

전신 영상 검사 시행 시 테이블 이동속도의 정확성에 관한 연구

서울아산병원 핵의학과, 광주보건대학 방사선과¹
이주영 · 정우영 · 정은미 · 동경래¹

The Accuracy of the Table Movement During a Whole Body Scan

Ju Young Lee, Woo Young Jung, Eun Mi Jung, Kyung Rae Dong¹

Department of Nuclear Medicine, Asan Medical Center, Seoul, Korea

¹Department of Radiological Technology, Gwangju Health College University, Gwangju, Korea

Purpose: The whole body scan in Nuclear Medicine is a widely accepted examination and procedure. Especially, it is mainly used in bone, I-131, MIBI, and HMPAO WBC scans. The diverse uses of the whole body scan range from the HMPAO WBC scan with a speed of 13cm/min, to a whole body bone scan using the Onco. Flash technique with a speed of 30cm/min. The accuracy of table movement has a strong correlation with the image quality, and inaccuracy of speed could negatively affect the image quality. The purpose of this study is to evaluate the accuracy of the table movement while considering the influence of the age of the equipment and the variability in the weight of the patients. **Material and Methods:** The study was conducted using two of Seoul Asan Medical Center's SIEMENS gamma cameras which are commonly used in our whole body study. The first one is the oldest gamma camera, an ECAM plus (installed in 2000), and the last is brand new one, a SYMBIA T2 (installed in 2008). Three trials were conducted with the tables moving at a different speed each time; 10, 15 and 30 cm/min. The tables' speeds were measured by checking how long it took for the table to move 10cm, and this was repeated every 10cm until the table reached 100 cm. With an average body weight of the patients of about 60~70 kg, the table speed was measured with weights of 0 kg, 66 kg and 110 kg placed on the table, then compared among conditions. **Results:** The coefficient of variance (CV) of the ECAM plus showed 1.23, 1.42, 2.02 respectively when the table movement speeds were set at 10, 15, and 30 centimeters per minute. Under the same conditions, the SYMBIA T2 showed 1.23, 1.83 and 2.28 respectively. As table movement speed more, the variance of CV as the speed increases. When the patient body weight was set to 0, 66 and 110kg, the CV values of both cameras showed 0.96, 1.45, 2.08 (0 Kg), 1.32, 1.72, 2.27 (66 Kg) and 1.37, 1.73, 2.14 (110 Kg). There was no significant difference ($p>0.05$) in 95 percent of confidence intervals and measured CV values were acceptable. However, the CV value of the SYMBIA T2 was relatively larger than the ECAM plus. **Conclusion:** The scan speed of the whole body scan is predetermined based on which examination is being performed. It is possible for the accuracy of the speed to be affected, such as the age of the equipment, the state of the bearings or the weight of a patient. These factors can have a negative impact on the diagnostic consistency and the image quality. Therefore, periodic quality control should be needed on the gamma cameras currently being used, focusing on the table movement speed in order to maintain accuracy and reproducibility. (Korean J Nucl Med Technol 2009;13(3):86-91)

Key Words : Scan speed, Whole body scan, Accuracy, Reproducibility

- Received: June 15, 2009. Accepted: July 13, 2009.
- Corresponding author: **Woo Young Jung**
Department of Nuclear Medicine, Asan Medical Center, 388-1
Pungnap-2dong Songpa-gu, Seoul, 138-736, Korea
Tel: +82-2-3010-4562, Fax: +82-2-3010-3588
E-mail: wyjung@amc.seoul.kr

서 론

전신 영상 검사는 일반적인 핵의학 검사에 적용되고 있는 가장 기본적인 촬영 방법 중 하나이다. 이러한 전신 영상 검

사 시에 수십 cm 정도의 종축의 길이를 가지고 있는 감마카메라의 검출기를 사용하여 전신을 일시에 촬영하는 것은 불가능하다. 따라서 전신 영상을 얻기 위해서는 카메라를 고정하고 환자가 누워있는 테이블을 이동하며 영상을 얻거나, 환자를 고정하고 카메라를 이동하며 영상을 얻는 방식을 사용하며, 두 가지 방법 중 환자가 누워있는 테이블을 이동하며 영상을 얻는 방식을 주로 사용한다.¹⁾

이 때 테이블 이동 속도는 각 검사마다 다르며, 10 cm/min 이하의 검사부터 최근 Onco. Flash가 적용되어 30cm/min까지 그 속도는 검사별로 매우 다양하다. 각 검사마다 다른 테이블 이동 속도는 전체적인 영상의 질을 유지하면서 영상 획득 시간을 가장 능률적으로 활용할 수 있는 중요한 요소이다.²⁾ 그러므로 테이블 이동 속도의 정확성은 영상의 질과 밀접한 관련이 있으며 테이블 이동 속도의 부정확함은 영상의 질에 부정적인 영향을 미칠 수 있는 요인이 된다.

