

<원저>

유방전용감마카메라에서 유방 보형물이 영상에 미치는 영향에 관한 고찰

이주영^{1,2)}·이태수²⁾·박훈희³⁾¹⁾송호대학교 방사선과·²⁾충북대학교 대학원 의용생체공학과·³⁾신구대학교 방사선과

A Study on Effect of the Image Applying to Breast Implants in Breast Specific Gamma Imaging

Juyoung Lee^{1,2)}·Tae Soo Lee²⁾·Hoon-Hee Park³⁾¹⁾Department of Radiological Technology, Songho College²⁾Department of Biomedical Engineering Graduate School, Chungbuk National University³⁾Department of Radiological Technology, Shingu College

Abstract There are limits to check the lesion as inserting a breast implant patients. So the application of BSGI based on Nuclear Medicine examination has increased. In this study, therefore we confirmed the effect of the image applying to breast implants in Breast Specific Gamma Imaging. We utilized Dilon 6800 BSGI scanner and developed the phantom. The self-development phantom was a rectangular shape of $230 \times 190 \times 80$ mm size and had 5 spheres which consisted of diameters of 10, 13, 17, 22, 28 mm in central part. We injected $^{99m}\text{TcO}_4$ into the self-development phantom in the proportion of four to one and made each additional phantom filled with 0.9 % sodium chloride, silicon and paraffin. Each additional phantom was placed between detector and self-development phantom. Each image was acquired five times depending on the type and thickness of the additional phantom. Statistical analysis with SPSS ver.18 was applied. In the test of variation according to the thickness of all additional phantoms, as the phantoms which 0.9% sodium chloride, silicon and paraffin increased, the attenuation variation was higher($P < 0.005$). There was no significant difference in the attenuation variation and the quality of image for type of the additional phantom. Therefore, if the effect of the image applying to breast implants in Breast Specific Gamma Imaging is confirmed, the higher diagnostic value can be achieved.

Key Words: BSGI, breast implant, 0.9% sodium chloride, silicon, paraffin

중심 단어: Breast Specific Gamma Imaging, 유방보형물, 생리식염수, 실리콘, 파라핀

I. 서 론

유방은 여러 종류의 세포들이 모여 있는 장기이며, 이 세포들 각각에서 암이 발생할 수 있으므로 유방암의 종류도 다른 장기의 암에 비해 많은 편이나 대부분의 유방암은 유관에서 기원한다. 유방암은 진행 상태에 따라 0기에서 4기까지 나누어지며, 1기 생존율은 98.4%에서 4기에는 30.2%로 급격히 낮아진다. 유방암은 전 세계 여성에게 가장 흔한

암으로 미국, 유럽 등 선진국 여성에 특히 많이 발생하는 것으로 알려져 있다[1]. 특히 미국에서는 7명의 여성 중 1명꼴로 유방암이 발생할 뿐만 아니라 33명 중 한명이 유방암으로 사망할 정도로 높은 빈도와 사망률을 보인다[2]. 1996년부터 2010년까지 유방암 환자 발생 수는 4배가량 증가했으며 우리나라 여성에서 유방암 발생률은 2000년도까지는 위암에 이어 2위였으나 2001년도부터는 위암을 제치고 1위를 차지하였고, 그 이후로 점점 격차가 커졌으며 최근에도

Corresponding author: Hoon-Hee Park, Department of Radiological Technology, Shingu College, 377 Gwangmyeong-ro, Seongnam, 13174, Korea / Tel: +82-31-740-1638 / E-mail: hzpark@shingu.ac.kr

Received 18 September 2017; Revised 29 January 2018; Accepted 12 February 2018

Copyright ©2018 by The Korean Journal of Radiological Science and Technology

지속적으로 증가하고 있는 추세이다. 유방암의 5년 생존율은 0기암의 경우 100%에 가까우나 4기의 경우 급격히 낮아진다. 그러므로 유방암의 생존율을 향상시킬 수 있는 가장 좋은 방법은 증상이 없을 때 조기 발견하는 것이다[3,4].

