

## 스캔 시간의 결정시기에 따른 총 스캔 시간 변화에 관한 연구

서울아산병원 핵의학과  
이종훈 · 류재광 · 정우영

### The Change of Total Scan Time in Accordance with the Time of the Decision of Scan Time

Jong Hun Lee, Jae Kwang Ryu, Woo Young Chung  
*Department of Nuclear Medicine, Asan Medical Center, Seoul, Korea*

**Purpose:** The examination of nuclear medicine observes the change in accordance with the time elapsed in the same region purposed and there are many examinations to acquire the image during the same term. At this time, the same parameter should be applied. The hepatobiliary scan, lung scan etc, are the acquired examination in the divided time with a regular term. Pre-set time that is applied in continued next image is set in order to acquire the fixed counts. The same scan time should be applied for each image. This study will look for the rational plan and analyze the change of scan time in accordance with the time of the decision of scan time at examination that pre-set time is applied. **Methods:** The hepatobiliary scan that use the radio pharmaceutical  $^{99m}\text{Tc}$ -mebrofenin is choosed as compensation from Jan. 2009 to Mar. 2009 in the department of nuclear medicine in ASAN MEDICAL CENTER. Scan is started after 5 minutes from when 222 MBq (6 mCi) is injected to patient. We let patient stand up between both detectors, and possibly close to the front of detector. When scan time reach 10%, 25%, 50%, 75% of total scan time, we measured the expected total scan time. After finishing all of scan, we compared the total scan time and the expected total scan time, while image is acquiring, and we observed the change of scan time in accordance with radio activity by using phantom. **Results:** After starting scan, a difference of when scan time reach 10%, 25%, 50%, 75% of total scan time is that the biggest difference is 5 seconds on 10%. There statistically is difference between 25% ( $t:2.88, p<0.01$ ) and 50% ( $t:2.05, p<0.01$ ). **Conclusions:** When the same the scan time is applied in the examination that acquire the many frame, concluding the same scan time has a important effect on a quantitative analysis. Although method that decide the scan time after finish all of the examinations, there is a few problem to apply practical affairs. This may cause an inaccurate result on the examination that need a quantitative analysis. We think that operator should try to improve it. At least, after reach 50% of total scan time, deciding the total scan time mean that you can minimize error of a quantitative analysis caused by unmatched scan time from a gap of image. (**Korean J Nucl Med Technol 2009;13(3):81-85**)

**Key Words :** Scan time, Quantitative analysis

## 서 론

핵의학에서는 객관화 작업을 위하여 정량분석이 이용된다. 핵의학 영상기법으로 측정하는 계수치의 정도는 체내 대사량과 비례한다. 따라서 체내 방사능 분포를 정확히 측정한다면 투여된 동위원소에 대한 정량적 평가가 가능하다. 관심영역 내의 총계수를 구하거나 이를 관심영역의 크기 및 영상획득 시간으로 나눈 평균 계수율을 구하기도 하며 이를 표준선원

- Received: June 15, 2009. Accepted: July 13, 2009.
- Corresponding author: **Jong Hun Lee**  
Department of Nuclear Medicine, Asan Medical Center, 388-1  
Pung Nap-2dong Songpa-gu, Seoul, 138-736, Korea  
Tel: +82-2-3010-2104, Fax: +82-2-3010-4588  
E-mail: numed2006@hanmail.net

의 계수율과 비교하여 방사능 농도로 나타내기도 하다. 표준 섭취계수는 이러한 방사능 농도를, 주입하여 추적자가 체내에 고루 분포했을 때의 농도로 나누어 그 상대적 섭취율을 정량적으로 표현한 것이다. 병변의 평균계수를 정상영역 또는 배경영역의 평균계수와 비교하여 나타내는 것도 일반적인 반정량적(semi quantitative) 분석기법이라고 할 수 있다.<sup>1)</sup>

정량분석의 물리적 생리학적 단위는 시간, 체적, 질량과 같은 여러 변수들이 일반적인 의미의 측정단위로 사용되기도 하며 특정 생리학적, 생화학적 개념을 설명하기 위한 변수로 사용되기도 한다. 이 변수 중에 시간은 가장 기본적인 변수로 동적 영상 각 프레임의 총 획득 시간, 평균시간 등을 그 예로 들 수 있다. 또한 추적자의 평균 통과시간, 평균 체류시간과 같은 생리학적 변수들이 동역학 분석의 측정 대상이 되기도 한다.<sup>2,3)</sup>

본 연구는 간담도 검사를 대상으로 정량분석의 가장 기본적으로 중요한 변수인 시간설정이 정량분석에 미치는 영향을 알고자 한다.

