

## Oncoflash를 적용한 전신 뼈 영상 검사의 스캔 속도 결정에 관한 연구

서울아산병원 핵의학과

양광길 · 정우영

### A Study on the Determination of Scan Speed in Whole Body Bone Scan Applying Oncoflash

Gwang Gil Yang, Woo Young Jung

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

**Purpose:** The various studies and efforts to develop program are in progress in the field of nuclear medicine for the purpose of reducing scan time. The Oncoflash is one of the programs used in whole body bone scan which allows to maintain the image quality while to reduce scan time. When Those applications are used in clinical setting, both the image quality and reduction of scan time should be considered, therefore, the purpose of this study was to determine the criteria for proper scan speed. **Materials and Methods:** The subjects of this study were the patients who underwent whole body bone scan at the departments of nuclear medicine in the Asan Medical Center located in Seoul from 1st to 10th, July, 2008. The whole body bone images obtained in the scan speed of 30cm/min were classified by the total counts into under 800 K, and over 800 K, 900 K, 1,000 K, 1,500 K, and 2,000 K. The image quality were assessed qualitatively and the percentages of those of 1,000K and under of total counts were calculated. The FWHM before and after applying the Oncoflash were analyzed using images obtained in  $^{99m}\text{Tc}$  Flood and 4-Quadrant bar phantom in order to compare the resolution according to the amount of total counts by the application of the Oncoflash. Considering the counts of the whole body bone scan, the dosed 2~5 mCi were used. 152 patients underwent the measurement in which the counts of Patient Positioning Monitor (PPM) were measured with including head and the parts of chest which the starting point of whole body bone scan from 7th to 26th, August, 2008. The correlations with total counts obtained in the scan speed of 30cm/min among them were analyzed (The exclusion criteria were after over six hours of applying isotopes or low amount of doses). **Results:** The percentage of the whole body bone image which has the geometric average of total counts of under 1,000K among them obtained in the scan speed of 30cm/min were 17.6%(n=58) of 329 patients. The qualitative analysis of the image groups according to the whole body counts showed that the images of under 1,000K were assessed to have coarse particles and increased noises. The analysis on the FWHM of the images before and after applying the Oncoflash showed that, in the case of PPM counts of under 3.6 K, FWHM values after applying the Oncoflash were higher than that before applying the Oncoflash, whereas, in the case of that of over 3.6 K, the FWHM after applying the Oncoflash were not higher than that before applying the Oncoflash. The average of total counts at 2.5~3.0 K, 3.1~3.5 K, 3.6~4.0 k, 4.1~4.5 K, 4.6~5.0 K, 5.1~6.0 K, 6.1~7.0 K, and 7.1 K over (in PPM) were  $965\pm 173$  K,  $1084\pm 154$  K,  $1242\pm 186$  K,  $1359\pm 170$  K,  $1405\pm 184$  K,  $1640\pm 376$  K,  $1,771\pm 324$  K, and  $1,972\pm 385$  K, respectively and the correlations between the counts in PPM and the total counts of image obtained in the scan speed of 30 cm/min demonstrated strong correlation ( $r=.775$ ,  $p<.01$ ). **Conclusions:** In the case of PPM coefficient over 3.6 K, the image quality obtained in the scan speed of 30cm/min and after applying the Oncoflash was similar to that obtained in the scan speed of 15 cm/min. In the case of total counts over 1,000 K, it is expected to reduce scan time without any damage on the image quality. In the case of total counts under 1,000 K, however, the image quality were decreased even though the Oncoflash is

- Received: June 15, 2009. Accepted: July 14, 2009.
- Corresponding author: Woo Young Jung  
Departments of Nuclear Medicine, Asan Medical Center 388-1  
Pungnap-2dong, Songpa-gu, Seoul, 138-736, Korea  
Tel: +82-2-3010-4604, Fax: +82-2-3010-4588  
E-mail: wyjung@amc.seoul.kr

## 서론

전신 뼈 영상 검사는 핵의학과에서 주로 시행되는 영상 검사 중 하나로, 골격계의 병변에 대해 높은 민감도와 해상력

applied, so it is recommended to perform the re-image in the scan speed of 15 cm/min. (Korean J Nucl Med Technol 2009;13(3):56-60)

**Key Words :** Oncoflash, Bone scan, FWHM, Scan speed

을 제공하는 검사이다. 일반적으로  $^{99m}\text{Tc}$ 와 표지된 방사성의약품 DPD (dicarboxypropane diphosphonate) 또는 MDP (methylene diphosphonate) 또는 HMDP (hydroxymethylene diphosphonate) 1110 MBq (30 mCi)를 인체에 정맥주사하고 약 3~4시간 이후에 감마카메라의 테이블에 누운 채로 머리부터 발끝까지 분당 15 cm의 속도로 천천히 이동하면서 약 15분 동안 영상을 획득하게 된다.