본 연구에서는 서울 아산병원에서 전신 검사에 가장 많이 이용되고 있는 SIEMENS사 감마카메라의 사용 기간에 따른 노후 상태와 테이블 위의 무게 변화에 따른 테이블 이동 속도를 측정하여 그 정확성을 분석하고자 하였다.

연구 대상 및 실험 기기

1. 연구 대상

2008년 12월부터 2009년 2월까지 서울아산병원 핵의학 과에서 전신 영상 검사를 주로 시행하는 SIEMENS 장비 중 가장 사용기간이 긴 ECAM plus와 가장 최근에 설치된 SYMBIA T2를 대상으로 연구를 실시하였다.

2. 실험 기기

- 1) 감마카메라(Table 1)
- 2) 줄자
- 3) Timer
- 4) 납벽돌

3. 실험 방법

- 1) 사용 기간에 따른 측정

ECAM plus와 SYMBIA T2 테이블 옆에 줄자를 일정하게 고정하고 전신 검사와 같은 방식으로 스캔을 하되, 테이블 이동 속도를 10, 15, 30 cm/min으로 변화시켜가면서 이동 속도

Table 1. The features of gamma camera

제조사	명칭	Software Ver.	사용기간
SIEMENS	ECAM plus	e-SOFT 6.5.9.12	2000~현재
	SYMBIA T2	e-SOFT 7.0.7.7	2008~현재

의 정확성을 측정하였다. 총 100 cm의 구간을 매 10 cm씩 마다 타이머를 이용해 테이블 이동 시간을 측정하였으며 각 테이블 이동 속도마다 10번씩 반복 실시하였다.

- 2) 무게 변화에 따른 측정

테이블 이동 속도를 10, 15, 30 cm/min로 변화시켜가면서 동시에 성인의 표준 체중을 60~70 kg으로 감안하여 납벽돌 (개당 11 kg)을 이용하여 0 kg, 66 kg (6개), 110 kg (11개)으로 나누어 동일한 방법으로 10번씩 반복 실시하였다.

4. 분석 방법

- 1) 사용 기간에 따른 수치 분석

각 장비별 측정된 값을 Mood's Median Test로 검증하여 Chi-Square 값과 p-value를 산출하였으며, I-MR (Individual-Moving Range) Control Chart 검증을 통해 mean값을 중심으로 UCL (Upper Control Level)과 LCL (Lower Control Level)에서 벗어나는 수치의 값을 분석했다.

또한 ECAM plus와 SYMBIA T2에 대해 10, 15, 30 cm/min으로 각각의 평균과 표준편차, 변동계수를 산출하였다.

- 2) 무게 변화에 따른 수치 분석

0 kg, 66 kg, 110 kg으로 무게 변화에 따라 측정된 값을 I-MR(Individual-Moving Range) Control Chart 검증을 통해 mean 값을 중심으로 UCL (Upper Control Level)과 LCL (Lower Control Level)에서 벗어나는 수치의 값을 분석했다.

또한 각각의 무게마다 10, 15, 30 cm/min으로 나누어 각각의 평균과 표준편차, 변동계수를 산출하였다.

결 과

1. 장비 사용 기간에 따른 측정 결과

2000년도에 설치된 ECAM plus와 2008년도에 설치된 SYMBIA T2의 장비 사용 기간에 따른 테이블 이동 속도의 정확성은 Mood's Median Test로 검증을 통해 분석한 결과, 두 감마카메라 모두 통계적으로 유의한 차이는 없었으나, SYMBIA T2는 테이블 이동 속도가 10 cm/min 일 때, 다른 p-value에 비해 현저한 차이가 있었다(Fig. 1).

