

Original Article

# 소화기계 Leakage 환자 검사 시 SPECT-CT의 유용성 평가

연세의료원 세브란스병원 핵의학과

함준철 · 오신현 · 최용훈 · 강천구 · 김재삼

## Evaluation of Usefulness of SPECT-CT at the Examination of Digestive System Leakage Patients

Jun Cheol Ham, Shin Hyun Oh, Yong Hoon Choi, Chun Koo Kang and Jae Sam Kim

Dept. of Nuclear Medicine, Yonsei University Health System, Seoul, Korea

**Purpose** When examining patients with digestive system Leakage, it is not easy to distinguish between bile leakage and bleeding only with Planar images. I would like to evaluate the utility of leakage of bile, confirmation of gastrointestinal bleeding and location discrimination using SPECT-CT.

**Materials and Methods** SPECT-CT was performed according to the request of the reading room after acquiring Planar image for a total of 13 patients, including 8 patients suspected of bile leakage and 5 patients suspected of gastrointestinal bleeding, among patients visiting this specification went. We used Symbia T16 from SIEMENS and Discovery 670 from GE. Planar and SPECT-CT images were evaluated with a score of 1 to 10 by 4 experienced nuclear medicine doctors. Using the sensitivity and the specificity, the evaluation of the inspection by the ROC curve was carried out. The final diagnosis was confirmed by follow-up observation as a result of reoperative surgery.

**Results** The sensitivity, specificity and accuracy of SPECT-CT were 91.7%, 100% and 94.2%, respectively. Planar images were 83.3%, 68.8% and 78.8%, respectively. Planar images showed lower diagnostic accuracy compared to SPECT-CT (78.8%, 94.2%,  $p < 0.05$ ). Moreover, the reliability of the diagnosis of SPECT-CT by ROC curve analysis showed a more useful result than the Planar image ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion** SPECT-CT had high sensitivity and specificity for diagnosis of biliary leakage and gastrointestinal bleeding and location discrimination. When SPECT-CT is additionally performed together with Planar images, it may be considered to improve bile leakage and diagnosis of gastrointestinal bleeding patients and position discrimination evaluation. There is usefulness depending on the patient's age and position, but consideration of additional CT exposure may be done sufficiently.

**Key Words** leakage of bile, gastrointestinal bleeding, Planar, SPECT-CT

## 서 론

임상의학에서 여러 검사를 수행하는 목적은 신체의 병소에서 나타나는 변화를 빠르게 찾아내는 데 있다. 핵의학은 특정장기의 생리적, 기능적 변화를 나타내는 추적자에 방사성 동위원소를 표지하여 이 변화를 쉽고 예민하게 측정한다. 핵의학의 기본원리는 신체 구성성분의 역동학적상태의 변화를 측정 한다는 것으로 신체의 각 국방부 직할부대 및 기관과 조직의 기능이나 생화학적 반응을 객관적으로 확인하는

· Received: April 14, 2018 Accepted: April 30, 2018,  
· Corresponding author : Jun Cheol Ham  
Address for correspondence : Department of Nuclear Medicine,  
Severance Hospital, Yonsei University Health System, 50-1  
Yunsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul, 120-749, Korea  
Tel : +82-2-2228-4863, Fax : +82-2-312-0578  
E-mail : hamjuncheol@yuhs.ac

작업이다. 핵의학 영상진단법은 신체의 해부학적 변화 보다는 기능적 변화를 측정한다고 표현할 수 있다. 대사 기능의 변화는 형태 변화보다 먼저 나타나, 다른 검사법보다 조기에 질병을 진단할 수 있고 환자의 예후 결정에 중요한 역할을 한다.<sup>1)</sup>

