데, 현재 FDG 이외의 다른 동위원소를 이용한 표지자와 좀 더 해상력이 우수한 양전자방출 단층촬영-scanner의 개발이 이루어지고 있으므로 위에서 언급한 현재의 문제점들을 해결할 수 있을 것으로 생각되고 수술 전 병기 진단뿐만 아니라 재발의 조기 진단에 있어서도 도움을 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

결 론

담도-췌장영역의 악성 종양에서 수술 전 근치적 절제의 가능성을 포함한 병기 진단을 위해 FDG-양전자방출 단층촬영을 시행하였을 때 비교적 우수한 민감도와 특이도를 보였다. 수술 후 추적기간 중의 재발의 진단에 있어서는 비록 환자의 수가 작기는 하였지만 민감도가 다소 떨어지는 결과가 나왔으며 이는 수술 후의 방사선 치료의 영향과 검사 당시의 환자의 혈당치 등을 함께 고려하여 판단하여야 할 것으로 생각된다. 세밀한 국소 해부학적인 해상력이 다소 떨어지며 한정된 장비와 고가의 검사비로 인해 아직은 국내에서 담도-췌장영역에서 양전자방출 단층촬영의 임상

적용이 미비한 상태이긴 하지만 기존의 영상 진단법의 한계점을 많이 보완할 수 있는 새로운 진단 도구인 것으로 생각되며 앞으로 더 많은 환자에서의 임상 적용과 연구가 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

1) Weber G. Enzymology of cancer cell. New Eng J Med 1997; 296:541-51.
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;19:1154-61.
3) Coleman RE, Hoffman JM, Hanson MW. Clinical application of PET for the evaluation of brain tumors. J Nucl Med 1991; 32:616-22.
4) Doyle WK, Budinger TF, Valk PE, Levin VA, Gutin PH. Differentiation of cerebral radiation necrosis form tumor recurrence by [^{18}F] FDG and 82Rb position emission tomography. J Comput Assist Tomgr 1987;11:563-70.
5) Dichiro G, Oldfield E, Wright DC, De-Michele D, Katz DA, Patronas NJ, et al. Cerebral necrosis after radiotherapy and/or intraarterial chemotherapy for brain tumors: PET and neuropathologic studies. AJR 1988;150:189-97.
6) Minn H, Joensuu H, Ahonem A. Fluorodeoxyglucose imaging: a method to assess the proliferative activity of human cancer in vivo. Cancer 1988;61:1776-81.
7) Bares R, Klever P, Hauptmann S, Hellwig D, Fass J, Cremerius U, et al. F-18 fluorodeoxyglucose PET in vivo evaluation of pancreatic cancer. Radiology 1994;192:79-86.
8) Friess H, Langhans J, Ebert M, Beger HG, Stollfuss J, Reske SN, et al. Diagnosis of pancreatic cancer by 2(^{18}F)-fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography. Gut 1995;36: 771-7.
9) Stollfuss JC, Glatting G, Friess H, Kocher F, Beger HG, Reske SN, et al. 2(^{18}F)-fluoro-2-deoxy-D-glucose PET in detection of pancreatic cancer: value of quantitative image interpretation. Radiology 1995;195:339-44.
10) Inokuma T, Tamaki N, Torizuka T, Fujita T, Magata Y, Yonekura Y, et al. Value of Fluorine-18-Fluorodeoxyglucose and Thallium-201 in the detection of pancreatic cancer. J Nucl Med 1995;36:229-35.
11) Ho CL, Dehdashti F, Griffith LK, Buse PE, Balfe DM, Siegel BA. FDG-PET evaluation of indeterminate pancreatic masses. J Comput Assist Tomogr 1996;20:363-9.
12) Zimny M, Bares R, Fass J, Adam G, Cermerius U, Dohmen B, et al. Fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography in the differential diagnosis of pancreatic carcinoma: a report of 106 cases. Eur J Nucl Med 1997;24:678-82.
13) Delbeke D, Rose DM, Chapman WC, Pinson CW, Wright JK, Beauchamp RD, et al. Optimal interpretation of FDG PET in the diagnosis, staging and management of pancreatic carcinoma. J Nucl Med 1999;40:1784-91.
14) Ludwig GS. Fluorine-18 deoxyglucose and false-positive results: a major problem in the diagnostics of oncological patients. Eur J Nucl Med 1996;23:1409-15.
15) Meyer MA. Diffusely increased colonic F-18 FDG uptake in acute enterocolitis. Clin Nucl Med 1995;20:434-5.
16) Rao BS. Radiation induced cellular lesions and their repair. In: Jain V, Goel H, Pohlit W, editors. Recent advances in radiation oncology. New Delhi: Publications and Information Directorate 1990;103-21.
17) Engenhart R, Kimmig BN, Strauss LG, Höver KH, Romahn J, Haberkorn U, et al. Therapy monitoring of presacral recurrence after high-dose irradiation. Value of PET, CT, CEA and pain score. Strahlenther Onkol 1992;168:203-12.
18) Wahl RL, Henry CA, Ethrer SP. Seum glucose: effects on tumor and normal tissue accumulation of 2-[F-18]-fluoro-2-deoxy-D-glucose in rodents with mammary carcinoma. Radiology 1992;183:643-7.
19) Lindholm P, Minn H, Leskinen-Kallio S. Influence of blood glucose concentration on FDG uptake in cancer: a PET study. J Nucl Med 1993;34:1-6.
20) Langen KJ, Braun U, Kops ER. The influence of serum glucose levels on fluorine-18-fluorodeoxyglcose uptake in bronchial carcinomas. J Nucl Med 1993;34:355-9.