최근 핵의학 분야에서 영상 획득 시간을 줄이면서도 영상의 질을 동등하거나 더 나은 수준으로 만들어내기 위한 다양한 연구를 통해 하드웨어 및 소프트웨어의 개발이 활발히 진행되고 있다. 이런 목적으로 개발된 Oncoflash는 SPECT 영상을 위한 3차원적 해상도 및 산란 보정과 평면 영상, 전신 뼈 영상에 적용할 수 있는 노이즈 감소 기능을 포함하는 Iterative reconstruction method이다.

이를 임상에 적용할 때 영상의 질과 검사 시간 단축의 두 가지 측면을 동시에 고려해야 하며, 그에 적합한 스캔 속도의 결정에 대한 기준 설정이 필요하여 본 연구를 시행하였다.

### 실험재료 및 방법

서울아산병원 핵의학과에서 2008년 7월 1일부터 7월 10일까지 Siemens의 E.CAM Signature와 Symbia T2에서 전신 뼈 영상 검사를 시행한 329명의 환자를 대상으로 하였다. 일반

적인 검사 속도(분당 15 cm)의 두 배인 분당 30 cm으로 획득된 영상에 Oncoflash를 적용 한 후, 전신 총 계수에 따른 해상력 비교를 위해 각각 800 K 이하, 800 K, 900 K, 1000 K, 1500 K, 2000 K 이상으로 구분하여 영상의 질을 정성적 분석하였다.

영상 획득 조건은  $^{99m}\text{Tc}$ -DPD 30mCi 투여 후, 3~5시간이 지난 뒤에 256×1024의 Matrix size, Window center는 140 keV, Window width는 ±15%로 하였다.

Oncoflash 적용 여부에 따른 해상력의 비교평가를 위해 2~5 mCi의 선량을 투여한  $^{99m}\text{Tc}$  Flood와 4-Quadrant bar phantom을 이용하여 분당 30 cm의 속도로 영상을 획득 한 후, Oncoflash 적용 전과 후의 FWHM을 Siemens syngo MI application software의 Series FWHM Proc workflow를 이용하여 분석하였다.

2008년 8월 7일부터 8월 26일까지 152명의 환자를 대상으로 검사의 시작 시점인 두부와 흉부의 일부가 포함된 상태에서 감마카메라의 PPM (Patient Positioning Monitor) 계수 (Fig. 1)와 분당 30 cm의 스캔 속도를 적용하여 획득한 전신 총 계수를 측정하여 상관관계를 SPSS 12.0을 이용하여 분석하였다. 단, 동위원소 투여 후 6시간 이상 지났거나, 투여량이 적은 소아의 경우는 제외하였다.

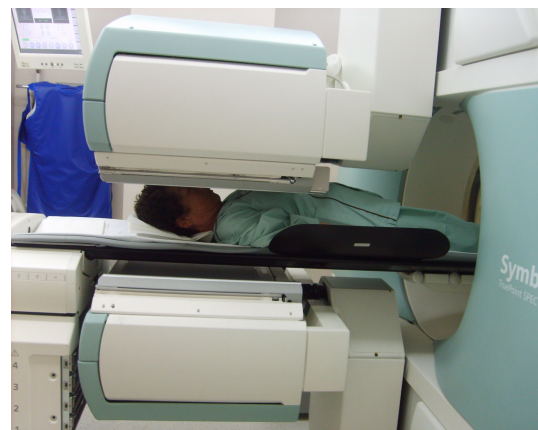
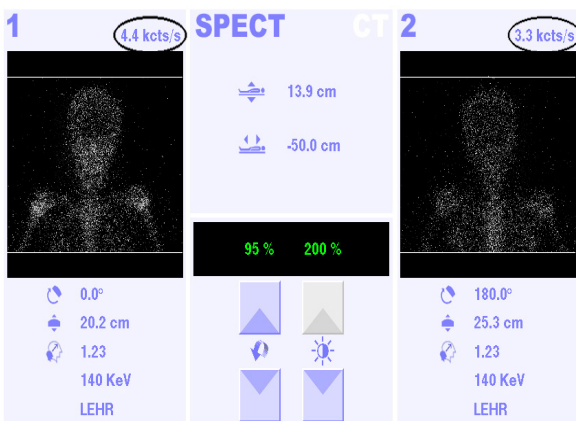