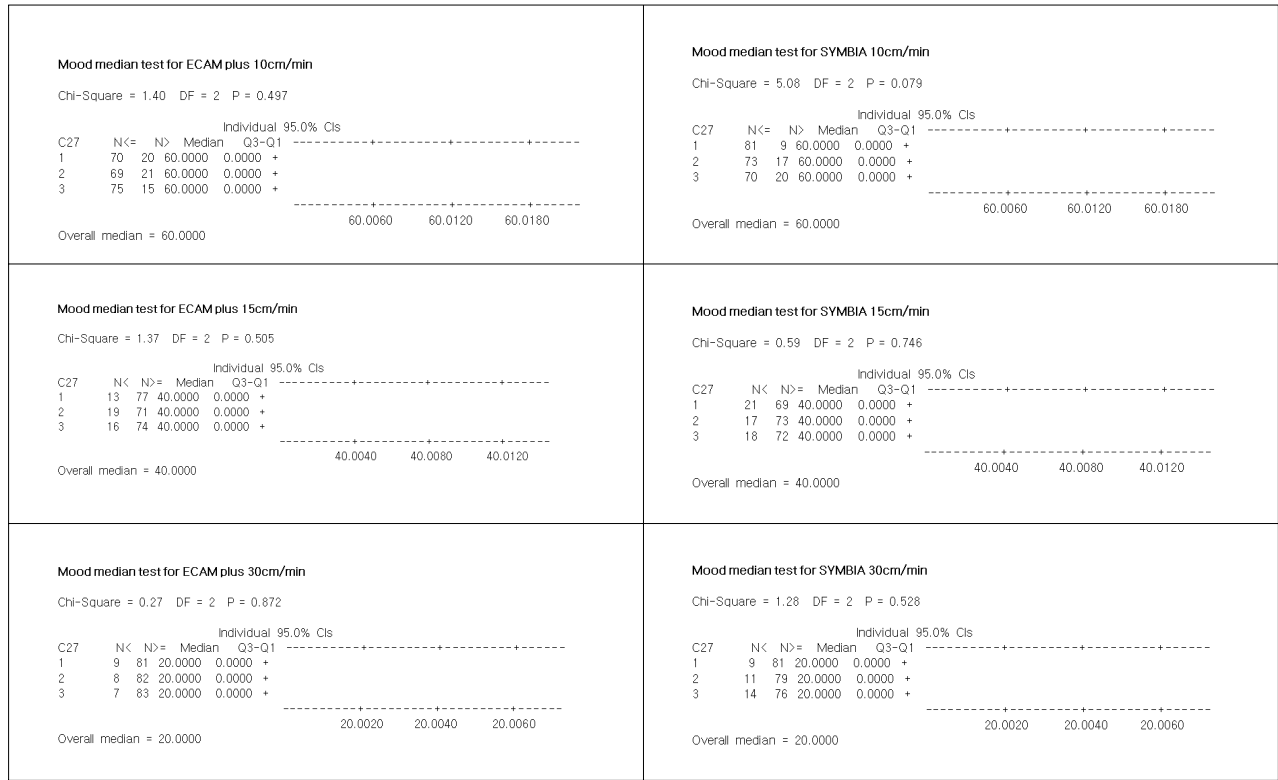


Fig. 1. Mood's Median Test of ECAM plus and SYMBIA T2.

또한, I-MR (Individual-Moving Range) Control Chart 검증을 통해 mean 값을 중심으로 UCL (Upper Control Level) 과 LCL (Lower Control Level)에서 벗어나는 수치의 갯수를 산출하였다(Fig. 2). 그 결과, 테이블 이동 속도 10 cm/min에서 ECAM plus는 1.85%, SYMBIA T2에서는 3.33%, 15 cm/min에서 ECAM plus는 0.37%, SYMBIA T2에서는 1.85%가 범위에서 벗어났으며, 30 cm/min에서 ECAM plus는 16.30%, SYMBIA T2에서는 8.15%로 나타났다.

각 장비별 10 cm/min, 15 cm/min, 30 cm/min의 변동계수는 ECAM plus에서 1.23, 1.42, 2.02이었고, SYMBIA T2에서 1.23, 1.83, 2.28이었다(Table 2).