기능적 변화를 진단하는 여러 핵의학 검사가 있지만 그 중 담즙 누출이 있는 환자의 간담도 검사와 위장관 출혈 검사는 핵의학 검사 중 응급 검사에 해당한다. 특히 수술 후나 외상 후 환자의 치사율과 합병증을 줄이는 중요한 역할을 한다. 간담도 검사는 담즙 누출의 유무, 위치 및 정도를 확인하는 가장 예민한 방법이다.<sup>2-4)</sup> 또한 위장관 출혈 검사는 위장관 내에 혈액의 존재 유무와 정확한 출혈 부위의 확인을 위하여 시행한다. 위장관 출혈 환자에서의 초기 평가로는 병력, 이학적 검사, 혈액소치 등의 기본적인 사항과 함께 출혈 부위가 상부 위장관인지 하부 위장관인지를 확인하는 것이 중요하다. 하지만 상복부의 경우 배후 방사능이 높아서 정확한 병변 부위 확인이 어렵기 때문에 하부 위장관 출혈의 진단에 유용하다.<sup>5)</sup>

간담도 검사와 위장관출혈 검사는 유용한 검사이지만 장뿐만 아니라 다른 조직의 중첩으로 그 진단능이 떨어지는 경우가 있다.<sup>6)</sup> 그 중 일반적인 감마카메라 영상은 깊이에 대한 정보가 없어 해부학 구조가 복잡한 경우 진단에 더욱 어려움이 있다. 이러한 단점을 보완한 검사 방법이 SPECT-CT 검사이다.<sup>7)</sup> 감마카메라를 우리 몸 주위로 회전시키며 여러 방향의 2차원 투사상을 얻고 이를 사이노그램 형태로 변환한 후 이에 영상재구성 기법을 적용하여 단면영상을 얻는 핵의학 적 영상 방식을 SPECT라 한다. 이러한 단면영상은 일반 감마카메라 영상으로는 알기 어려운 선원의 깊이 정보를 제공한다. 따라서 모든 깊이에서 발생한 방사선을 중첩하여 얻는 일반 감마카메라 영상에 비해서 대조도와 해상도가 뛰어나다.

또한 이러한 영상에 CT를 결합하면 해부학적 정보를 얻을 수 있으며, CT정보를 이용한 감쇠보정을 통해서 SPECT의 영상 해상도를 더욱 증가시킬 수 있다. 그러나 SPECT-CT는 해부학적 정보 제공 및 높은 해상도를 갖는다는 이점이 있는 반면 CT로 인한 추가적인 피폭이 존재한다. 이러한 경우 피폭을 정당화할 수 있는 우수한 진단능의 증명 및 타당성 검증이 필요하다. SPECT-CT영상은 해부학적 구조가 복잡한 부위에서 특히 그 장점을 발휘할 수 있으므로 보다 신속한 진단을 통해 환자의 생존율을 높일 수 있을 것이다.

따라서 본 논문은 담즙누출 의심환자의 Hepatobiliary scan 및 위장관출혈 의심 환자의 GI Bleeding 검사 시 일반적인 감마카메라 Planar 영상과 SPECT-CT의 진단능을 비교 평가 하고자 한다.

## 실험재료 및 방법

### 1. 장비 및 대상

장비는 Discovery NM-CT-670(GE Healthcare, MI, USA) 과(Fig. 1) Symbia T16 (Siemens Medical Solutions USA, Inc.) 사용하였다(Fig. 2). 검사 대상은 2017년 3월부터 9월까지 검사를 시행한 환자를 대상으로 하였다. 담즙누출이 의심되며 Hepatobiliary scan과 SPECT-CT를 같이 진행한 환자 8명, 위장관출혈이 의심되며 GI Bleeding scan과 SPECT-CT를 같이 진행한 환자 5명, 총 13명의 환자를 대상으로 하였다.

### 2. 연구 방법

Hepatobiliary scan은 <sup>99m</sup>Tc-Mebrofenin을 사용하였으며, GI Bleeding scan은 변형 체외표지법을 이용한 <sup>99m</sup>Tc-RBC를 이용했다. 각 검사의 Flow 영상 획득은 방사성의약품의 주사와 동시에 이루어졌으며, 매트릭스 크기 64x64로 설정하였다. 에너지 창은 140 keV에 대하여 10%로 설정 하였으며, 2 sec씩 30 프레임을 받아 1 min동안 Flow영상 획득 후 곧 이어 Function영상을 획득 하였다. Function영상은 128x128 매트릭스 크기로 설정 하였으며, 같은 에너지 창 설정에 1 min씩 60 프레임을 획득하였다.



