

Original Article

Onco Flash에서 매개변수 변화에 따른 영상의 질 평가

삼성서울병원 핵의학과

차은선 · 노익상 · 김 기 · 최춘기 · 석재동

Evaluation of Image Quality by Parameter Change in Onco Flash

Eun Sun Cha, Ik Sang Noh, Ki Kim, Choon Ki Choi, Jae Dong Seok

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

Purpose: Many companies developed a lot of programs with continuous effort for program upgrading. With this acquire superior image quality for the purpose of quick examination and progress in spatial resolution. This study was to obtained clinical usefulness on a appropriate parameter of FWHM for speed and alpha value for superior image quality. **Materials and Methods:** Gamma camera by Siemens (e.cam) and spatial resolution phantom and four quadrant bar phantom used. Compared for FWHM by changed scan speed 15, 20, 25, 30, 35, 40 cm/min in scatter and non scatter in Onco Flash of spatial resolution phantom. Visual evaluation of count rate and bar phantom image for increased of alpha value of 10% in 0~100% . **Results:** FWHM by the scan speed was 9.37, 9.40, 9.28, 9.30, 9.31, 9.53 mm in the scatter. Count rate increased alpha value 10% increased. Visual evaluation was suitable to below 30%, Therefore spatial resolution improved on FWHM at the scan speed 25~35 cm/min applying for alpha value 30% in Onco Flash was average 9.3 mm less than FWHM of below 15 cm/min and above 40 cm/min. **Conclusion:** We found on appropriate parameter to progress of image quality. And there be a useful guideline for you that appropriate scan speed on vary in parameters of reduction on examination time and advancing image quality. (*Korean J Nucl Med Technol* 2009;13(1):30-34)

Key Words : Alpha value, FWHM, Four quadrant bar phantom, Spatial resolution phantom.

서 론

Whole body bone scan은 뼈의 생리화학적 기전을 이용하여 골병변의 조기 발견에 매우 예민한 검사방법으로 알려져 있다. 암환자의 증가 추세와 함께 뼈의 암 전이를 조기에 발견할 수 있으며 또한 염증성 질환의 세부 감별을 용이하게 하는 장점으로 검사가 꾸준히 증가하고 있다⁹⁾.

또한 고객들의 의식의 변화의 하나로 빠르고 정확하게 검사하는 것의 중요성이 강조되고 있다. 그리고 whole body bone scan검사의 한계는 CT와 같은 의료 장비에 비해 검출기 특성상 기기 자체의 영상 획득 시간을 줄이기 힘든 점이 있다. 그

리하여 잘 움직이지 못하는 환자나 가만히 누워 있기가 힘든 환자인 경우에 whole body bone scan검사를 시행하기 어렵게 되는 상황이 발생하기도 하였다.

그리고 방사성 피폭에 대한 의식의 재고로 인하여 의료진과 고객들 모두 검사에 사용되는 선량이 저하되게 하여 동일한 영상의 질을 얻을 수 있는 방향으로 나아가고 있다.

이러한 상황에 발맞추어 기존의 장비 회사에서 영상의 재구성 기법을 계속 개발하고 있으나 세부적으로 프로그램의 인자들을 활용하는데 자료가 부족한 실정이다.

Siemens사의 Onco Flash는 원래의 데이터를 다양한 종류의 센서를 이용하여 잡음을 엄격하게 분리하여 재구성하는 방식의 프로그램 중의 하나이다. 이러한 재구성 방식에서 적용되는 과정에서 매개변수를 변화시켜 사용할 때의 유용성을 연구하고 데이터가 손실되거나 왜곡되어 나타나지 않는지를 연구해 볼 필요가 있다¹⁾.

그리하여 Siemens사의 Onco Flash를 이용해 본원의 상황

• Received: January 19, 2009. Accepted: February 13, 2009.
• Corresponding author: Eun Sun Cha
Department of Nuclear Medicine, Samsung Seoul Hospital, Ilwon-dong, Gangnam-gu, Seoul, 135-710, Korea
Tel: +82-2-3410-6287, Fax: +82-2-3410-6284
E-mail: escs.cha@samsung.com

에 맞춘 최적의 검사조건을 찾고자 한다.

