

Original Article

Pixelated Breast-Specific Gamma Imaging(BSGI)

감마 카메라를 이용한 갑상선 검사의 유용성 평가

서울아산병원 핵의학과

정은미 · 성지혜 · 유희재

The Evaluation of Usefulness of Pixelated Breast-Specific Gamma Imaging in Thyroid scan

Eun Mi Jung, Ji Hye Seong, Hee Jae Yoo

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

Purpose: A Pixelated BSGI gamma camera has features to enhance resolution and sensitivity and minimize the distance between detector and organs by narrow FOV. Therefore, it is known as useful device to examine small organs such as thyroid, parathyroid and gall bladder. In general, when we would like to enlarge the size of images and obtain high resolution images by gamma camera in nuclear medicine study, we use pinhole collimator. The purpose of this study is to evaluate the usefulness of Pixelated BSGI gamma camera and to compare to it using pinhole collimator in thyroid scan which is a study of typical small organs. **Materials and methods:** ①The evaluation of sensitivity and spatial resolution: We measured sensitivity and spatial resolution of Pixelated BSGI with LEHR collimator and Infinia gamma camera with pinhole collimator. The sensitivity was measured by point source sensitivity test recommended by IAEA. We acquired images considering dead time in BSGI gamma camera for 100 seconds and used $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 400 μCi line source. ②The evaluation of thyroid phantom: The thyroid phantom was filled with $^{99m}\text{TcO}_4^-$. After set 300 sec or 100 kcts stop conditions, we acquired images from both pixelated BSGI gamma camera and Infinia gamma camera with LEHR collimator. And we performed all thyroid studies in the same way as current AMC's procedure. **Results:** ①the result of sensitivity: As a result, the sensitivity and spatial resolution of pixelated BSGI gamma camera were better than Infinia's. The sensitivities of pixelated BSGI and Infinia gamma camera were 290 cps/ μCi and 350 cps/ μCi respectively. So, the sensitivity of pixelated BSGI was 1.2 times higher than Infinia's ②the result of thyroid phantom: Consequently, we confirmed that images of Pixelated BSGI gamma camera were more distinguishable between hot and cold spot compared with Infinia gamma camera. **Conclusion:** A pixelated BSGI gamma camera is able to shorten the acquisition time. Furthermore, the patients are exposed to radiation less than before by reducing amount of radiopharmaceutical doses. Shortening scan time makes images better by minimizing patient's breath and motion. And also, the distance between organ and detector is minimized because detector of pixelated BSGI gamma camera is small and possible to rotate. When patient cannot move at all, it is useful since device is feasible to move itself. However, although a pixelated BSGI gamma camera has these advantages, the effect of dead time occurs over 2000 cts/s since it was produced only for breast scan. So, there were low concentrations in organ. Therefore, we should consider that it needs to take tests to adjust acquisition time and amount of radiopharmaceutical doses in thyroid scan case with a pixelated BSGI gamma camera. (**Korean J Nucl Med Technol 2011;15(1):90-93**)

Key Words : Thyroid Scan, pixelated BSGI Gamma Camera, INFINIA Gamma Camera

서 론

- Received: December 30, 2010. Accepted: March 7, 2011.
- Corresponding author: **Hee Jae Yoo**
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

Pixelated BSGI (Breast-Specific Gamma Imaging) 감마카메라는 유방전용 감마카메라로서 Molecular breast imaging technique로 방사성동위원소(^{99m}Tc -MIBI)의 집적을 통하여

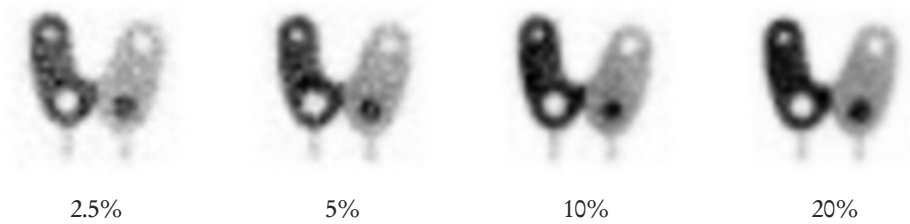


Fig. 1. Thyroid phantom image with a pixelated BSGI gamma camera.

