

Breast Specific Gamma Imaging 장비의 성능평가

삼성서울병원 핵의학과

차은선 · 박인석 · 노익상 · 연준호 · 김 기 · 최춘기 · 석재동

Performance Evaluation of Breast Specific Gamma Imaging

Eun Sun Cha, In Suk Kwak, Ik Sang Noh, Joon Ho Yeon, Ki Kim, Choon Ki Choi and Jae Dong Seok

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

Purpose: Early diagnosis of breast is of the utmost importance to improve prognosis. We have a limitation for mammography and sonography detecting small cancer. Clinical importance of Breast Specific Gamma Imaging (BSGI) has improved for that reason. So We studied performance evaluation test of count rate and resolution with high sensitivity to the low dose of BSGI. **Materials and Methods:** BSGI of Dilon 6800, point source of ^{99m}Tc from 1.85~148 MBq (0.05~4 mCi) at the intervals of 1.85~37 MBq (0.05~1 mCi) was used for the test. Performance evaluation method was performed for measuring deadline for choosing at the 5 different point in the useful field of view (UFOV), acquired image for 60 seconds. Compared with reference of clinical uptake distribution of breast, activity increased according to the distance change 10, 20, 30, 40, 50 mm in the useful field of view. **Results:** Counting curve increased according to the activity from 1.85 MBq (0.05 mCi) to the 74 MBq (2 mCi), and it change flat shape over 74 MBq (2 mCi). The variation of the full width of half maximum (FWHM) to the distance is 4.05, 4.73, 5.77, 6.90, 8.00, 9.32 mm in 1.85 MBq (0.05 mCi), 4.30, 4.80, 5.90, 7.00, 8.10, 9.07 mm in 3.7 MBq (0.1 mCi), 4.90, 5.60, 6.20, 7.20, 8.20, 9.10 mm in 5.55 MBq (0.15 mCi), 5.30, 6.10, 6.60, 7.00, 7.90, 8.70 mm in 7.40 MBq (0.2 mCi). **Conclusion:** Distortions of image would be acquired because of the deadline in BSGI. We found out the fact that specification of ^{99m}Tc reaction under 74 MBq (2 mCi) for BSGI. Second, FWHM distribution change from varied distance from the detector, clearly distinguished the location of the lesion. (**Korean J Nucl Med Technol 2010;14(1):24-27**)

Key Words : ^{99m}Tc , FWHM, Useful Field of View (UFOV), Breast Specific Gamma Imaging (BSGI)

서 론

Breast cancer는 여성암 중 가장 흔한 질병으로써 그 진단 방법은 magnetic resonance imaging (MRI), sonography, biopsy 등으로 다양하다.¹⁾ 또 최근에는 국내에 BSGI가 도입되어 검사를 시행 중이다. BSGI는 유방암 세포에 분포하는 원리를 이용한 ^{99m}Tc -MIBI를 주입하여 상하 방향 촬영, 사 방향 촬영, 액와 결절 촬영, 유곽 촬영, 내외(외내)방향 촬영 등의 방법으로 영상을 얻어 유방암의 유무나 위치, 림프절 전이 여부, 양성 종양과 악성 종양의 판별 등을 알 수 있는 검

사이다.²⁾ 환자에게 ^{99m}Tc -MIBI를 주사하면 breast에 도달하는 방사선량은 약 3.7~7.4 MBq (0.1~0.2 mCi) 가량이 된다. BSGI는 작은 유방암세포를 찾아내기 위해서 3.7~7.4 MBq (0.1~0.2 mCi) 이하의 적은 선량에 예민하게 만들어져 있다.

현재는 국내에서 BSGI 장비의 성능평가에 관하여 연구가 거의 진행된 바가 없다. 기존의 감마카메라에서 보이는 특성 즉, 계수율의 직선성 정도가 어느 정도 선량 범위에서 유지되고 있는지에 관해서 알려진 바가 없다. 검사에서의 정확도를 높이기 위해서는 이러한 특성에 관하여 분석하고 검증할 필요가 있다.

그러므로 BSGI가 저선량에서 예민하게 반응하는 특성에 착안하여 선량에 따른 카운트 변화가 어느 정도의 직선성을 보이는지 평가하고, FWHM의 거리에 따른 변화를 측정하여 유방암 병소가 거리에 따라서 달라지는 것을 알아보고 그 검출 효율을 높일 수 있는 방안을 연구하고자 한다.