실험재료 및 방법

1. 재료

감마카메라는 LEHR (low energy high resolution) 콜리메이터를 장착한 Siemens사의 e.cam을 사용하였고(Fig. 1), 8"×8"의 실린더형 아크릴 탱크로 만들어진 spatial resolution phantom (Fig. 3)과 Large Square Ultra High Resolution four quadrant bar phantom을 사용하였다. Bar phantom은 2.1 mm, 3.2 mm, 4.8 mm, 6.4 mm의 bar를 이용하였다(Fig. 2).

선원은 ^{99m}Tc 을 사용하고 flood phantom을 사용하였다. 영상의 분석에는 Amide 프로그램이 사용되었다.

2. 방법

1) 스캔속도 변화

Spatial resolution phantom에는 적합한 산란선을 제공하는 물(증류수)을 채울 수 있으며, 또한 ^{99m}Tc 을 채울 수 있는 3개의 stainless steel 재질의 튜브로 구성되어 있다. 이 중에서 2개의 stainless steel 튜브에 ^{99m}Tc 을 2 mCi씩 기포가 생기지



Fig. 1. Gamma camera from Siemens e.cam system.

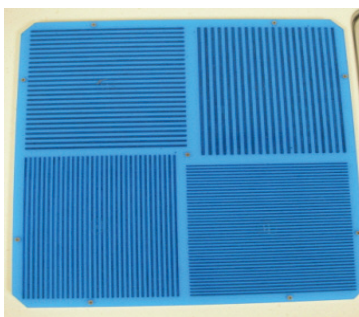


Fig. 2. Large square ultra high resolution four quadrant bar phantom.

않게 천천히 주입해 채웠다(Fig. 4).

감마카메라 테이블 위에 spatial resolution phantom을 놓고, 중심을 잘 잡은 다음 각 rod가 겹치지 않도록 하고 가운데 삽입되어 있는 선원이 테이블의 중앙에 오게 하고 스캔속도를 15, 20, 25, 30, 35, 40 cm/min으로 변화를 시키면서 영상을 연속적으로 획득한다(Fig. 5).

각 스캔속도로 실험을 하고 나면 다음 스캔속도로 변경시킬 때 처음의 조건 스캔길이를 일정하게 유지시키도록 한다. 동일한 조건으로 spatial resolution phantom의 내부에 증류수를 채우거나 채우지 않을 때로 나누어 산란선이 주는 영향을 함께 실험하였다. Onco Flash는 30%로 고정하게 하여 영상

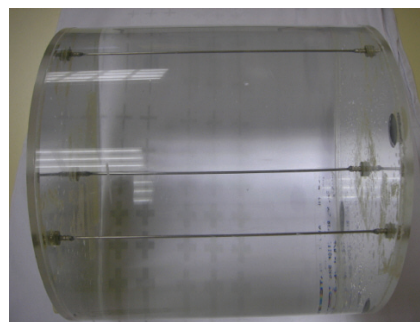


Fig. 3. Spatial resolution phantom.

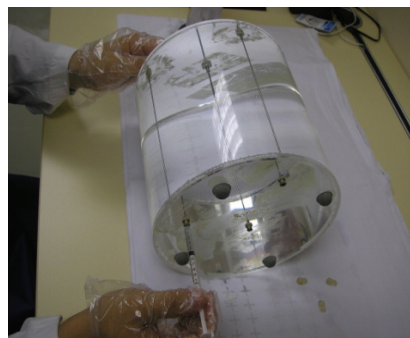


Fig. 4. 2 mCi of ^{99m}Tc was injected slowly for two road of the three road in spatial resolution phantom.



Fig. 5. Spatial resolution phantom was acquired for continuous scan.

을 처리하여 FWHM을 비교하였다.