2. 무게 변화에 따른 측정 결과

무게 변화에 따른 각 테이블 이동 속도별 표준편차는 0 kg에서 0.58, 0.58, 0.41이었고, 66 kg에서 0.79, 0.69, 0.45이며,

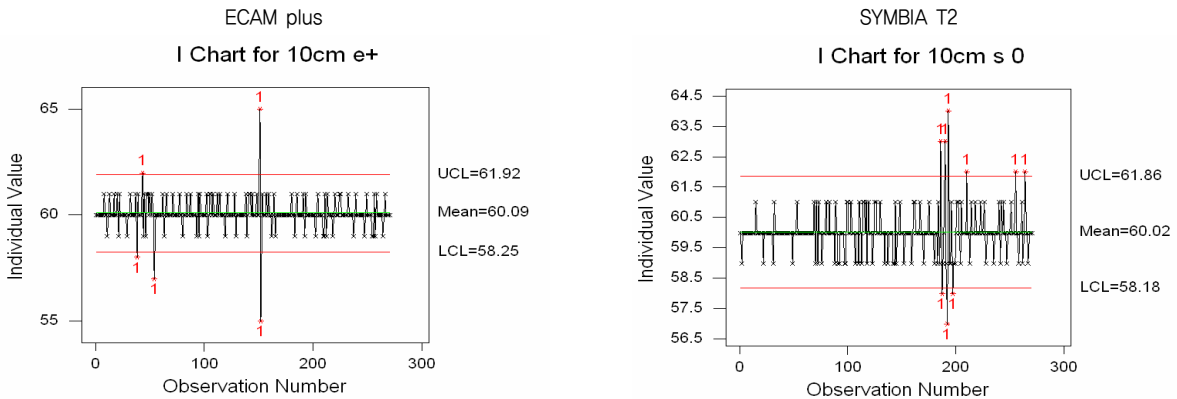


Fig. 2. I-MR (Individual-Moving Range) Control Chart of ECAM plus and SYMBIA T2.