Fig. 1. Discovery NM-CT 670 was used for acquisition.



Fig. 2. Symbia T16 SPECT-CT was used for acquisition.

그 후 판독실 확인 후 요청이 있는 경우 Planar 영상을 획득 하였으며, 정확한 위치 확인이 필요한 경우 SPECT-CT를 진행하였다. Planar 영상은 10 min 또는 800 kcts로 설정하였으며, 매트릭스 사이즈는 256x256으로 진행하였다. SPECT-CT는 128x128 매트릭스 크기와 같은 에너지 창을 설정 후 Step and Shoot 방식으로 영상을 획득하였다. 획득 시간은 Step당 20 sec를 획득 하였으며, View Angle은 6°로 설정 하였다. CT의 조건은 512x512 매트릭스로 두께는 3.75 mm, 관전압은 110 kV, 관전류는 80~120 mAs를 사용하였다.

영상의 비교 분석에는 핵의학과 판독의 4명이 담즙의 누출 진단 및 위장관 출혈 진단의 정도에 따라 1에서 10점 척도로 블라인드 테스트를 진행하였다. 5점 이상은 담즙 누출 및 위장관 출혈로 구분 지었으며 최종 진단은 재수술 및 임상적인 추적관찰을 통해 이루어 졌다. 블라인드 테스트에서는 다른 영상 검사의 결과는 제공 되지 않았으며, Flow영상과 Function영상만이 제공되었다. 일반적인 감마카메라 영상인 Planar영상과 SPECT-CT의 판독 사이에는 1 주일 이상의 시간 간격을 두어 서로의 간섭을 최소화하였다. 판독에 따른 점수를 바탕으로 민감도와 특이도 및 정확도를 산출하였다. 또한 각 검사의 ROC Curve를 이용하여 Area Under the Curve를 비교 분석하였다.

## 결 과

### 1. 통계 분석

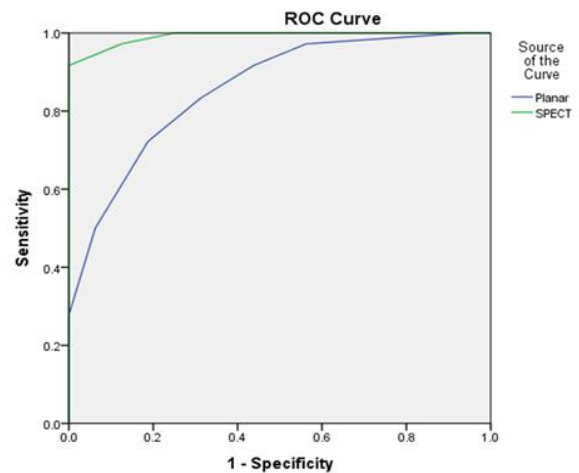
재수술 및 임상적인 추적관찰을 통해 13명의 환자 중 담즙의 누출 및 위장관출혈로 진단된 환자는 9명이었으며, 4명은 담즙의 누출 및 위장관출혈이 없는 것으로 진단되었다. Table 1은 진단된 결과를 바탕으로 Planar 상과 SPECT-CT의 민감도와 특이도 및 정확도를 산출한 것이다. Planar영상의 경우 민감도는 83.3%, 특이도는 68.8%, 정확도는 78.8%로 나타났다. SPECT-CT의 경우 민감도는 91.7%, 특이도는

100%, 정확도는 94.2%를 기록하였다. 민감도와 특이도 및 정확도 모두 SPECT-CT가 높은 결과를 나타냈다( $p<0.05$ ).

**Table 1.** Comparison of Planar and SPECT-CT

Test Result Variable(s)	Sensitivity	Specificity	Accuracy
Planar	83.3	68.8	78.8
SPECT-CT	91.7	100.0	94.2

또한 두 가지 검사의 결과를 바탕으로 도출한 ROC Curve의 Area Under the Curve를 비교 분석한 결과 SPECT-CT의 Area가 더 높게 나타났다(Fig. 3).