유방암을 조기에 발견하기 위한 진단법으로는 유방촬영술(mammography), 유방초음파(breast sonography), 유방조직검사(biopsy), 자기공명영상(magnetic resonance imaging) 검사가 다양하게 적용되고 있다. 하지만 유방촬영술의 경우 가슴성형을 시행한 환자의 경우 보형물의 이물감 때문에 검사 시 상당한 통증을 느끼게 되며 유방조직검사 역시 침습적인 검사로 환자에게 통증을 가하게 되며 유방초음파만 받을 경우 조기 유방암의 징후인 미세 석회화병변이 발견되지 않을 수 있다[5]. 이에 유방 보형물을 삽입한 경우 각 검사에 따른 한계를 나타내어 핵의학 검사 기반의 BSGI(Breast Specific Gamma Imaging)의 활용도가 증가되고 있으며, 기존의 검사로는 3 mm이하의 조기 암 진단에 어려움이 있지만, BSGI는 고해상도 감마카메라를 이용해 최소 1 mm크기의 종양도 90%이상 진단하는 정확도를 가지며, 빠른 시간 내에 결과를 확인할 수 있을 뿐만 아니라 기존 보형물 같이 강한 압박으로 유방을 밀착해 누른 상태에서 검사하지 않기 때문에 유방 보형물 삽입 환자들도 검사가 가능하고, 통증과 불편함 없이 편하게 검사 받을 수 있는 특징이 있다[6,7]. 그러나 유방 보형물 삽입 환자의 BSGI검사 시 다양한 상황에 따른 인공물(artifact)이 영상에 영향을 미칠 수 있으며, 현재 이에 대한 연구는 미비하다. 특히 과거 유방보형물을 삽입한 경우 영상에 질에 영향을 미칠 수 있으며, 정확한 검사와 이에 따른 분석에도 영향을 미칠 수 있다. 그러므로 본 연구에서는 BSGI에서 유방 보형물이 영상에 미치는 영향을 확인하여 임상적용을 극대화하는데 목적을 두었다.

II. 대상 및 방법

1. 대상장비

장비는 유방촬영전용감마카메라(Dilon 6800 BSGI, Dilon Technologies Inc, USA)를 이용하였다. 2.96×2.96 mm의 화소 처리된 결정체 3,086개가 장착된 감마카메라로 공간 분해능이 3.3 mm으로(Fig. 1), 기존의 진단 방법으로는 3 mm이하의 조기 암 진단에 있어 어려움 있지만 1 mm 크기의 종양도 90%이상 진단하는 정확도를 가진다[5,6].

2. BSGI팬텀 및 보형물팬텀

BSGI팬텀은 가로 230 mm, 세로 197 mm의 직육면체로 된 밀폐형 구조로 팬텀 중간에는 직경 28 mm, 22 mm, 17 mm, 13 mm, 10 mm의 5개의 구(sphere)가 형성되어 있으며, 각각의 구에는 방사성동위원소($^{99m}\text{TcO}_4$)를 주입하여 열소(hot lesion)를 형성하였다(Fig. 2). 또한 구 이외의 공간은 생리식염수를 주입하여 구와 주변농도의 비율을 4:1로 설정하였다.

보형물팬텀은 영상에 영향을 주는 것을 최소화하기 위해 투명 아크릴판을 사용하였으며, 두께에 따른 차이를 비교하기 위해 두께를 각각 10 mm, 20 mm, 30 mm인 직육면체의 형태로 제작하였다. 보형물팬텀의 내부에는 유방성형에 사용되는 보형물의 재질인 생리식염수(0.9% NaCl, saline), 액체 실리콘(liquid silicon), 그리고 의료용 파라핀(medical paraffin)을 각각 채워 넣어 총 9개의 팬텀을 제작하였다.

3. 영상획득

영상획득은 선행연구를 통해 적절한 획득시간을 확인하였으며, SNM (Society of Nuclear Medicine)에서 제시한

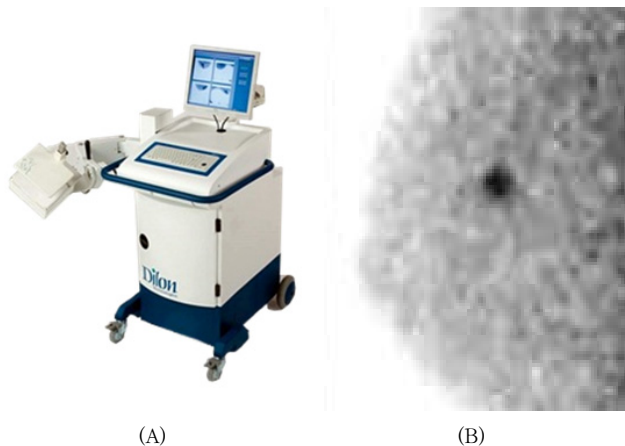


Fig. 1 Breast Specific Gamma Imaging(Dilon 6800 BSGI, Dilo Technologies Inc, USA)(A), Image of BSGI(B)