Fig. 1. PPM Counts (Kilo Counts/sec, kcts/s) of Gamma Camera (Symbia T2, Siemens) in The Whole Body Bone Scan.

**Table 1.** The Percentage according to Total Counts using 30 cm/min scan speed

Total Counts (K)	Person	Geometric Mean±SD (K)	Ratio	
~800	8	762±33	2.4%	17.6%
800~900	20	851±27	6.1%	
900~1,000	30	953±29	9.1%	59.9%
1,000~1,500	197	1228±140	59.9%	
1,500~2,000	66	1699±148	20.1%	82.4%
2000 ~	8	2294±271	2.4%	100.0%
Total	329			

## 결 과

### 1. 전신 총 계수별로 구분한 영상의 정성적 분석

분당 30 cm의 스캔 속도로 검사한 전신 뼈 영상에 Oncoflash를 적용한 후에 전신 총 계수 별로 구분한 영상을 정성적으로 분석한 결과, 전신 총 계수 1000 K 이하의 경우 육안적으로 영상의 입자가 거칠고, 노이즈가 증가한 영상으로 평가되었다(Case 1 in Fig. 2). 데이터 수집 기간 동안 전신 총 계수가 1000 K 미만인 비율을 분석한 결과, 전체 329명 중 58명(17.6%)이었고, 평균 및 표준편차는 892±76 K이었다 (Table 1).

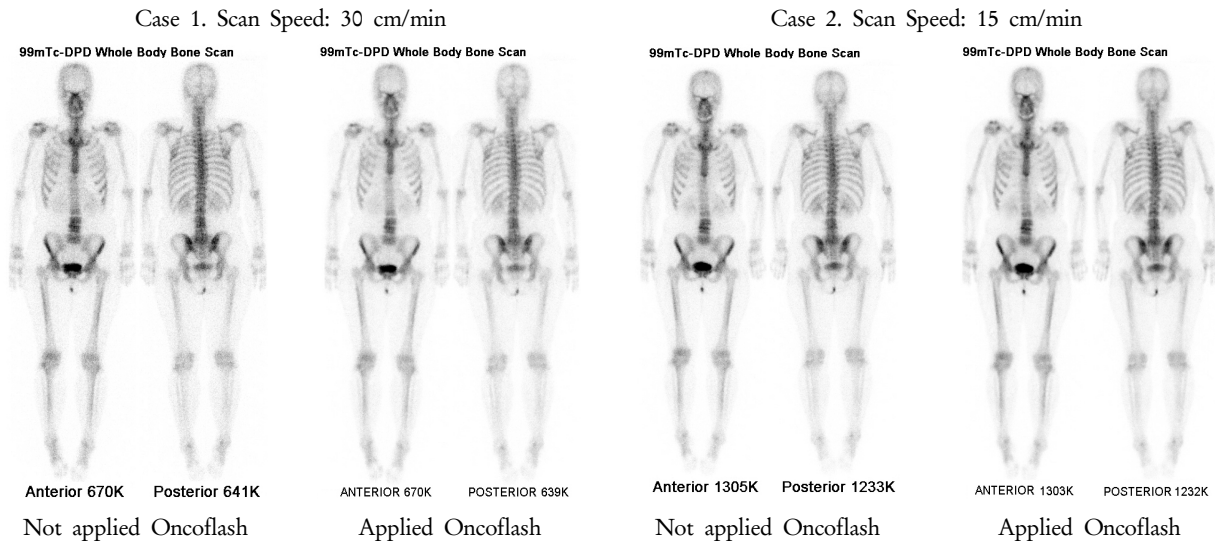
전신 총 계수에 따른 Oncoflash 적용 전과 후의 해상력 비교를 위해 각각 분당 30 cm (Case 1), 분당 15 cm (Case 2)의 검사 속도로 스캔한 결과, 전신 총 계수가 1000 K 미만의 경우 Oncoflash 적용 이전과 이후를 비교했을 때 낮은 카운트(전면 상 670 K, 후면 상 639 K)로 인해 전반적으로 거친

영상으로 나타났고(Case 1), 1000 K 이상의 경우 Oncoflash 적용 이후에 노이즈의 감소로 영상의 질이 개선되었다(Case 2).