**Fig. 3.** ROC Curves of Planar and SPECT-CT.

Planar영상의 경우 Area Under the Curve가 0.826으로 나타나 비교적 정확한 검사로 해석할 수 있다. SPECT-CT의 경우 Area Under the Curve가 0.982로서 매우 정확한 검사로 나타났다( $p<0.05$ , Table 2).

**Table 2.** Comparison of Area Under the Curve

Test Result Variable(s)	Area Under the Curve				
	Area	Std.Error <sub>a</sub>	AsymptoticSig. <sub>b</sub>	Asymptotic 95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Planar	0.826	0.087	0.007	0.655	0.996
SPECT	0.982	0.019	0.000	0.945	1.000

## 2. 임상 영상

다음 결과는 Planar영상과 SPECT-CT영상을 비교하는 케이스들이다. Hepatobiliary scan의 대상은 간의 부분 절제 혹은 췌장 십이지장 절제술이나 간이식 후 복통을 호소하는 환자들이었으며 특별히 담즙의 누출이 의심되는 경우였다 (Fig. 4).

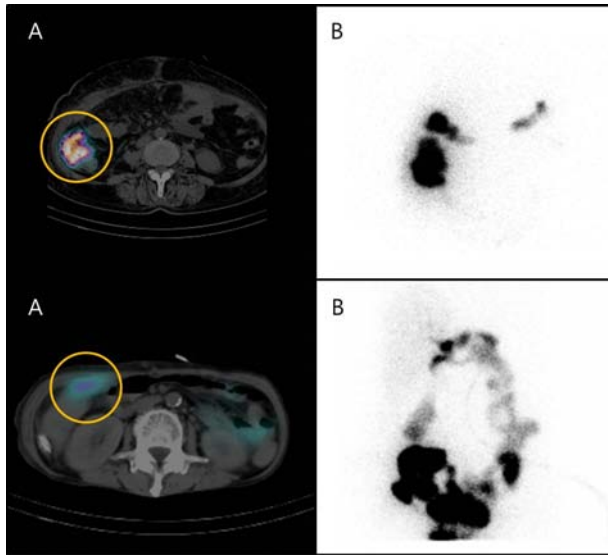


Fig. 4. It shows images of patients with bile leaks. Image on left were acquired using SPECT-CT (A), and image on right were acquired using Planar (B).

첫 번째 케이스의 경우 타 병원에서 개복술 시 오른쪽 간의 부분절제술을 시행한 케이스로 복통호소 후 본원으로 전원되었으며, CT 영상에서 복수가 확인된 환자였다. CT상에서는 확인된 복수가 담즙에 의한 것인지 확인하기 위해 Hepatobiliary scan 진행하였으며, Planar 영상의 경우 장과의 중첩으로 구분이 어려워 SPECT-CT를 진행한 경우였다. 두 번째 케이스는 간이식 후 복통을 호소하는 케이스로 담즙의 누출이 의심되나 CT와 초음파에서는 발견하지 못한 경우였다. 하복부의 경우 정상 소견이었으며, 간의 하단부 좌우엽 사이에 정상적이지 않은 축적을 보여 담즙 누출로 진단되었다. 추후 재수술 시 확진을 받은 경우였다.

GI Bleeding의 경우 배후방사능과 장의 중첩을 정확히 구분하기 위하여 SPECT-CT를 이용하였다(Fig. 5).

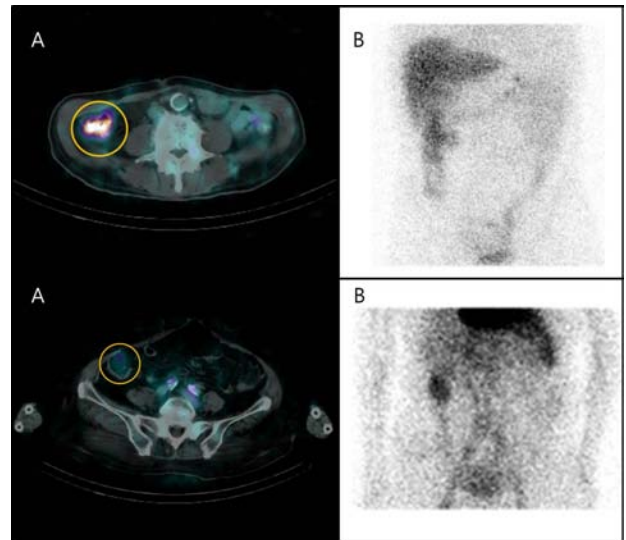


Fig. 5. It shows images of patients with gastrointestinal bleeding. Image on left were acquired using SPECT-CT (A), and image on right were acquired using Planar (B).