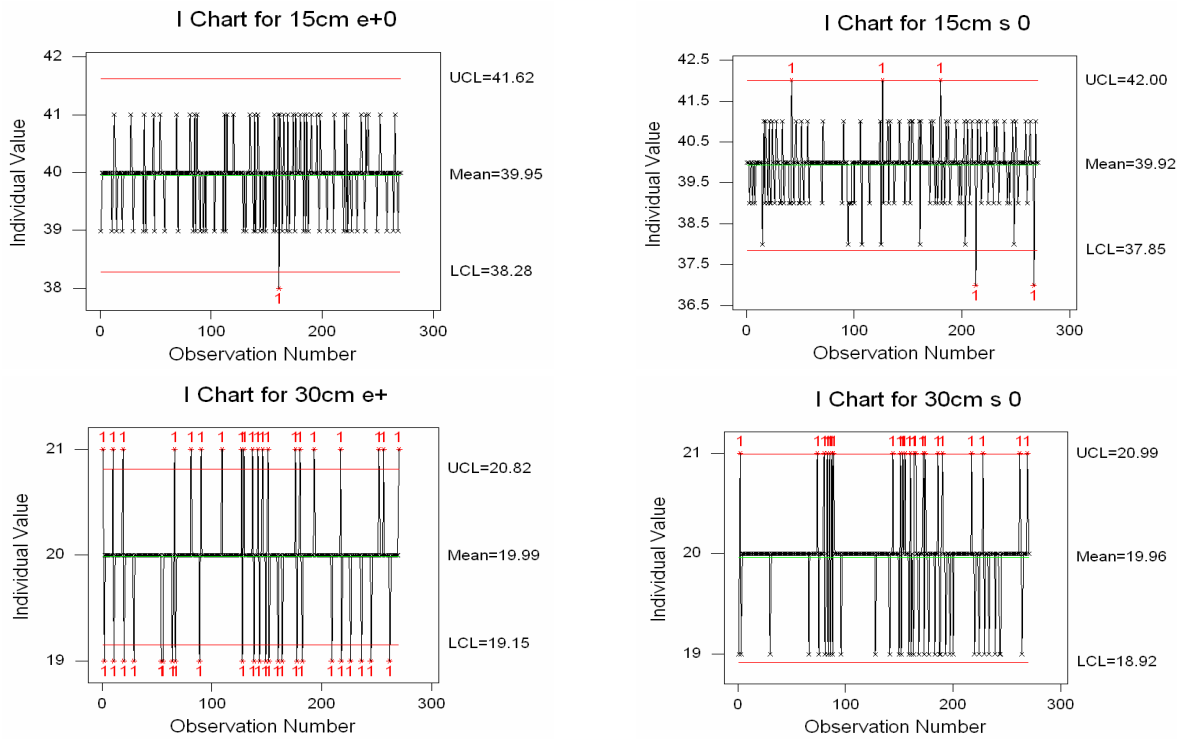


Fig. 2. I-MR (Individual-Moving Range) Control Chart of ECAM plus and SYMBIA T2.

110 kg에서 0.82, 0.69, 0.43이었다. 또한 변동계수는 0 kg에서 0.96, 1.45, 2.08이었고, 66 kg에서 1.32, 1.72, 2.27이며, 110 kg에서 1.37, 1.73, 2.14이었다(Table 3).

또한, I-MR (Individual-Moving Range) Control Chart 검

Table 2. The difference of ECAM plus and SYMBIA T2

	Scan Speed (cm/min)	Mean±SD	CV (%)
ECAM plus	10	60.1±0.74	1.23
	15	40.0±0.57	1.42
	30	20.0±0.40	2.02
SYMBIA T2	10	60.1±0.74	1.23
	15	39.9±0.73	1.82
	30	20.0±0.45	2.28

Table 3. The difference of the weight

weight	Scan Speed (cm/min)	Mean±SD	CV(%)
0 kg	10	60.1±0.58	0.96
	15	39.9±0.58	1.45
	30	20.0±0.41	2.08
66 kg	10	60.1±0.79	1.32
	15	39.9±0.69	1.72
	30	20.0±0.45	2.27
110 kg	10	60.0±0.82	1.37
	15	40.0±0.69	1.73
	30	20.0±0.43	2.14

증을 통해 mean 값을 중심으로 UCL (Upper Control Level) 과 LCL (Lower Control Level)에서 벗어나는 수치의 개수를 산출하였다(Fig. 3). 그 결과, 0 kg일 때, 10 cm/min에서 1.67%, 15 cm/min에서 1.11%, 30 cm/min에서 17.22%, 66 kg일 때, 10, 15 cm/min에서만 1.11%가 범위에서 벗어났으며, 110 kg에서는 각각의 테이블 이동속도에서 2.22%, 1.11%, 18.33%로 나타났다.

고찰

핵의학 영상에서 총 수집 계수를 높이하고자 하는 노력은 신호 대 잡음비(signal to noise ratio; SNR)를 높인다는 면에서 검사의 정확성을 기하고자 하는 것이다. 계수를 높이는 것은 체내에 주입되는 방사성동위원소의 양을 일정 범위 내에서 늘리거나 계수 시간을 늘리므로서 가능하다.²⁾

이 때 계수 시간은 전신 영상 검사 시 테이블 이동 속도와 매우 밀접한 관계가 있다. 동일한 전신 영상 검사를 시행할 경우, 테이블 이동 속도를 느리게 설정할수록 얻을 수 있는 계수는 많아지면 검사시간은 길어진다. 따라서 무조건 높은 계수를 얻기 위해 검사시간을 길게 하는 것은 검사 효율성 측면과 실무적용에 문제가 있기 때문에 각 검사마다 그 목적에