### 2. <sup>99m</sup>Tc Flood와 4-Quadrant Bar Phantom을 이용한 Oncoflash 적용 전후의 FWHM 분석

<sup>99m</sup>Tc Flood와 4-Quadrant Bar Phantom을 이용하여 획득한 영상에 Oncoflash 적용 전후의 FWHM을 분석한 결과, PPM 계수가 3.6 kcts/s 이하에서는 Oncoflash 적용 후의 FWHM이 전과 비교해서 높게 나왔다. 그러나 3.6~4.0 kcts/s 이상에서는 Oncoflash 적용 전보다 적용 후에 낮거나 동등하게 측정되었다(Table 2, Fig. 3).

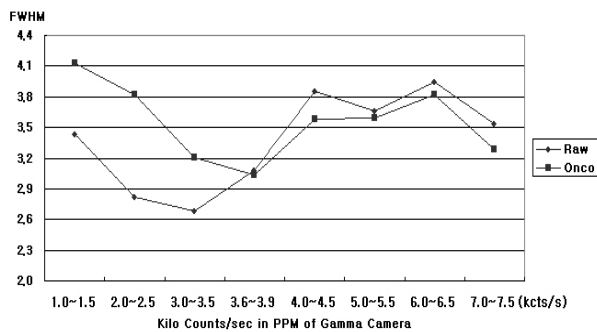
다만, 연구 목적에 완전하게 부합하기 위해서는 전신 총 계수를 기준으로 하여 FWHM을 분석해야 하나 그렇게 할 수 없어, 장비에서 나타나는 PPM 계수를 이용하여 간접적으로 <sup>99m</sup>Tc Flood와 4-Quadrant Bar Phantom을 이용하여 진행하였고, PPM 계수만으로는 영상의 전체적인 해상력을 평가



**Fig. 2.** Comparison of Resolution of Bone Scan Images in Same Patients that Acquired Total Counts are below and over 1000 K, between Applied and Not-Applied Oncoflash. Image of Case 1 is Acquired Using 30 cm/min Scan Speed and Case 2 is Acquired Using 15 cm/min Scan Speed.

**Table 2.** Comparison of FWHM Value between Applied and Not-applied Oncoflash

KiloCounts/sec in PPM	FWHM value	
	Not applied Oncoflash	Applied Oncoflash
1.0~1.5 K	3.43	4.13
2.0~2.5 K	2.82	3.82
3.0~3.5 K	2.69	3.20
3.6~3.9 K	3.08	3.04
4.0~4.5 K	3.85	3.58
5.0~5.5 K	3.66	3.59
6.0~6.5 K	3.95	3.82
7.0~7.5 K	3.54	3.28



**Fig. 3.** Comparison of FWHM Value between Applied and Not-applied Oncoflash.

할 수 없는 한계점을 가지고 있다.

### 3. PPM에서의 계수와 전신 총 계수 사이의 상관관계 분석

검사의 시작 시점인 두부와 흉부의 일부가 포함된 상태에서 감마카메라의 PPM에서의 계수와 분당 30 cm의 스캔 속도로 획득한 영상의 전신 총 계수 사이의 상관 관계를 분석한 결과, PPM 계수가 각각 2.5~3.0 kcts/s일 때 전신 총 계수의 평균과 표준 편차는 965±173 K (17.8%), 3.1~3.5 kcts/s에서