### 실험재료

- Flood 팬텀
- 1000 mL 식염수 튜브
- 5 cc 주사기
- Gamma camera: GE사의 INFINIA, PHILIPS사의 BRIGHT VIEW

### 실험방법

#### 1. 팬텀실험



Fig. 1. 튜브팬텀과 flood팬텀의 설치(정면).

Flood 팬텀 표면 위에 생리식염수 튜브(이하 튜브팬텀)를 올려 놓아실험을 하였다(Fig. 1, 2). Flood 팬텀의 정중앙 위에 1000 mL 생리식염수 튜브를 위치시키고 Tc-99m를 1 mCi를 주사한다. Flood 팬텀은 인체의 표면층에 지방을 구현한 것이다. 튜브팬텀을 카메라의 검출기에 최대한 가까이 붙여 영상을 얻는다. 영상획득 조건은 collimator: LEHR, zoom: 1.00, matrix:256x256, total kcounts: 600으로 설정하였다. 튜브팬텀에 투여되는 선량은 1 mCi에서부터 10 mCi까지 1 mCi씩 증가 시키면서 영상을 얻는다. 각각의 선량에서 영상을 얻으며 스캔시간의 변화를 관찰한다. 스캔을 시작하고 총 스캔시간의 10% 이하 일 때, 25%가 되었을 때, 50%가 되었을 때, 75%가 되었을 때 그리고 스캔이 종료된 후 스캔 시간을 측정하였다.

선량변화에 따른 스캔 시간의 변화를 관찰하고, 동일 선량에 counts변화 따른 스캔 시간의 변화를 측정을 하였다. 튜브팬텀에 Tc-99m 5 mCi를 넣고 100 kcounts에서 1,000 kcounts까지 100 kcounts씩 증가 시키면서 그 변화를 관찰한다. 측정 방법은 종전의 실험방법과 동일하게, 스캔을 시작하고 총 스캔 시간의 10% 이하 일 때, 25%가 되었을 때, 50%가 되었을 때, 75%가 되었을 때 그리고 스캔이 종료된 후 스캔 시간을 총 5회 반복하여 측정하였다.

#### 2. 환자 대상실험

대상은 2009년 1월부터 2009년 3월까지 서울아산병원 핵의학과에서 간담도 검사를 받은 60명의 환자를 대상으로 하였다. 방사성의약품은 멸균상태의 Tc-99m 35 mCi와 식염수 1 cc를 mebrotfenin 바이알에 넣어 3분간 천천히 흔들어서 방사성 표지화합물을 조제하였다. 그 후 30분간 실온에서 방치하



Fig. 2. 튜브팬텀과 flood팬텀의 설치(측면).

여 조제된  $^{99m}\text{Tc}$ -mebrofenin를 사용하였다. 검사 방법은 최소한 검사 전 4시간 동안 공복상태를 유지하고,  $^{99m}\text{Tc}$ -mebrofenin 6 mCi를 정맥주사 한다. 영상 획득은 정맥주사 후 5분 뒤에 환자를 erect position을 유지하여 전면상 600 kcount를 영상을 얻는다.

간담도 검사에서 얻는 경시적 영상은 5분, 30분, 60분, 90분, 지연영상 120분의 영상을 얻는다. 이 때 적용되는 스캔시간은 5분 영상에서 6000kcount를 얻는 시간을 측정하여 다음의 나머지 영상에 같은 스캔시간을 적용한다. 5분 영상에서 영상을 얻는 동안 시간의 변화를 측정하였다. 스캔을 시작한 후, 총 스캔시간의 10% 이하 일 때, 25%가 되었을 때, 50%가 되었을 때, 75%가 되었을 때 그리고 스캔이 종료된 후에 변화하는 스캔시간을 측정하였다.