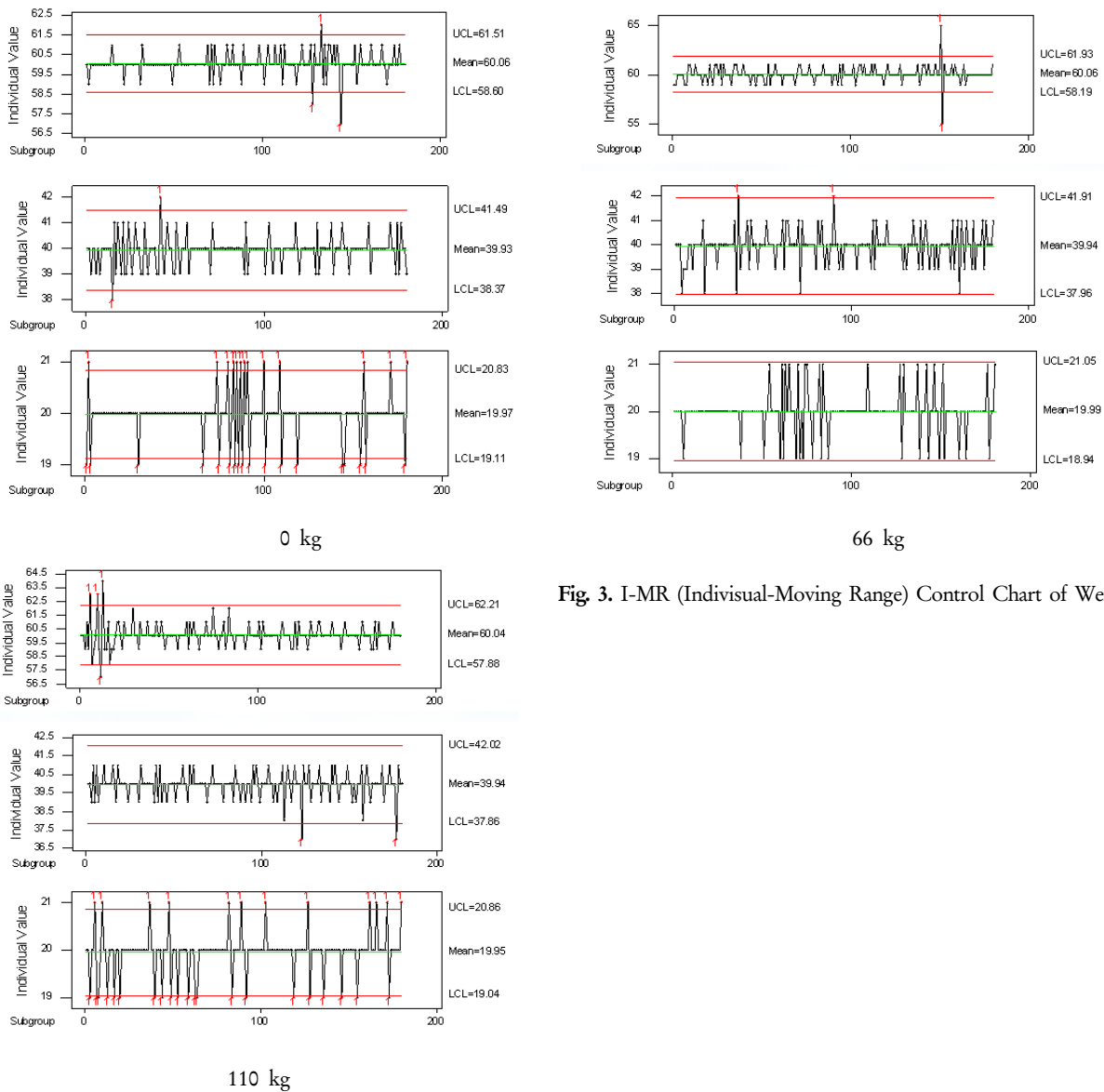


Fig. 3. I-MR (Individual-Moving Range) Control Chart of Weight.

맞게 요구되는 테이블 이동 속도는 다양하게 설정되어야 한다. 현재 전신 영상 검사의 권고되고 있는 테이블 이동속도는 10~30 cm/min이며 최대 20분 정도가 소요된다.³⁾

본 연구에서는 권고되고 있는 전신 영상 검사의 테이블 이동 속도를 10, 15, 30 cm/min으로 나누어 감마카메라의 노후 상태에 따른 측정, 무게 변화에 의한 측정을 통해 테이블 이동 속도의 정확성을 확인하고자 하였다. 각 Center의 실무 담당자들은 검사 시행 시 테이블이 균일하지 못하게 움직이는 것을 발견한다면 정기적으로 테이블 이동 속도의 정확성을 확인할 필요가 있을 것으로 생각된다.