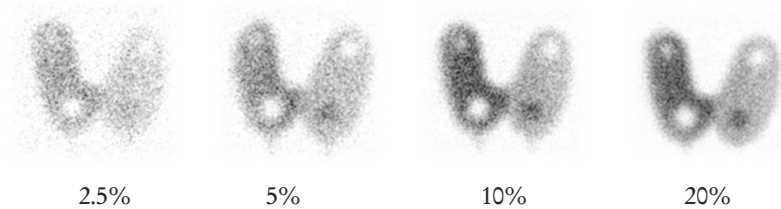


Fig. 2. Thyroid phantom image with a INFINA gamma camera

유방의 암부위의 전이를 분석하는 기술이다. 그러므로 유방 조직을 떼어내지 않고도 미세한 암까지 식별 가능하며, 특히 유방 조직이 촘촘하고 치밀해 암 조직이 잘 보이지 않는 경우 매우 유용하다. 특히 유방 성형수술을 받은 사람들이 늘어나면서 엑스선 촬영이나 초음파검사가 불가능한 경우가 많아 Pixelated BSGI 감마카메라는 유방암의 진단에 도움을 준다. 그러나 유방 조직에 투여한 방사성 의약품이 집적되는 양이 매우 적기 때문에 Pixelated BSGI 감마카메라는 Pixelated crystal 기술을 사용하여 높은 민감도를 가지며 다른 일반 핵의학 감마카메라보다 2.6배 높은 민감도를 가진다. 임상 연구에 의하면 1 mm 의 작은 병변도 식별 가능하다. 또한 작은 Detector를 이용하여 유방만을 영상화 할 수 있도록 제작되었으며, Detector의 다양한 회전을 통하여 장기와 검출기간의 거리를 최소화 할 수 있다. 따라서 Pixelated BSGI 감마카메라는 유방 영상뿐만 아니라 갑상선, 부갑상선, 담낭, 소아의 영상을 획득하는데 이용할 수 있다. 일반적으로 핵의학 검사에서 사용되는 감마카메라를 이용하여 국소 장기를 영상화 할 때 상의 크기를 확대하고, 우수한 분해능을 획득하고자 바늘구멍 조준기(Pinhole Collimator)를 사용한다. 이에 본 연구에서는 바늘구멍 조준기를 장착한 일반 감마카메라에서 획득한 갑상선 영상과 Pixelated BSGI 감마카메라를 이용하여 획득한 갑상선 영상을 비교하여 갑상선 검사 시 Pixelated BSGI 감마카메라의 유용성을 평가해 보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 팬텀 실험

18.5 MBq 투여를 기준으로 갑상선 섭취율 정상범위 내인 2.5%인 0.46 MBq 부터 5%, 10%, 20%인 3.7 MBq 까지 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 를 투여하여 팬텀을 제작한 뒤 바늘구멍 조준기를 장착한 INFINIA 감마카메라와 LEHR 조준기를 장착한 Pixelated BSGI 감마카메라에서 각각 5분간 영상을 획득하여 비교 하였다.

2. 환자 실험

갑상선 기능이 정상인 한 명의 환자를 대상으로 일차로 18.5 MBq 의 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 을 투여 후 10분 뒤 바늘구멍 조준기를 장착한 INFINIA 감마카메라와 LEHR 조준기를 장착한 Pixelated BSGI 감마카메라로 각각 5분간 갑상선 영상을 획득하였다. 이후 185MBq의 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 를 한번 더 투여한 뒤 각각의 카메라에서 5분, 185 MBq 5분, 185 MBq 100 Kcts 조건으로 각각 영상을 획득하여 비교하였다.

결 과

1. 팬텀 실험

일반적으로 갑상선 검사 시 일차로 18.5 MBq의 $^{99m}\text{TcO}_4^-$

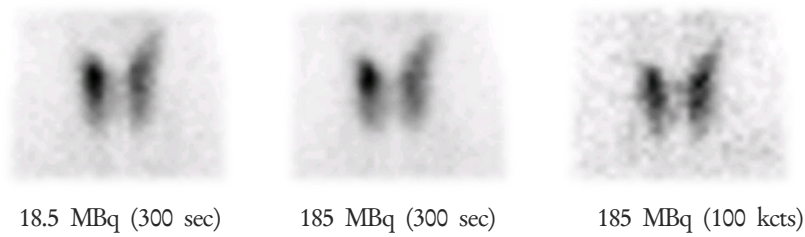


Fig. 3. Thyroid phantom image with a pixelated BSGI gamma camera.