**Table 3.** Correlation between Counts in PPM of Gamma Camera and Acquired Total Counts±SD, Ratio

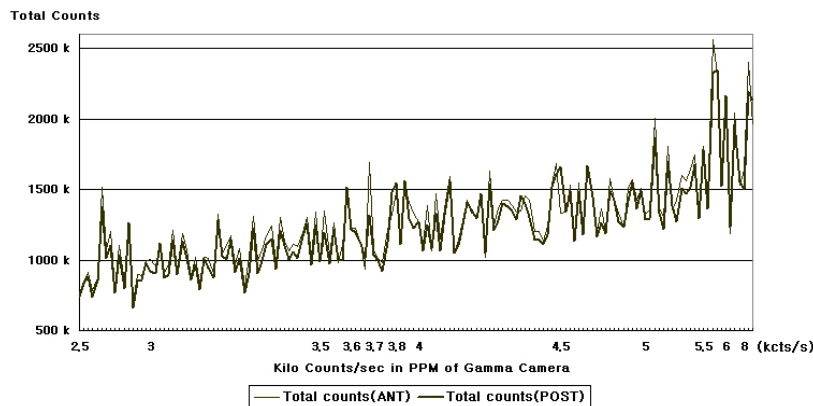
KiloCounts/sec at PPM	Acquired Total Counts±SD	Ratio	Person
2.5~3.0 K	965±173 K	17.8%	16
3.1~3.5 K	1,084±154 K	22.4%	38
3.6~4.0 K	1,242±186 K	18.4%	22
4.1~4.5 K	1,359±170 K	17.1%	31
4.6~5.0 K	1,405±184 K	10.5%	20
5.1~6.0 K	1,640±376 K	10.5%	18
6.1~7.0 K	1,771±324 K	1.3%	4
7.1 K~	1,972±385 K	2.0%	3
Total		100.0%	152

1084±154 K (22.4%), 3.6~4.0 kcts/s에서 1242±186 K (18.4%), 4.1~4.5 kcts/s에서 1359±170 K (17.1%), 4.6~5.0 kcts/s에서 1084±184 K (10.5%), 5.1~6.0 kcts/s에서 1640±376 K (10.5%), 6.1~7.0 kcts/s에서 1771±324 K (1.3%), 7.1 kcts/s 이상에서 1972±385 K (2.0%)이었고, 매우 강한 양의 상관관계( $r=0.775$ ,  $p<0.01$ )가 있었다(Fig. 3).

## 고찰

일반적으로 전신 뼈 영상 검사는 분당 15 cm의 검사 속도로 감마카메라의 테이블을 이동하면서 전신의 영상을 획득한다. 기존의 검사 방법에서 다른 조건은 동일하게 유지하고 검사 속도만 변화시킨 후에 Oncoflash를 적용하여 보다 빠른 시간 내에 영상을 얻으면서도 동일한 수준의 해상도를 유지하는 조건을 찾기 위해 본 연구를 시작하였다.

현재 서울아산병원 핵의학과에서는 일련의 시행착오를 겪으면서 얻은 이번 연구의 결과를 핵의학과 의사와 협의를 거친 후 대부분의 환자에게 분당 30 cm의 검사 속도로 영상을 획득한 이후, Oncoflash를 적용하여 전신 뼈 영상 검사를 진행하고 있다. 이번 연구에서는 Oncoflash의 적용 기준을 전



**Fig. 4.** Correlation between Counts in PPM of Gamma Camera and Acquired Total Counts

**Table 4.** Pearson Correlation Coefficient between Counts in PPM of Gamma Camera and Acquired Total Counts

		ppmcount	wbcount
ppmcount	Pearson 상관계수	1	.775**
	유의확률(양쪽)		.000
	제공합 및 교차곱	147/051	35666.745
	공분산	.974	236.204
wbcount	Pearson 상관계수	.775**	1
	유의확률(양쪽)		.000
	제공합 및 교차곱	35666.745	1438036
	공분산	236.204	95291.627
	N	152	152

면 상 또는 후면상의 전신 총 계수가 1,000 K 이상인 경우로 하였지만, 실제 임상에서 여러 요인으로 인해 그 기준을 900 K 이상인 경우로 낮추어서 적용하고 있고, 여기에 미치지 못할 경우 판독에 지장을 줄 우려가 있어, Oncoflash를 적용하지 않고 기존의 방법인 분당 15 cm의 검사 속도로 다시 영상을 얻고 있다.

이번 연구 결과를 전신 뼈 영상 검사에서 Oncoflash의 임상 적용을 위한 기준으로 삼을 수 있어 본원의 사례가 차후 Oncoflash를 도입하는데 도움이 될 것으로 기대된다.