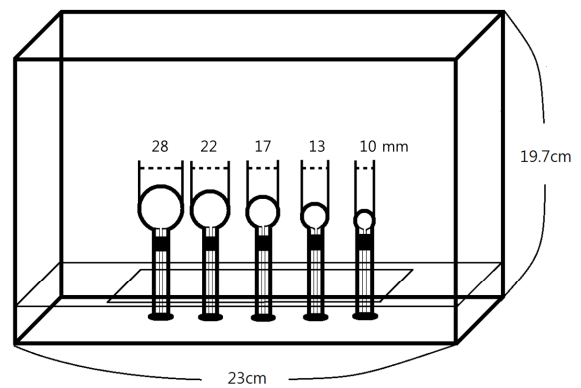


Fig. 2 Design forming 5 sphere(28 mm, 22 mm, 17 mm, 13 mm, 10 mm) of the BSGI phantom.

내용을 바탕으로 본 연구에서는 7분으로 영상획득에 적용하였다(Table 1).

영상획득방법은 디텍터(detector)와 지지대(supporter) 사이에 보형물팬텀과 BSGI팬텀을 장착하였으며, 보형물팬텀은 물질별(saline, silicon, paraffin)로 두께에 따라 10 mm, 20 mm, 30 mm 각각 장착 후 영상획득 시간을 7 min으로 설정 후 영상을 각 5회 반복 획득하였다(Fig. 3).

4. 영상분석

영상의 분석은 팬텀의 두께와 보형물의 물질에 따른 분석을 시행하였다. 각각 획득된 영상은 구의 크기에 따라 관심영역(ROI)을 그렸으며, 그에 따른 배후방사능을 비교하여 분석하였다(Fig. 4). 5회 반복실험을 통해 얻어진 영상의 각 결과값을 도출하였으며, 얻어진 결과값은 SPSS Ver. 18을 통해 통계분석 하였다.

Table 1 Institutional injection radiation dose and acquisition time

Recommendation	Injection Dose	Acquisition Time
SNM (Society of Nuclear Medicine)	25 mCi (925 MBq)	7 ~ 10 min
Domestic Industry	25 ~ 30 mCi (925 ~ 1110 MBq)	5 min
A University Medical Center	10 mCi (370 MBq)	10 min



Fig. 3 Installation and image acquisition of each BSGI phantom and complementary phantom