• Received: January 6, 2010. Accepted: January 26, 2010.
• Corresponding author: **Eun Sun Cha**
Department of Nuclear Medicine, Samsung Seoul Hospital,
Ilwon-dong, Kangnam-gu, Seoul, 135-710 Korea
Tel: +82-2-3410-6287, Fax: +82-2-3410-6284
E-mail: escs.cha@samsung.com

실험재료 및 방법

1. 실험재료

Dilon사의 BSGI 6800과 ^{99m}Tc 점 선원 1.85 MBq부터 1.85~37 MBq (0.05~1 mCi) 간격으로 148 MBq (4 mCi)까지 이용하였다. Dilon사의 BSGI 6800은 검출기의 전체적인 크기가 109×251×229 mm이고 field of view가 152 ×203 mm 인 유방암 전문 감마카메라이다(Fig. 1). 특히 crystal은 기존의 감마카메라와 다른 형태로 2.96×2.96×6 mm의 작은 crystal을 3,068개 이어붙여 만든 새로운 형태의 pixellated crystal을 사용하였다. BSGI 6800은 2.96×2.96 mm의 Pixellated type의 crystal이 3,068개 장착된 감마카메라로 공간 분해능이 3.3 mm로 작은 병소를 찾아내는 데 매우 유용한 장비이다. 점 선원은 Siemens사의 정도 관리용 점 선원을 사용하였고, 영상의 FWHM 분석에는 Amide 프로그램(Geeknet, Inc., US)이 사용되었다.

2. 방법

1) 방사선량 증가에 따른 count의 변화

점 선원을 dose calibrator를 이용하여 정확하게 1.85 MBq (0.05 mCi)부터 1.85-37 MBq (0.05~1 mCi) 간격으로 148 MBq (4 mCi)까지 증가시켜서 각 5개씩 준비한다. BSGI 장



Fig. 1. Breast Specific Gamma Imaging (BSGI) of Dilon 6800

비의 유효시야(useful field of view)에서 5개의 지점을 정하여 그 위치를 정확히 표시한다. 표시한 지점에 점 선원을 하나씩 위치하게 하여 영상을 1분 씩 10번 반복하여 얻는다. 1분씩 얻은 영상의 count를 구한다. count를 구한 값들을 평균하여 값을 구한다.

2) 거리 증가에 따른 FWHM과 count의 변화

Breast에 임상적 섭취 분포는 1110 MBq (30 mCi)를 환자 몸에 투여했을 때 3.7~7.4 MBq (0.1~0.2 mCi)을 기준을 적용하게 된다.³⁾ 콜리메이터 유효시야에서 점 선원을 1.85, 3.70, 5.55, 7.40 MBq (0.05, 0.1, 0.15, 0.2 mCi)까지 증가시켜 검출기를 각 10, 20, 30, 40, 50 mm로 변화시키면서 각 영상을 1분씩 얻는다. 영상의 거리 변화는 shield를 이용하여 검출기와의 거리를 점차 멀리하도록 벌리는 방식으로 하여 count를 얻는다. 검출기 내 유효시야(useful field of view)에서 5개의 지점을 정하여 그 위치를 정확히 표시한다. 1분씩 얻은 영상을 영상 분석 프로그램인 Amide에 입력하여 거리에 따른 FWHM을 구한다.

결 과

1. 방사선량 증가에 따른 count의 변화

^{99m}Tc 74 MBq (2 mCi) 이하에서 방사선량을 증가시키면 1.85 MBq (0.05 mCi)부터 count가 포물선 모양으로 증가한다. 하지만 ^{99m}Tc 74 MBq (2 mCi) 이상에서 방사선량을 증가시켜도 더 이상의 카운트 변화가 없고 그래프가 평행하게 나타나게 된다(Fig. 2).

2. 거리 증가에 따른 FWHM과 count의 변화

점 선원의 거리에 의한 FWHM을 살펴보면 1.85 MBq (0.05 mCi)의 점 선원을 분석한 결과 검출기를 10, 20, 30, 40, 50 mm로 변화시킬 때 각 4.05, 4.73, 5.77, 6.90, 8.00, 9.32 mm, 3.70 MBq (0.1 mCi)는 4.30, 4.80, 5.90, 7.00, 8.10, 9.07 mm, 5.55 MBq (0.15 mCi)는 4.90, 5.60, 6.20, 7.20, 8.20, 9.10 mm, 7.40 MBq (0.2 mCi)는 5.30, 6.10, 6.60, 7.00, 7.90, 8.70 mm로 거리에 따라 FWHM에서 약 0.5~1 mm의 변화를 얻었다(Fig. 3).

점 선원의 거리에 대한 count 변화는 거리를 증가시켜도 큰 변화가 없었다(Fig. 4).