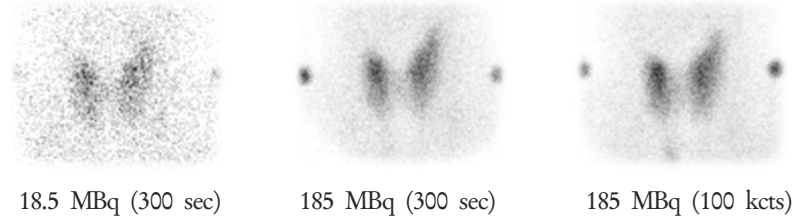


Fig. 4. Thyroid phantom image with an INFINA gamma camera

을 투여 후 갑상선 섭취율을 측정 하고, 이후 185 MBq 의 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 를 투여한 뒤 갑상선 영상을 획득하므로 총 2번의 정맥 주사를 시행 한다 이에 18.5 MBq의 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 의 1번의 정맥주사만으로도 갑상선 섭취율 측정 뿐만 아니라 갑상선 영상 획득이 가능한지 평가하였다. 각각의 카메라에서 18.5 MBq의 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 을 투여한 팬텀 영상을 비교해 본 결과 2.5% 와 5%의 갑상선 섭취율영상에서 hot과 cold 부분의 구분이 INFINIA 감마카메라에 비해 Pixelated BSGI 감마카메라가 더 명확했다(Fig.1 ,2).

2. 환자 실험

갑상선 기능이 정상인 한명의 환자에게 18.5 MBq의 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 투여 후 각각의 감마카메라에서 영상을획득한 결과 Pixelated BSGI 감마카메라는 영상에서 23 kcts 를 획득할 수 있었으나 infinia 감마카메라에서는 11 kcts 를 획득하였다 (Fig.3, 4). Pixelated BSGI 감마카메라를 이용하여 한번의 주사로 uptake 와 scan을 하는 문제에 대해서는 방사성의약품의 투여량 및 영상획득 시간 조절 등 추후 연구가 필요하다. 또한 이후 185 MBq 의 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 투여 후 획득한 영상을 비교한 결과 INFINIA 감마카메라가 Pixelated BSGI 감마카메라에 비해 더욱 선예한 영상을 획득하였으나, Pixelated BSGI 감마카메라의 더 높은 민감도로 더 많은 Counts를 획득할 수 있었다.

고찰 및 결론

Pixelated BSGI 감마카메라는 Scintimammography 검사 시 바늘구멍 조준기와 평행다공 조준기와의 상대적인 장점 연구의 일환으로 제작되었다. 따라서 방사성 의약품의 집적이 국소 장기에 비해 상대적으로 매우 낮은 유방 촬영 전용으로 제작했기 때문에 민감도가 매우 우수하다. 따라서 갑상선 검사 시 Pixelated BSGI 감마카메라로 바늘구멍 조준기를 장착한 일반 감마카메라와 동일한 영상을 획득할 경우, 영상 획득 시간을 단축시킬 수 있을 뿐만 아니라 더 나아가 투여하는 방사성의약품의 양을 줄임으로써 환자의 피폭을 경감시킬 수 있다. 촬영시간의 단축으로 환자의 호흡 및 움직임을 최소화 하여 더 양질의 영상을 얻을 수 있다. 특히 한자세로 오래 견지지 못하는 환자에게 더욱 더 유용하다. 또한 Pixelated BSGI 감마카메라의 검출기는 작고 다양한 회전이 가능하므로 장기와 검출기 사이 거리를 최소화 할 수 있고, 장비자체의 이동도 가능하므로 환자의 이동이 불가한 경우 매우 유용하다. 또한, 일반적으로 갑상선 스캔 시 바늘구멍조준기를 쓰면 조준기와 갑상선의 거리에 따라 갑상선 영상의 크기가 변하기 때문에 크기 판정에는 어려움이 있으며 이에 따라 일정 크기의 마커를 사용하기도 한다. 그러나 Pixelated BSGI 감마카메라의 경우는 확대영상이 아닌 실제 크기로 영상을 획득하므로 마커를 사용하지 않아도 되는 장점이있다. 보통의 갑상선 스캔에서는 갑상선 전면의 영상을 얻지만 갑상선결절이 의심되는 경우에는 사위면을 찍어서 판독에 도움을 주는 경우가 있다. 또한 이소성 갑상선을 찾는 경우에