2) 알파 값의 변화

알파 값이란 원본 데이터와 처리 데이터 사이에서 영상처리 정도를 나타내는 비율을 말한다. 이는 flexible display 창에서 조절할 수 있게 되어 있는데 Siemens사에서 권고 범위는 30% 이내로 정해 두고 있다.

알파 값 변화에 따라 영상의 질의 변화를 관찰하기 위해서

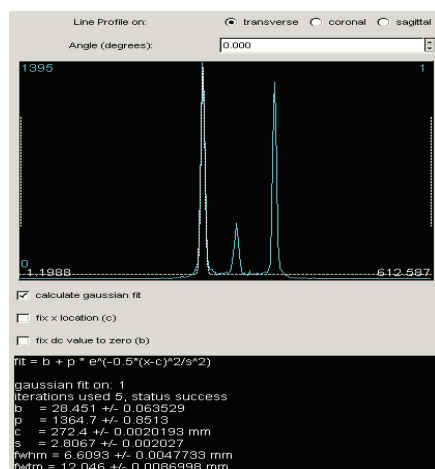


Fig. 6. Amide is one of the medical image analysis program.

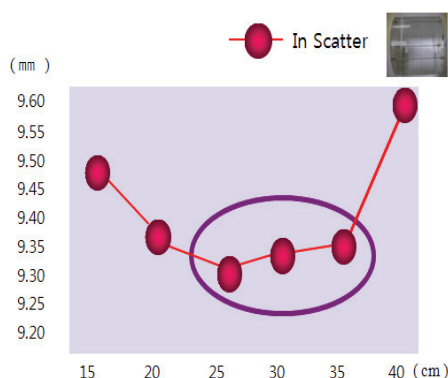


Fig. 7. The variation of FWHM by the scan speed changing in the scatter.

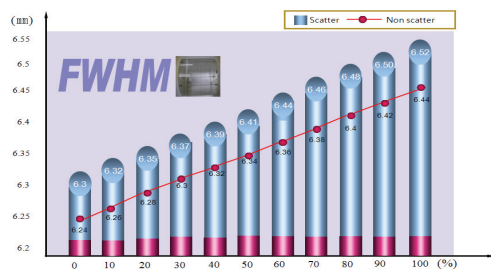


Fig. 8. The FWHM was increased according to increased of alpha value 10% in scatter and non scatter.

spatial resolution phantom을 제작한 다음 위와 같은 방법으로 영상을 얻고 Onco Flash의 알파 값 0%부터 100%까지 10%씩 증가시키면서 스캔속도 30 cm/min를 고정으로 하여 총계수를 비교하고, 또한 알파 값을 10%씩 증가시키는데 따른 four quadrant bar phantom영상으로 스캔속도 30 cm/min에서 육안적 평가를 하였다.

검사조건은 matrix size를 256×1024로 동일하게 하고 spatial resolution phantom, four quadrant bar phantom의 스캔 길이는 각각 70 cm, 146 cm으로 얻었다.

다음으로 flood phantom에 ^{99m}Tc 을 15 mCi를 주입하여 잘 흔들어 기포가 생기지 않도록 제작한 후 감마카메라 테이블 위에 놓고 그 위에 bar phantom을 올려놓고 알파 값을 10%씩 증가시켜 위와 동일한 조건으로 영상을 얻었다. 또한 환자를 대상으로 위와 동일한 조건으로 영상을 얻어 알파 값을 10%씩 증가시키며 영상 변화를 관찰해 육안적으로 평가하였다.

3) 영상의 분석

영상 분석 프로그램인 Amide를(Fig. 6) 이용하여 spatial resolution phantom으로 얻은 영상을 분석하여 FWHM을 구하여 비교·분석하였다. 그리고 four quadrant bar phantom으로 얻은 영상은 육안적 평가를 하였다.