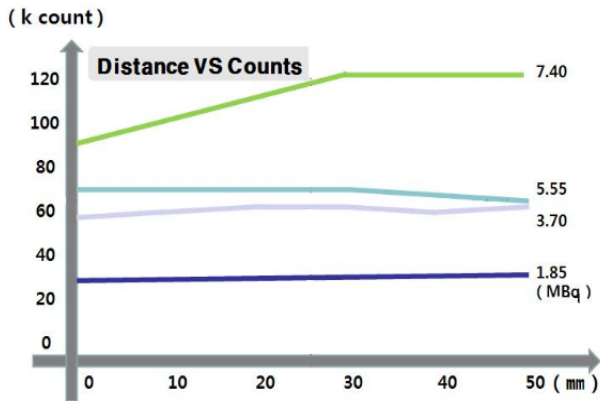


Fig. 2. Counting curve increased according to the activity under 74 MBq (2 mCi).

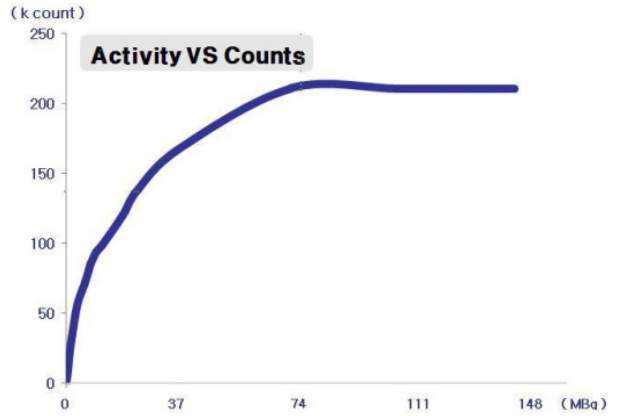


Fig. 4. The variation of the count to the distance changing.

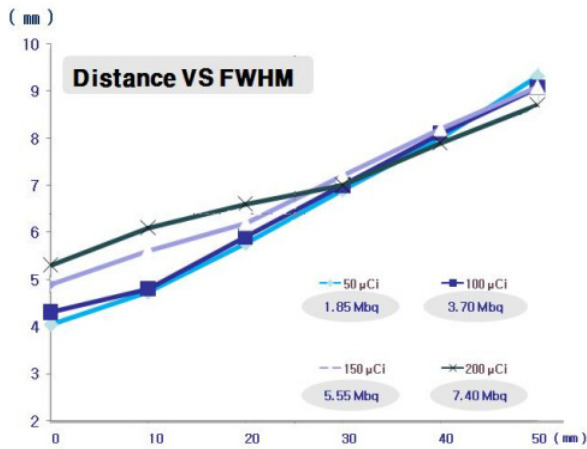


Fig. 3. The variation of the FWHM is according to the distance.

결론

본 연구에서 count 변화가 거리에 따라서 크게 차이가 없었던 점으로 미루어 검사의 해상력이 검사 예민도를 많이 좌우하게 한다는 것을 알 수 있다. 따라서 FWHM의 변화로부터 알 수 있듯이 작은 병소일수록, 검출기의 위치를 가까이 할수록 병소를 더 정확하게 검출해낼 수 있으므로 검사 방법의 정확도를 좌우하게 된다.⁵⁾ 그리하여 만약 의심 병소의 위치를 미리 알고 검사를 하게 되는 경우에는 의심 유방암 위치에 따라 검사 방법을 달리 해야 한다. 예를 들면, 유방 상부 쪽에 병변이 있다고 하면 상부 쪽 병변에 검출기가 밀착되도록 하는 검사방법을 적용하여야 병변을 더 잘 관찰할 수 있다. 또한 이미 진행한 타과 검사 결과를 참고로 하는 등 병변을 가장 잘 검출할 수 있는 위치가 되게 하는 검사 방법을 찾아서 검사 진행을 할 경우 BSGI 검사가 좀 더 작은 병변에 예민도가 높아져 검사의 효용성을 높일 수 있다. BSGI 감마카메라의 이러한 특성을 세밀하게 연구하여 저 선량 민감도를 명확하게 평가할 수 있는 기준이 확립되어야 할 것이다.⁶⁾

고찰

본 연구에서는 NaI (TI) 섬광결정을 배열형태의 섬광결정체가 적용된 감마카메라로 검사를 진행하였다. 이는 감마카메라의 위치 분해능을 더욱 향상시킬 수 있어서 유방암 병소를 최소 3 mm까지 구별해 낼 수 있는 장점이 있었다. 섬광결정을 작은 크기의 배열구조로 집합하여 검출기에 사용할 경우, 배열을 이루고 있는 각각의 섬광결정에서 감마선에 의해 발생한 섬광이 광전자증배관 광음극에서 검출될 때까지 광자퍼짐 정도를 그만큼 제한하기 때문에 더욱 향상된 위치 분해능을 기대할 수 있다.⁴⁾ 기존 감마카메라보다 저선량에 민감하게 만들어진 Dilon 6800의 특성에 따라 병소의 카운트가 영상에 미치는 영향이 어떻게 달라지는지를 평가하는데에 대해 많은 연구가 진행이 될 것으로 사료된다. 장비자체에서 저선량을 보상하는 특별한 기능이 있는지에 대한 추가 연구가 필요한 것이 한계점으로 보인다.