## 결 과

### 1. 팬텀

1 mCi부터 10 mCi까지 선량의 차이를 두어 스캔 시간을 측정하였다(Table 1). 팬텀을 이용한 실험 결과는 크지는 않지만 분명한 차이를 보였다. 선량이 작을수록 총 스캔 시간이

길어지는 만큼 스캔 시간의 변화가 크고, 선량이 많을수록 총 스캔 시간이 짧아져 스캔 시간의 변화가 작아진다. 선량과 스캔 시간변화는 반비례적인 관계를 보인다. 총 스캔 시간의 10%, 25%, 50%, 75%, 100%일 때도 서로 간에 차이가 있었으며, 50% 이후에는 유효한 차이를 보이지 않았다. 50% 이후에 유효한 차이를 보이지 않는 스캔시간은 선량이 적은 1 mCi에서든 선량이 많은 10 mCi에서든 총 스캔 시간 간에 차이를 보이지 않았다. 투여되는 선량과는 무관하게 50% 이후의 스캔 시간이 변화는 없었다.

### 2. 환자대상 실험

스캔을 시작하고 스캔 시간이 총 예상 스캔 시간의 10% 되었을 때, 25% 되었을 때, 50% 되었을 때, 75% 되었을 때의 차이는 10%일 때 최대 5초 이상의 시간차이를 보였으며, 25% 되었을 때( $t:2.88, p<0.01$ )와 50%가 되었을 때( $t:2.05, p<0.01$ ) 통계적으로 유의한 차이가 있었다(Table 2).

실험 이외에 2008년 9월부터 2008년 12월까지 서울아산병원 핵의학과에서 시행된 200여건의 간담도 검사의 스캔 시간을 조사 하였다. 5분 영상과 동일한 스캔 시간이 적용되어야 하는 90분 영상의 스캔 시간의 차이를 조사한 결과 유의한 차

Table 1. 선량변화에 따른 스캔시간의 변화

|      | 1 mCi    | 2 mCi    | 3 mCi    | 4 mCi    | 5 mCi    | 6 mCi    | 7 mCi    | 8 mCi | 9 mCi    | 10 mCi |
|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|----------|--------|
| 10%  | 5±1.00   | 3.8±0.84 | 2.8±1.1  | 2.4±0.55 | 1.8±0.45 | 1.6±0.55 | 1.2±0.45 | 1±0   | 0.2±0.45 | 0      |
| 25%  | 3.2±1.92 | 1.4±1.14 | 2±1.00   | 1.2±0.84 | 1.4±0.89 | 1±0.71   | 0.6±0.55 | 0     | 0        | 0      |
| 50%  | 1.2±0.84 | 1.25±0.5 | 0.6±0.55 | 0        | 0.5±0.71 | 0.2±0.45 | 0        | 0     | 0        | 0      |
| 75%  | 0.2±0.45 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0.2±0.55 | 0        | 0     | 0        | 0      |
| 100% | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0     | 0        | 0      |

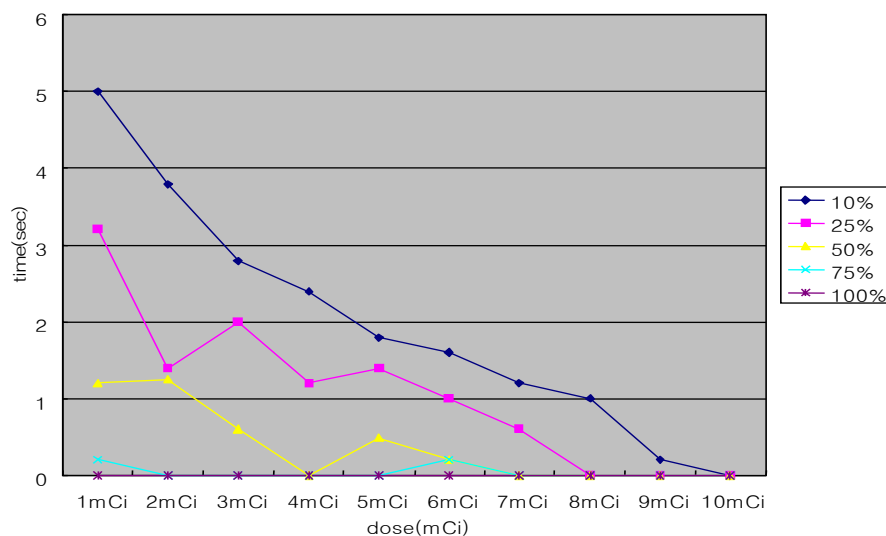
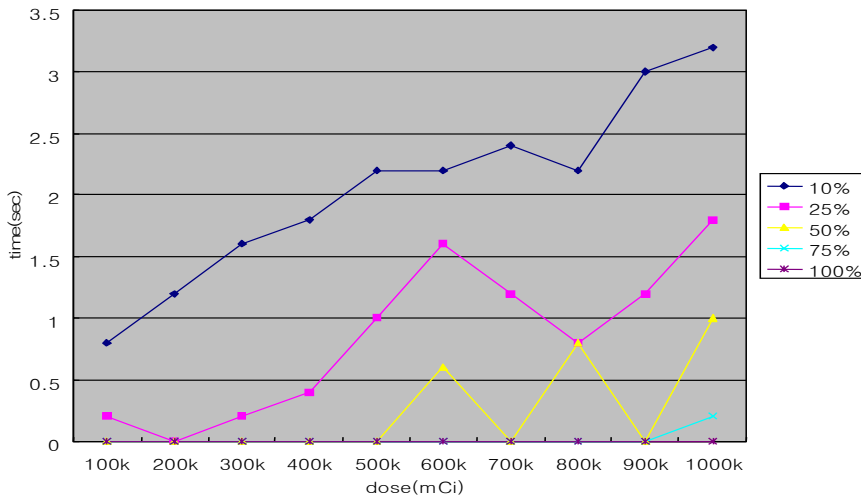