결 과

1. 스캔속도 변화

Onco Flash에서 알파 값을 30%를 적용하고 spatial resolution phantom에 증류수를 채운 영상에서 스캔속도가 15, 20, 25, 30, 35, 40 cm/min에서 변화함에 따라 영상 분석 프로그램(Amide)을 이용한 FWHM의 값은 증류수를 채운 영상에서 9.37, 9.40, 9.28, 9.30, 9.31, 9.53 mm이고, 증류수를 채우지 않은 영상에서는 스캔속도에 따른 FWHM의 값이 8.42, 8.32, 8.2, 8.25, 8.35, 8.52 mm이었다. 따라서 Onco Flash를 사용한 스캔속도가 25~35 cm/min에서 알파 값 30% 적용 시 FWHM이 평균 9.3 mm로서 15~40 cm/min를 벗어나는 값보다 공간 분해능이 향상되었다(Fig. 7).

즉 스캔속도를 변화시킬 때 FWHM의 값의 변화가 있으며 산란선의 영향을 받지 않은 경우의 공간 분해능이 평균 1 mm 정도 더 좋았다.

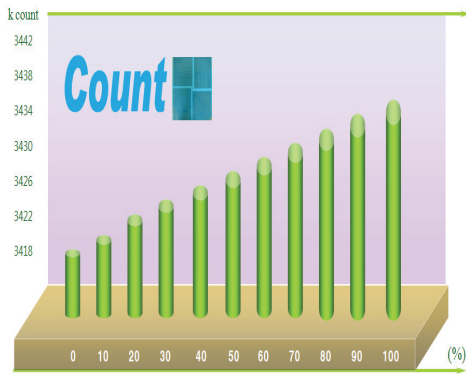


Fig. 9. The total count variation increased according to increased of alpha value 10%.

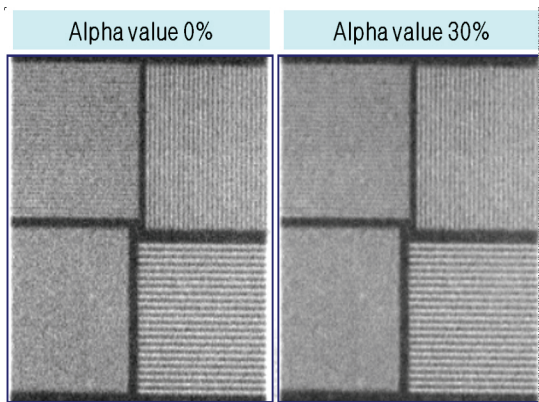


Fig. 10. Alpha value 0% and 30% was applied to the bar phantom.

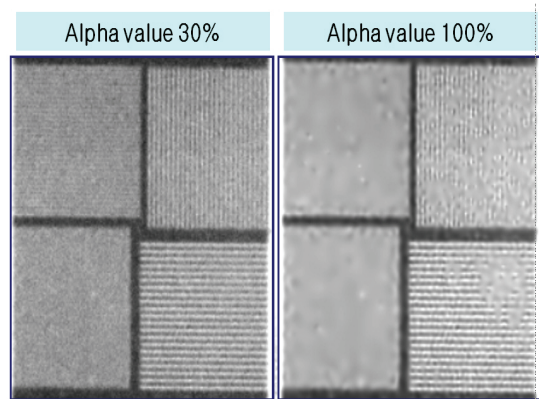


Fig. 11. Alpha value 30% and 100% was applied to the bar phantom.

2. 알파 값의 변화

먼저 spatial resolution phantom에서 증류수를 채워서 얻은 영상에서 알파 값이 10%씩 증가할수록 FWHM값은 6.3 mm에서 6.52 mm로 점차 증가하는 것을 볼 수 있다. 증류수를 채우지 않은 영상에서도 역시 알파 값을 0%에서 10%씩 증가

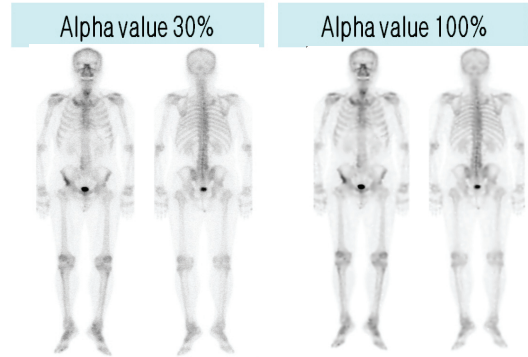


Fig. 12. Patient image with alpha value 30% and 100%.