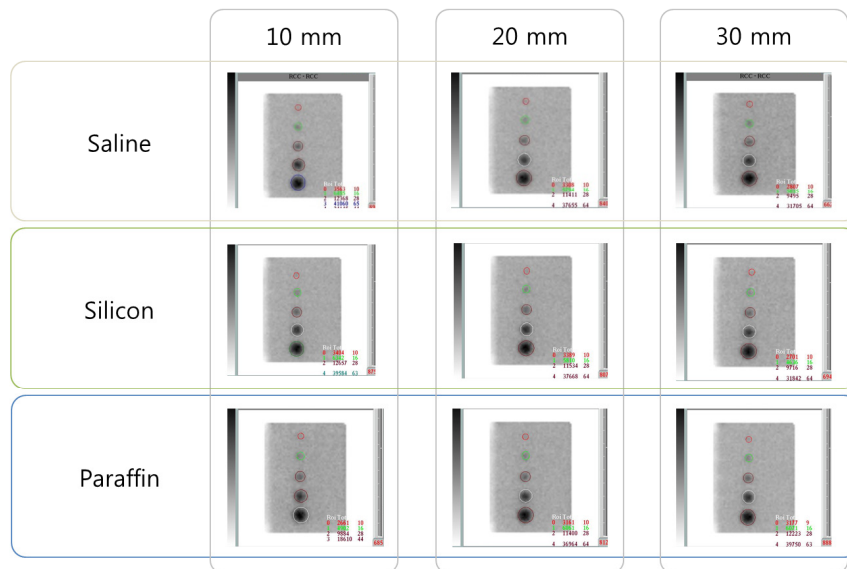


Fig. 4 An analysis of ROI to material of each material and complementary phantom

III. 결 과

1. 보형물팬텀의 물질별 두께에 따른 계수 변화

각 보형물의 물질별 두께에 따른 계수의 변화는 생리식염수의 경우 보형물의 매질이 없는 때를 기준실험(baseline)으로 하여 두께가 두꺼울수록 획득되는 계수가 감소하였으며, 각 구의 크기가 클수록 두께간의 편차도 증가하였다. 실리콘과 파라핀의 실험에서도 같은 성향을 보였다(Fig. 5).

2. 보형물팬텀의 두께별 물질에 따른 계수 변화

보형물팬텀의 두께가 30 mm일 때 계수의 변화 가장 큰 차이를 나타냈으며, 기준실험과 비교하여 구의 크기가 증가할

수록 편차가 증가하였다. 또한 10 mm, 20 mm와 비교하여 전체적으로 두께의 증가에 따라 계수는 크게 감소하였다(Fig. 6).

3. 보형물팬텀의 두께에 따른 감약률 변화

보형물팬텀의 두께에 따른 감약률 변화를 비교하였을 때 생리식염수, 실리콘, 파라핀 모두 두께가 증가할수록 감약률이 증가하는 성향은 보였다(Fig. 7).

하지만 물질에 따른 감약률의 차이는 의미가 없었으나, 두께에 따른 감약률은 의미 있는 차이를 나타냈으며, 이는 통계적으로 유의하였다(Table 2).

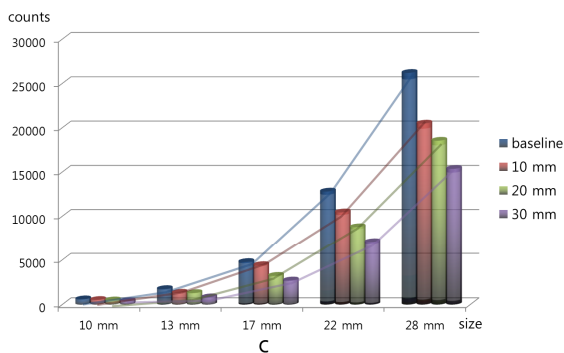
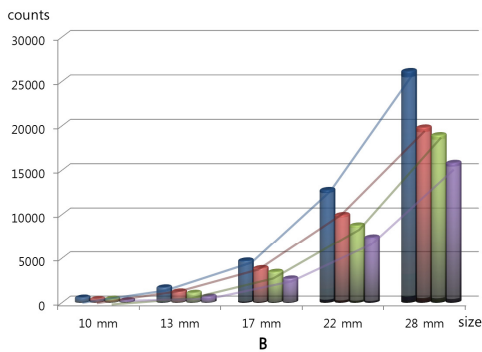
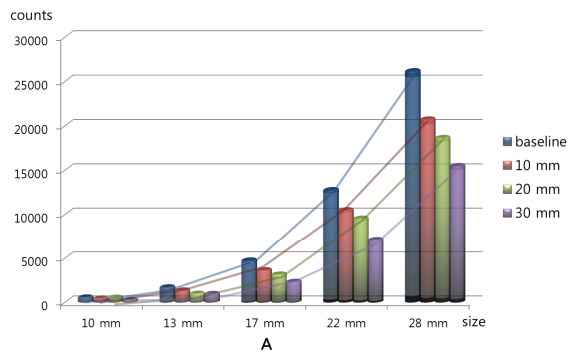


Fig. 5 Counts variation according to the thickness (A: Saline, B: Silicone, C: Paraffin)