## 결 론

전신 뼈 영상 검사 시작 시점의 PPM 계수가 3.6 k 이상일 경우에 분당 30 cm으로 스캔한 후 전신 총 계수가 1000 K 이상인 경우에 Oncoflash를 적용하면 기존의 분당 15 cm으로 획득한 영상 수준의 화질을 얻을 수 있어 검사 시간을 줄이면서 동등한 영상의 질을 유지할 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 분당 30 cm으로 스캔한 후 전신 총 계수가 1000 K 미만인 경우에는 Oncoflash를 적용하여도 영상의 질이 저하되므로, 기존의 분당 15 cm으로 다시 시행하는 것을 고려해야 할 것이다.

## 요 약

전신 뼈 영상 검사에서 영상의 질을 유지하면서 검사 시간 단축을 위해 oncoflash와 같은 프로그램을 사용하고 있는데, 이를 임상에 적용할 때 영상의 질과 검사 시간 단축의 두 가지 측면을 동시에 고려해야 하며, 적합한 스캔 속도의 결정에 대한 기준 설정이 필요하여 본 연구를 시행하였다.

서울아산병원 핵의학과에서 전신 뼈 영상 검사를 시행한

환자를 대상으로 하여 분당 30 cm의 스캔 속도로 검사한 영상의 총 계수를 각각 800 K 이하, 800 K, 900 K, 1000 K, 1500 K, 2000 K 이상으로 구분하여 영상의 질을 정성적 분석하고, 전신 총 계수가 1000 K 미만인 비율을 분석하였다. 분당 30 cm의 스캔 속도로 검사한 전신 뼈 영상의 전신 총 계수의 기하학적 평균이 1000 K 미만인 비율을 분석한 결과, 전체 329명 중 58명(17.6%)이다. 전신 총 계수 별로 구분한 영상을 정성적으로 분석 결과, 전신 총 계수 1000 K 이하의 경우에 육안적으로 영상의 입자가 거칠고, 노이즈가 증가한 영상으로 평가되었다.

전신 총 계수의 양과 Oncoflash 적용 여부에 따른 해상력의 비교평가를 위해 전신 뼈 영상 검사의 계수율을 고려하여 2~5 mCi의 선량을 투여한 <sup>99m</sup>Tc Flood와 4-Quadrant bar phantom을 이용하여 영상을 획득 한 후, Oncoflash 적용 전과 후의 FWHM을 분석하였다. PPM 계수가 3.6 K 이하에서는 Oncoflash 적용 후의 FWHM이 전과 비교해서 높게 나왔으나, 3.6~4.0 K 이상에서는 Oncoflash 적용 전보다 적용 후에 낮거나 동등하게 측정되었다.

전신 뼈 영상 검사의 시작 시점인 두부와 흉부의 일부가 포함된 상태에서 감마카메라의 PPM (Patient Positioning Monitor) 계수를 측정하고, 분당 30 cm의 스캔 속도를 적용하여 획득한 전신 총 계수 사이의 상관 관계를 분석 결과는 PPM 계수가 각각 2.5~3.0 K일 때 전신 총 계수의 평균과 표준 편차는 965±173 K (17.8%), 3.1~3.5 K에서 1,084±154 K (22.4%), 3.6~4.0 K에서 1,242±186 K (18.4%), 4.1~4.5 K에서 1,359±170 K (17.1%), 4.6~5.0 K에서 1,405±184 K (10.5%), 5.1~6.0에서 1,640±376 K (10.5%), 6.1~7.0 K에서 1,771±324 K (1.3%), 7.1 K 이상에서 1,972±385 K (2.0%)으로, 매우 강한 양의 상관관계(상관계수 r=0.775, p<0.01)가 있었다.

전신 뼈 영상 검사 시작 시점의 PPM 계수가 3.6 K 이상일 경우에 분당 30 cm으로 스캔한 후 전신 총 계수가 1000 K 이상인 경우에 Oncoflash를 적용하면 검사 시간을 줄이면서도 기존의 분당 15 cm으로 획득한 영상 수준의 화질을 얻을 수 있었다. 그러나 분당 30 cm으로 스캔한 후 전신 총 계수 기준으로 1000 K 미만인 경우에는 Oncoflash를 적용하여도 영상의 질이 저하되므로, 기존의 분당 15 cm의 속도로 다시 시행하는 것을 고려해야 할 것이다.

## REFERENCES

1. 고창순. 핵의학, 고려의학, 2008;509-513.