할수록 FWHM값은 6.24 mm에서 6.44 mm로 점차 증가하는 것을 볼 수 있다(Fig. 8).

증류수를 채운 영상에서의 FWHM 값이 증류수를 채우지 않은 영상에서 보다 FWHM값이 높게 나왔다.

다음으로 four quadrant bar phantom에서는 알파 값을 0%에서 10%씩 증가할수록 일정한 계수증가를 보였다(Fig. 9). four quadrant bar phantom에서 알파값을 0%에서 10%씩 증가하여 four quadrant bar phantom이나 환자영상을 육안적으로 평가할 때 40% 이상에서 인공물이 나타나기 시작하기 때문에 알파 값은 30% 이하에서 적합하였다(Fig. 10-12).

3. 영상의 분석

Spatial resolution phantom으로 얻은 영상을 분석하여 FWHM을 구하여 비교·분석하였다.

그리고 four quadrant bar phantom으로 얻은 영상은 알파 값을 10%씩 증가시켰을 때 30%까지는 영상의 질이 저하됨을 특별히 느끼지 못하는데(Fig. 10) 40%부터는 육안적으로 영상이 불균일해져서 알파 값을 더욱 높일수록 영상의 질이 점차 더 저하되어 보였다(Fig. 11).²⁾ 환자 영상도 마찬가지로 알파 값이 40%를 넘어가면서 영상의 질 저하가 뚜렷하게 보였다(Fig. 12).⁴⁾

고 찰

^{99m}Tc-MDP를 이용한 영상화는 최적의 대조도가 주사 후 4~6시간 사이에 얻어지지만 계수가 낮아지고 환자의 대기 시간이 길어지게 되어 주사 후 통상 2~3시간에 영상화 하는 것이 보통이었다. 검사시간 증가와 계수 저하의 단점을 보완할 수 있는 프로그램으로 등장한 Onco Flash를 이용한 실험으로 검사시간을 단축시키면서 영상의 질을 높일 수 있었지만

프로그램을 여러모로 연구를 해 볼 필요성이 있었다. 실질적으로 영상의 질이 증가되는지를 임상에서의 육안적 측면뿐이 아니라 FWHM을 통해 공간분해능 향상을 평가하는 등의 연구를 해 보았다.

이 연구는 알파 값이나 스캔속도와 같은 몇몇 인자들에 의한 평가를 하고 있으나 계수 차이에 따른 영상의 질이 어떻게 변화하는지를 연구할 수 없었던 한계가 있다. 향후 이러한 측면으로 연구를 해서 Onco Flash의 매개변수에 대한 정립이 필요하다고 하겠다.

결 론

Whole body bone scan을 검사하는데 있어 각 병원의 실정에 따라서 환자가 대기하게 되는 시간이 정해진 기준 시간보다 길어지게 되면 환자 입장에서 많이 번거롭고 불편하실 수 있다. 그래서 Onco Flash는 감마카메라의 속도의 한계를 딛고 제한된 기기의 수로 신속하게 영상을 얻을 수 있는 방법으로 많이 이용되고 있다.

Onco Flash는 잡음은 줄이고 분해능의 손실은 없도록 고안된 프로그램이다. 환자 및 검사 시간에 따라 조정 가능한 여러 매개 변수에 대한 정보가 정확히 명시되어 있지 않기 때문에 검사자가 상황에 맞추어 변경하는 것이 가능하다. 하지만 다양한 원인으로 계수가 줄어들면 육안으로는 알 수 없는 중요한 임상정보가 손실될 수 있고, 이로 인하여 오히려 영상의 질 저하를 가져오게 될 수 있으므로 통상적 표준 지침을 따르는 것이 안전하다고 사료된다.