Fig. 3. 선량변화에 따른 스캔시간의 변화.

**Table 2.** Counts 변화에 따른 스캔시간의 변화

|      | 100 k    | 200 k    | 300 k    | 400 k    | 500 k     | 600 k    | 700 k    | 800 k     | 900 k   | 1,000 k  |
|------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|---------|----------|
| 10%  | 0.8±0.45 | 1.2±0.45 | 1.6±0.55 | 1.8±0.45 | 2.2±0.45  | 2.2±0.45 | 2.4±0.55 | 2.2±0.45  | 3±0.0   | 3.2±0.45 |
| 25%  | 0.2±0.45 | 0        | 0.2±0.45 | 0.4±0.89 | 1.00±1.41 | 1.6±0.89 | 1.2±0.84 | 0.80±0.84 | 1.2±1.3 | 1.8±0.84 |
| 50%  | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         | 0.6±0.55 | 0        | 0.80±0.84 | 0       | 1±0.71   |
| 75%  | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0       | 0.2±0.45 |
| 100% | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         | 0        | 0        | 0         | 0       | 0        |



**Fig. 4.** Counts 변화에 따른 스캔시간의 변화.

이가 있었다. 조사기간 동안 검사자의 근무순환이 있었지만 그로 인한 스캔 시간 차이에는 유의한 차이를 보이지 않았고, 검사자가 스캔 시간이 차이가 있다는 것을 인지하여, 총 스캔 시간의 50% 이상이 지난 뒤에 총 스캔 시간을 결정한 후에는 스캔 시간의 차이가 현격하게 줄었다. 검사자의 인식 전에는 평균 2.38%, 표준 편차 2.13의 스캔차이를 보였고, 검사자의 인식 후에는 평균 1.37%, 표준편차 1.37의 차이를 보였다.

### 고 찰

핵의학 영상 검사에서 총 스캔시간의 변화는 검사 종류에 따라 EF(Ejection Fraction)값 등의 검사에 영향을 미칠 수 있을 것이다. 본 연구에서 대상으로 선택한 간담도 검사에서 스캔시간을 제외한 환자 상태 · 표지 화합물 · ROI 등의 많은 변수가 가장 중대한 영향을 미치고, 이 보다는 작지만 스캔시간의 변화가 검사결과 수치에 영향을 미칠 것으로 생각된다.

**Table 3.** 스캔시간 차이의 변화

|      | N   | M±SD      | t       |
|------|-----|-----------|---------|
| 인식 전 | 201 | 2.29±2.15 | 4.07*** |
| 인식 후 | 98  | 1.32±1.36 |         |

\*\*\*  $p < 0.01$ .