첫 번째 케이스의 경우 Planar 영상과 SPECT-CT 영상 모두에서 위장관출혈이 관찰 가능 했으나 SPECT-CT를 통해 정확한 위치까지 진단된 케이스다. 영상에서는 대장에서 출혈이 관찰되나 정확한 위치는 회장말단으로 진단되었다. 두 번째 케이스의 경우 상행 결장에서 가벼운 집적이 보였다. 이러한 집적이 위장관출혈인지 배후 방사능에 의한 정상적인 집적인지 판독이 어려웠으나, SPECT-CT를 통해 위장관 출혈로 진단된 경우이다. 검사 후 중재적 시술을 통해 확진을 받고 치료를 진행하였다.

## 고 찰

담즙누출이 의심되는 Hepatobiliary scan과 GI Bleeding의 경우 핵의학 검사 중에서도 응급 검사에 속한다. 이는 검사 결과에 따라서 환자의 신속한 조치가 필요하다는 말이다. 즉 비교적 정확한 검사의 결과 수준이 아닌 매우 정확한 검사가 요구된다. 담즙누출은 패혈증과 간부전의 증가 입원 기간의 증가 및 수술 후 사망률의 증가와 관련이 있기 때문에 신속한 진단과 조기 관리가 중요하다. 초음파 및 CT 등 다른 영상검사에서도 진단될 수 있지만 이런 경우 담즙의 누출과 혈종이나 다른 체액의 누출과 구별하기가 어렵다. 특히 수술 후에는 다른 체액의 누출이 있어 더욱 구별이 어려워진다. Hepatobiliary scan의 경우 담즙 누출을 감지하는데 있어 민감한 방법이지만 하나 문합부에서의 정체와 장과의 중첩으로 인해 오진의 가능성이 있고 정확한 위치의 국소화가 어렵다. 간 혹은 십이지장의 위치에서는 다른 장기 및 배액관의

중첩으로 인해 정확한 담즙누출의 진단이 어려운 경우가 많다. 또한 하복부의 경우 복잡한 장의 해부학적인 형태로 인해 일반적인 감마카메라의 Planar 영상에서는 판독의 정확도가 떨어질 수 있다. 위장관출혈이 의심되는 GI Bleeding검사의 경우 위장관 출혈이 발생하면 내시경 혹은 다른 검사로 출혈은 확인 되나 출혈이 간헐적으로 발생하는 경우 그 출혈 부위를 진단하기 어렵다. GI Bleeding검사에서는 한 번의 주사로 지연검사를 통해 출혈부위를 진단 혹은 예측하는 것이 가능하다. 하지만 Hepatobiliary scan과 같은 이유로 일반적인 감마카메라 Planar 영상에서는 정확한 진단이 어려운 경우가 많다. SPECT-CT는 해부학적인 정보를 제공할 뿐 아니라 감쇠 보정을 통해 영상의 해상도를 높여서 더욱 정확한 진단이 가능하다. 하지만 추가적인 CT의 피폭에 대한 고려와 추가적인 케이스 연구가 선행 되어야 할 것이다.

## 결론

SPECT-CT는 일반적인 감마카메라 Planar영상보다 담즙누출 및 위장관 출혈 진단에서 민감도와 특이도가 높게 나타났다. 또한 담즙 누출이나 위장관 출혈 진단 시 정확한 위치의 국소화가 가능한 것으로 나타났다. 하지만 아직 보급화가 이루어지지 않는 것이며, 추가적인 CT의 피폭도 고려해야 한다. 환자의 나이 및 상태를 고려하여 자세 변화를 하여도 Planar영상만으로 정확한 판독이 어려운 경우, SPECT-CT를 추가로 시행한다면 정확한 진단 및 위치의 국소화로 인한 의료 질 향상에 기여 할 수 있을 것이다.