요약

Breast cancer는 조기 병변의 발견이 매우 중요하나 크기가 작은 암세포를 구별해 내는 데 한계가 있어 예민도 96.4% 이상의 성능을 얻을 수 있는 BSGI가 도입되어 임상적인 중요성이 강조되고 있다. 따라서 예민한 감도를 보이는 BSGI 장비를 이용하여 계수율, 해상력 등의 성능 평가를 하고자 한다.

Dilon사의 BSGI 장비와 ^{99m}Tc 점 선원 1.85 MBq (0.05 mCi)부터 1.85~37 (0.05~1 mCi) MBq 간격으로 111 MBq (4

mCi)까지 이용하였다. 성능 평가 방법은 BSGI 콜리메이터 유효시야(useful field of view, UFOV) 5개의 지점을 선택하여 60초씩 영상을 얻어 평균 count 변화로 불응시간을 측정하였다. 또한 Breast에 임상적 섭취 분포를 기준으로 콜리메이터 유효시야에서 점 선원을 1.85, 3.7, 5.55, 7.4 MBq (0.05, 0.1, 0.15, 0.2 mCi)까지 증가시켜 점 선원과 거리 10, 20, 30, 40, 50 mm 간격으로 FWHM을 얻었다.

^{99m}Tc 74 MBq (2mCi) 이하에서 count는 증가하고 그 이상에서는 더 이상 증가 하지 않는다. 점 선원의 거리에 의한 FWHM에서 1.85 MBq (0.05 mCi)는 4.05, 4.73, 5.77, 6.90, 8.00, 9.32 mm, 3.7 MBq (0.1 mCi)는 4.30, 4.80, 5.90, 7.00, 8.10, 9.07 mm, 5.55 MBq (0.15 mCi)는 4.90, 5.60, 6.20, 7.20, 8.20, 9.10 mm, 7.4 MBq (0.2 mCi)는 5.30, 6.10, 6.60, 7.00, 7.90, 8.70 mm로 거리에 따라 FWHM 약 0.5-1 mm의 변화를 얻었다.

BSGI 장비의 검출기 자체의 특성인 불응시간으로 인하여 74 MBq (2 mCi) 이상 사용으로는 왜곡된 영상을 얻을 수 있다는 것을 알았다. 또한 FWHM은 거리, 일정한 분포 변화, 병변위치에 따라 검출기를 다양한 각도에서 최대한 밀착하게 하면 더 유용하게 검사할 수 있다.

REFERENCES

1. Kieper D. High-Resolution Scintimammography: A Pilot Study Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 497 2003;168-173.
2. Brem RF, Rapelyea JA, Zisman G, et al. Occult breast cancer: scintimammography with high-resolution breast-specific gamma camera in women at high risk for breast cancer. *Radiology* 2005; 237:274-280.
3. Emilio Bombardieri, Cumali Aktolun, et al. Breast scintigraphy: procedure guidelines for tumour imaging. *EANM* 2003.
4. Yong Choi, Ph.D., Jong Ho Kim, Ph.D., Joon Young Kim, Ph.D., et al. Investigation of the Signal Characteristics of a Small Gamma Camera System Using NaI(Tl)-Position Sensitive Photomultiplier Tube Nucl Med Technol 2000;34:9-12.
5. Rachel F. Brem, Joelle M. Schoonjans, Douglas A. Kieper, et al. High-Resolution Scintimammography: A Pilot Study, *J Nucl Med* 2002;43:909-915.
6. Brem RF, Petrovitch I, Rapelyea JA, Young H, Teal C, Kelly T, et al. Breast-Specific Gamma Imaging with ^{99m}Tc -Sestamibi and Magnetic Resonance Imaging in the Diagnosis of Breast Cancer-A Comparative Study Breast-Specific Gamma Imaging with ^{99m}Tc -Sestamibi and Magnetic Resonance Imaging in the Diagnosis of Breast Cancer-A Comparative Study. 2007;1111: 1524-4741.