결 론

핵의학 검사 중 전신 영상 검사는 다양한 목적으로 사용되고 있는 검사 방법이다. 각각의 검사 목적에 따라 테이블 이동 속도는 다양하게 규정되어 있으며, 이러한 하드웨어적인 요소는 장비의 노화 상태, 그에 따른 테이블의 축받이(베어링) 상태, 환자의 과체중 등과 같은 요소에 의해서 변화할 수 있다. 이에 장비의 상태를 고려하여 장비의 사용 기간에 따른 노화 상태와 테이블 위의 무게 변화에 따른 테이블 이동 속도의 정확성을 확인해 보고자 하였다. 장비 노후 상태에 따른 테이블 이동 속도의 정확성과 무게 변화에 따른 테이블 이동 속도의 정확성은 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 하지만 두 장비 모두 테이블 이동속도가 증가할수록 변동계수가 증가하였으며, 테이블 위의 무게가 증가할수록 표준편차와 변

동계수가 증가하였다. 이러한 결과를 미루어 볼 때 Onco. Flash와 같은 Half-time 검사법을 실시하기 전에는 테이블의 이동과 테이블 이동 속도, 감마카메라의 상태를 점검하고, 좀 더 관심을 기울여야 할 것이다. 또한 이러한 정기적인 점검을 일반화시키는 것이 유용할 것이라고 생각된다.

요 약

전신 영상 검사는 일반적인 핵의학 검사에 적용되고 있는 가장 기본적인 촬영 방법 중 하나이다. 이 때 각 검사마다 규정화된 테이블 이동 속도는 다양하다. 본 연구에서는 감마카메라의 사용 기간에 따른 노후 상태와 감마카메라 테이블 위의 무게 변화에 따른 테이블 이동 속도를 측정하여 그 정확성을 분석하는데 그 목적이 있다. 2008년 12월부터 2009년 2월 까지 서울아산병원 핵의학과내에서 전신 영상 검사를 주로 시행하는 SIEMENS 장비 중 가장 사용기간이 긴 ECAM plus와 가장 최근에 설치된 SYMBIA T2를 대상으로 연구를 실시하였다. 각 장비별로 테이블 이동속도를 10, 15, 30 cm/min으로 나누어 매 10 cm씩 마다 총 100 cm의 구간을 타이머를 이용해 테이블 이동 시간을 측정하였다. 또한 표준 체중을 60~70 kg으로 감안하여 0, 66, 110 kg으로 나누어 체중에 따른 테이블의 이동 속도를 동일한 방법으로 측정하여 비교 분석하였다. 본 연구에서는 10 cm/min, 15 cm/min, 30 cm/min의 변동계수가 ECAM plus에서 1.23, 1.42, 2.02이었

고, SYMBIA T2에서 1.23, 1.83, 2.28이었으며 테이블 이동속도가 증가될수록 변동은 많았다. 또한 무게 변화에 따른 각각의 변동계수는 0 kg에서 0.96, 1.45, 2.08이었고, 66 kg에서 1.32, 1.72, 2.27이며, 110 kg에서 1.37, 1.73, 2.14로 무게에 따른 큰 차이는 없었다. 95% 신뢰수준에서 통계적으로 유의한 차이는 있지 않아($p>0.05$) 두 장비 모두 허용할 수 있는 범위 안에 있었지만, ECAM plus에 비해 SYMBIA T2의 변동계수가 비교적 크게 측정되었다. 이러한 결과를 미루어 볼 때 Onco. Flash와 같은 Half-time 검사법을 실시하기 전에는 테이블의 이동과 테이블 이동 속도, 감마카메라의 상태를 점검하고, 좀 더 관심을 기울여야 하며 정기적인 점검을 일반화시키는 것이 유용할 것이라고 생각된다.

REFERENCES

1. 고창순. 핵의학(제3판), 고려의학. 2008;37-80.
2. 고창순. 핵의학(제2판), 고려의학. 1992;99-128.
3. Wai-Hoi Wong, Hongdi Li, Jorge Uribe, Hossain Baghaei, Yu Wang, and Shigeru Yokoyama, Feasibility of a High-Speed Gamma-Camera Design Using the High-Yield-Pileup-Event-Recovery Method.
4. HungK. Tan, CNMT, Richard W. Wassenaar, PhD, and Wanzhen Zeng, MD, PhD, Collimator Selection, Acquisition Speed, and Visual Assessment of ¹³¹I-Tositumomab Biodistribution in a Phantom Model.
5. Victor W. Lee, Richard Sano and Geraid Freedman, Whole- Body Gamma Camera Imaging Using a Moving Table Accessory.