## 요약

소화기계 Leakage환자 검사 시 Planar 영상만으로 담즙누출 및 출혈여부와 위치감별이 쉽지 않다. SPECT-CT를 이용하여 담즙누출 및 위장관출혈 확인과 위치 감별을 통한 유용성을 평가하고자 한다. 본원에 내원한 환자 중 담즙누출 의심 환자 8명 및 위장관출혈이 의심되는 환자 5명, 총 13명을 대상으로 Planar영상 획득 후 판독실요청에 따라 SPECT-CT를 진행했다. 장비는 SIEMENS사의 Symbia T16과 GE사의 Discovery 670을 사용했다. Planar 및 SPECT-CT 영상은 4명의 경험 있는 핵의학 의사에 의해 1~10점의 점수로 평가했다. 민감도 및 특이도를 이용하여 ROC 곡선에 의한 검사 평가를 시행했다. 최종 진단은 재수술 결과 및 추적 관찰을 통해 확인했다. SPECT-CT의 민감도, 특이도 및 정확도는 각각 91.7%, 100% 및 94.2%였다. Planar영상은 각각 83.3%,

68.8% 및 78.8%였다. Planar영상은 SPECT-CT와 비교하여 낮은 진단 정확도를 보였다(78.8%, 94.2%,  $p<0.05$ ). 또한 ROC곡선 분석에서 SPECT-CT의 진단 신뢰도는 Planar영상보다 유용한 결과를 나타냈다( $p<0.05$ ). SPECT-CT는 담즙누출 및 위장관출혈 진단과 위치 감별에 민감도와 특이도가 높게 나타났다. Planar영상과 함께 SPECT-CT를 추가로 시행한다면 담즙누출 및 위장관출혈 환자의 진단과 위치 감별평가를 향상 시킬 것으로 사료된다. SPECT-CT는 다른 장기와의 중첩으로 진단이 어려울 경우 유용성이 있지만 추가적인 CT피폭에 대한 고려는 충분히 이루어져야 할 것이다.

**중심단어:** 담즙 누출, 위장관 출혈, Planar, SPECT-CT

## REFERENCES

1. 고창순, 핵의학. 제 3판. 고려의학 2008. P1.
2. Mochizuki T, Tauxe WN, Dobkin J, et al. Detection of complications after liver transplantation by technetium-99m mebrofenin hepatobiliary scintigraphy. *Ann Nucl Med.* 1991;5:103-107.
3. Tan KG, Bartholomeusz FD, Chatterton BE. Detection and follow up of biliary leak on Tc-99m DIDA SPECT-CT scans. *Clin Nucl Med.* 2004;29:642-643.
4. Fleming KW, Lucey BC, Soto JA, Oates ME. Posttraumatic bile leaks: role of diagnostic imaging and impact on patient outcome. *Emerg Radiol.* 2006;12:103-107.
5. Mark Tulchinsky, Brian W. Ciak, Dominique Delbeke, Andrew Hilson, Kelly Anne Holes-Lewis, Michael G. Stabin, and Harvey A. Ziessman: SNM Practice Guideline for Hepatobiliary Scintigraphy 4.0. *Journal of Nuclear Medicine Technology.* Vol. 38. No. 4. December 2010;38: 210-218.
6. Sasikumar Arun, Sampath Santhosh, Ashwani Sood, Anish Bhattacharya and Bhagwant R. Mittal: Added value of SPECT/CT over planar Tc-99m mebrofenin hepatobiliary scintigraphy in the evaluation of bile leaks. *Nuclear Medicine Communications* 2013, 34:459-466.
7. Punit Sharma, Rakesh Kumar, Kalpa Jyoti Das, Harmandeep Singh, Sujoy Pal, Rajinder Parshad, Chandrasekhar Bal, Guru Pada Bandopadhyaya, Arun Malhotra: Detection and localization of post-operative and post-traumatic bile leak: hybrid SPECT-CT with <sup>99m</sup>Tc-Mebrofenin *Abdominal Imaging* (2012) 37:803-811.