30 cm/min의 단시간 검사를 시행할 때 스캔속도를 변화시키는 것은 25~35 cm/min의 범위에서 각 병원 실정에 맞도록 변화시켜 사용하면 될 것이다.

또한 본원의 검사 조건에 맞추어 30 cm/min의 단시간 검사를 시행할 때 알파값 권장 범위는 30% 이내의 범위에서 알파 값을 상황에 맞도록 변화시켜 사용하면 검사시간을 좀더 유동성 있게 조절해서 검사를 할 수 있기 때문에 고객 만족도 함께 얻을 수 있다.

요 약

목적 : 현재 신속한 검사 및 환자의 대기 시간 단축에 따른 제한적인 영향을 가지고 있는 whole body bone scan의 단점을 보완하기 위한 다양한 프로그램들이 개발되어 사용되고 있다. 본 연구는 스캔속도와 알파 값에 따른 FWHM을 이용

하고 영상의 육안평가를 통해서 우수한 영상의 질을 얻을 수 있는 매개변수로 임상적 유용성을 얻고자 한다.

실험재료 및 방법 : Siemens (e.cam)사의 감마카메라에서 spatial resolution phantom과 four quadrant bar phantom을 이용하였다. spatial resolution phantom을 가지고 scatter와 non scatter로 Onco Flash를 적용해서 스캔속도 15, 20, 25, 30, 35, 40 cm/min으로 FWHM을 비교하였다. 또한 Onco Flash의 알파값 (0~100%)에서 10%씩 증가하여 스캔속도 30 cm/min 기준으로 계수율과 bar phantom 영상을 얻어 육안적 평가를 하였다.

결과 : Onco Flash를 적용한 scatter에서 스캔속도에 따라 FWHM은 9.37, 9.40, 9.28, 9.30, 9.31, 9.53 mm이고, non scatter에서는 스캔속도에 따라 FWHM은 8.42, 8.32, 8.2, 8.25, 8.35, 8.52 mm이었다. 알파 값은 10%씩 증가할수록 계수율도 증가하고, 육안적 평가는 40% 이상에서 인공물이 나타나기 시작하기 때문에 알파 값은 30% 이하에서 적합하였다. 따라서 Onco Flash를 사용한 스캔속도가 25~35 cm/min에서 알파 값 30% 적용 시 FWHM이 평균 9.3 mm로서 15~40 cm/min를 벗어나는 값 보다 공간분해능이 향상되었다.

결론 : Whole body bone scan의 영상을 향상시킬 수 있는 적정 매개변수를 알 수 있었으며 검사 시간을 단축하면서 영상의 질을 향상 할 수 있도록 매개변수들을 적용해 보아 임상 적용에 적합한 범위를 얻어 검사자에게 유용한 지표가 될 것이라 사료된다.

REFERENCES

1. RC Puetter, The Pixon Method of Image Reconstruction: A Yahil, in Astronomical Data Analysis Software and Systems VIII, DM Mehringer, RL Plante & DA Roberts, eds., ASP Conference Series, 1999;172:307-316.
2. RC Puetter, Digital Image Reconstruction: Deblurring and Denoising, TR Gosnell & A Yahil, Annu Rev Astron. Astrophys., 2005;43:139-194.
3. RC Puetter & RK Piña. The Pixon and Bayesian, Image Reconstruction : Proc. SPIE, 1993:405-416.
4. RC PUETTER, The Image Restoration Reconstruction Problem.
5. D Alexander, T Metcalf & HS Hudson. Pixon Reconstruction and the Masuda Event of 1992 January 13, Conference, Series, 1997;111: 253-256.
6. Eric Hawman, A. Hans Vija, Riad Daffach, Manjit Ray. Flash 3D Technology Optimizing SPECT Quality and Accuracy.
7. Vincent Eke. A speedy pixon image reconstruction algorithm.
8. A Hans Vija, Amos Yahil G Hawman, Members IEEE Adaptive noise reduction and sharpening of OSEM reconstructed data.
9. 고창순. 핵의학. 제 2판. 고려의학, 1997:541-544.