는 허밀에서 종격동까지 스캔을 해 보아야 한다. 이러한 경우에 Pixelated BSGI 감마카메라로 촬영하면 평행다공형 조준기로 교체 하는 번거로움 없이 영상을 획득할 수 있다. 또한 Pixelated BSGI 감마카메라로 영상을 g획득 할 경우 바늘구멍조준기를 사용하는 경우보다 선예도가 떨어지는 단점이 있다. 또한 Pixelated BSGI 감마카메라는 배후 방사능과의 상호작용으로 인 영향도 바늘구멍 조준기를 장착한 INFINA 감마카메라 보다 많이 받는다. Pixelated BSGI 감마카메라의 국소장기에 대한 적용은 방사선 피폭을 최소한으로 줄여야 하는 임신부의 불가피한 검사나 환자의 상태가 좋지 않은 경우에 매우 유용할 것으로 사료된다. 그러나 이러한 장점에도 불구하고 Pixelated BSGI 감마카메라는 방사성의약품의 집적이 매우 낮은 유방 촬영 전용으로 제작했기 때문에 2000 cts/s 이상에서는 불감시간 효과가 발생한다. 따라서 Pixelated BSGI 감마카메라를 핵의학 갑상선 검사에 적용할 경우 방사성의약품의 투여량의 조절과 영상획득 시간의 조정에 대한 연구가 더 필요할 것으로 사료된다.

요 약

Pixelated BSGI 감마카메라는 높은 분해능과 민감도를 특징으로 하며, 좁은 FOV로 인하여 검출기와 장기간의 거리를 최소화 할 수 있는 장점이 있다. 따라서, 국소 장기인 갑상선, 부갑상선, 담낭 등의 검사에 유용하다고 알려져 있다. 일반적으로 핵의학 검사에서 감마카메라를 사용하여 국소 장기를 영상화할 때 상의 크기를 확대하고, 우수한 분해능을 획득하고자 바늘구멍 조준기(Pinhole Collimator)를 사용한다. 이에 본 연구에서는 대표적인 국소장기인 갑상선 검사를 대상으로 바늘구멍 조준기로 획득한 영상 과 Pixelated BSGI 감마카메라로 획득한 영상을 비교하여 갑상선 검사 시 Pixelated Breast-Specific Gamma Imaging(BSGI) 감마카메라의 유용성을 평가 하였다

$^{99m}\text{TcO}_4^-$ 을 넣은 갑상선 팬텀을 이용 하였다. 바늘구멍 조준기를 장착한 INFINIA 감마카메라와 저 에너지 고 분해능 평행다공구멍 조준기를 장착한 Pixelated BSGI 감마카메

라에서 300 sec 또는 100 kcts로 설정 후 영상을 획득하였다. 모든 영상 획득은 현재 서울아산병원에서 실제 환자에게 적용하고 있는 갑상선 검사 절차와 동일한 방법으로 시행하였다.

그 결과 INFINIA 감마카메라와 Pixelated BSGI 감마카메라의 갑상선 팬텀 영상을 비교한 결과 Pixelated BSGI 감마카메라에서 갑상선 팬텀의 열소(hot spot)와 냉소(cold spot)의 구분을 더욱 명확하게 확인할 수 있었다. 갑상선 검사 시 Pixelated BSGI 감마카메라는 영상획득 시간을 단축시킬 수 있을 뿐만 아니라 더 나아가 투여하는 방사성의약품의 양을 줄임으로써 환자의 피폭을 경감시킬 수 있다. 촬영시간의 단축은 환자의 호흡 및 움직임을 최소화하여 더 좋은 영상을 얻을 수 있다. 또한 Pixelated BSGI 감마카메라의 검출기는 작고 다양한 회전이 가능하므로 장기와 검출기 사이 거리를 최소화 할 수 있고, 장비자체의 이동도 가능하므로 환자의 이동이 불가 한 경우 매우 유용하다. 그러나 이러한 장점에도 불구하고 Pixelated (BSGI) 감마카메라는 방사성의약품의 집적이 매우 낮은 유방 촬영 전용으로 제작했기 때문에 2000 cts/s 이상에서는 불감시간 효과가 발생한다. 따라서 Pixelated BSGI 감마카메라를 핵의학 갑상선 검사에 적용할 경우 방사성의약품의 투여량의 조절과 영상획득 시간의 조정에 대한 연구가 더 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. 고창순. 핵의학(제3판). *고려의학*; 2008; 447-489
2. Society of Nuclear Medicine Procedure Guideline for Thyroid Scintigraphy, *SOCIETY OF NUCLEAR MEDICINE PROCEDURE GUIDELINES MANUAL* 2001-2002, 29-32
3. Real-world application of breast-specific gamma imaging, initial experience at a community breast center and its potential impact on clinical care, *The American Journal of Surgery* (2008) 195, 631-635
4. Breast Specific Gamma Imaging : A Clinical Pilot Study, MD, *Breast Center, Beth Israel Medical Center, New York, NY, Costanza Cocilovo, MD; Tobi Greene, MD; Joshua Gross, MD; Denise Whelan; Edna Valdes, MD; Susan K. Boolbol, MD; Sheldon Feldman*
5. BSGI Radiation Dosimetry, <http://www.dilon.com/>