스캔시간의 오차는 총 스캔시간의 평균 3~5% 정도로 큰 차이는 아니지만 분명 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 검사자는 이를 주의하고 스캔시간의 차이를 줄이고자 하는 노력으로 총 스캔시간의 50% 이상의 경과한 후에 총 스캔시간을 최종 결정하여야 할 것이다

### 결 론

여러 영상을 획득하는 검사에서 동일한 스캔 시간을 적용할 때 일관된 스캔 시간을 결정하는 것은 정량분석에 중대한 영향을 미친다. 스캔이 모두 종료된 후에 스캔 시간을 결정하는 것이 가장 정확한 측정치를 가지지만, 실무현장 적용에는 다소간의 어려운 점이 있었다. 이것은 정량분석이 필요한 검사에 부정확한 결과치를 초래 할 수 있고, 이를 개선하려는 검사자의 노력이 필요한 것으로 판단된다. 스캔을 시작하고 최소한 총 스캔시간의 약 50% 이상이 지난 후에, 총 스캔시간을 결정하는 것이 영상간의 불일치하는 스캔시간으로 유발되는 정량 분석 오차를 최소화 할 수 있다는 것을 의미한다.

### 요 약

**목적 :** 핵의학 검사에는 동일한 목적부위에 시간경과에 따른 변화를 관찰하고, 일정시간 동안에 여러 번 나누어 영상을 획득하는 검사들이 많이 있다. 이 때 동일한 영상 획득 조건이 적용되어야만 한다. Hepatobiliary scan, lung scan 등의 검사는 시간 간격을 두고, 여러 번의 영상을 획득하는 검사이다. 해당 검사 별로 최초의 영상에서 설정된 계수를 획득하기 위해 소요되는 시간을 연속되는 다음의 영상에 동일하게 적용하는 pre-set time을 설정한다. 이 때 각각의 영상에서 동일한 검사 시간이 적용되어야 한다. 이 연구는 pre-set time을 적용하는 검사에 스캔 시간의 결정시기에 따라 스캔 시간의 변동을 분석하고 이에 대한 합리적인 대안을 찾으려 한다.

**실험재료 및 방법 :** 2009년 1월부터 2009년 3월까지 서울 아산병원 핵의학과에서 방사성의약품  $^{99m}\text{Tc}$ -mebrofenin을 이용한 간담도 검사를 대상으로 하였다. 환자에게 222 MBq (6mCi)를 정맥주사한 후 5분이 지난 뒤에 스캔을 시작하였다. 두 개의 검출기를 서로 마주보게 하여, 환자가 양쪽 검출기 사이에서 erect position을 유지하도록 하였고 환자는 복부 전면을 검출기에 최대한 밀착하였다. 스캔을 시작한 후 총 검사시간의 10%, 25%, 50%, 75%일 때 예상 검사 종료 시간을 측정하였다. 이 측정시간을 스캔이 모두 끝난 후에 최종 검사 시간과 검사 도중 예상되는 스캔 시간을 비교하였다. 그리고 팬텀을 이용하여 선량에 따른 시간 변화를 관찰하였다.

**결과 :** 스캔을 시작하고 스캔 시간이 총 예상 스캔 시간의

10% 되었을 때, 25% 되었을 때, 50% 되었을 때, 75% 되었을 때의 차이는 10%일 때 최대 5초 이상의 시간차이를 보였으며, 25% 되었을 때( $t:2.88, p<0.01$ )와 50%가 되었을 때( $t:2.05, p<0.01$ ) 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

**결론 :** 스캔이 모두 종료된 후에 스캔 시간을 결정하는 것이 가장 정확한 측정치를 가지지만, 실무현장에 적용에는 다소간의 어려운 점이 있었다. 이것은 정량분석이 필요한 검사에 부정확한 결과치를 초래 할 수 있고, 이를 개선하려는 검사자의 노력이 필요한 것으로 판단된다. 스캔을 시작하고 최소한 총 스캔시간의 약 50% 이상이 지난 후에, 총 스캔시간을 결정하는 것이 영상간의 불일치하는 스캔시간으로 유발되는 정량 분석 오차를 최소화 할 수 있다는 것을 의미한다.

## REFERENCES

1. 고창순. 핵의학. 고려의학. 1997.
2. O. Lehmberg, MD and K. H. Bohuslavizki, MD, PhD. NUCLEAR HEPATOLOGY: A TEXTBOOK OF HEPATOBILIARY DISEASES. *Journal of Nuclear Medicine Technology* Volume 29, Number 1, 2001;50-51.
3. Issa Loutfi, MD, PhD, Madhusoodanan K. Nair, MSc and Ali K. Ebrahim, MD. Salivary Gland Scintigraphy: The Use of Semiquantitative Analysis for Uptake and Clearance. *Journal of Nuclear Medicine Technology* Volume 31, Number 2, 2003;81-85.