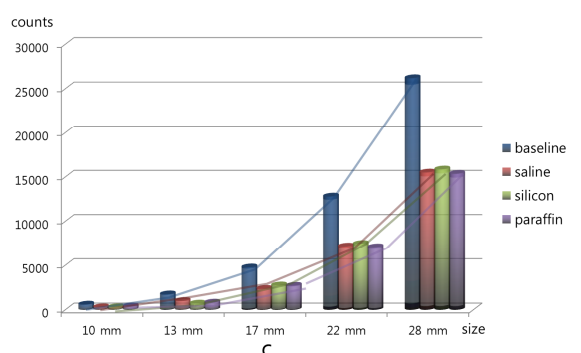
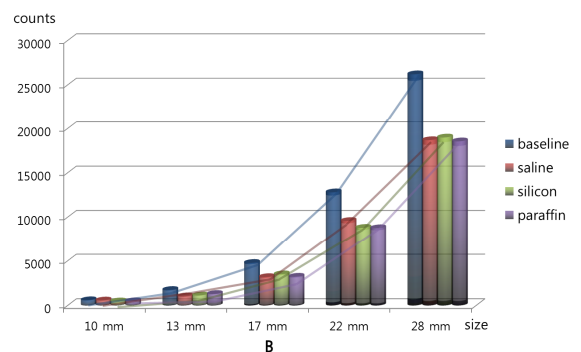
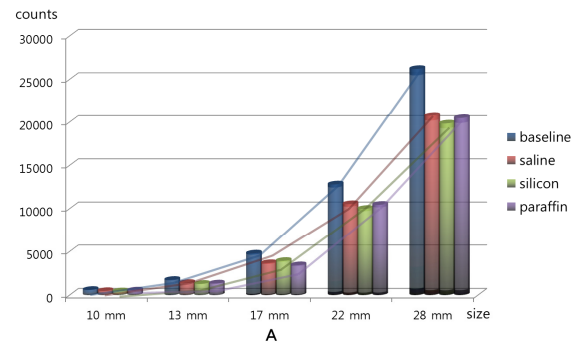


Fig. 6 Counts variation according to the thickness (A: 10 mm, B: 20 mm, C: 30 mm)

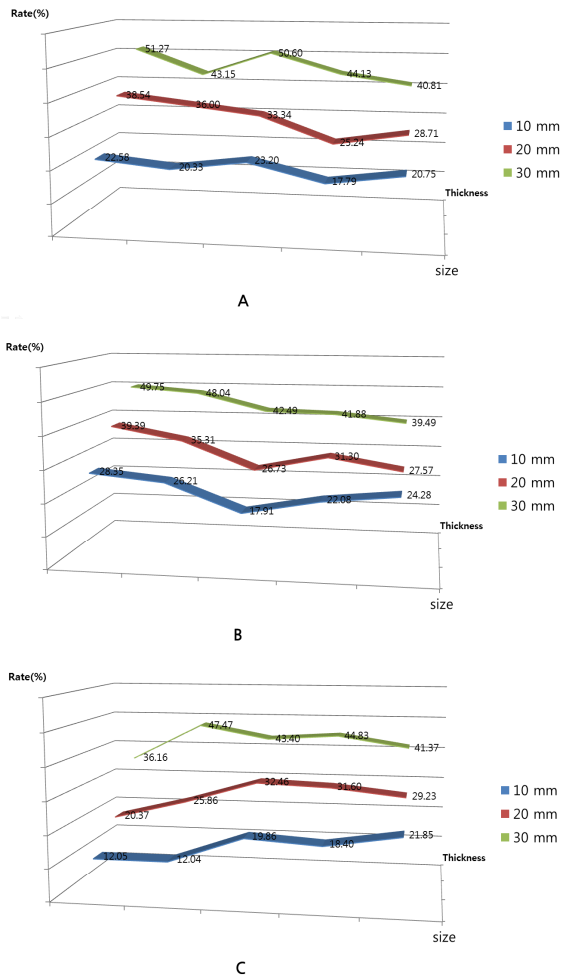


Fig. 7 Attenuation variation according to the thickness (A: Saline, B: Silicone, C: Paraffin)

Table 2 Analysis of sphere size by material

Materials	Sphere size(mm)	P-value
Saline	10	<0.05
	20	
	30	
Silicon	10	<0.05
	20	
	30	
Paraffin	10	<0.05
	20	
	30	

IV. 고찰

유방암은 전 세계 여성에게 가장 흔한 암으로 우리나라의 경우 서구 사회에 비해 유방암 발병률은 비교적 낮은 편이

지만 과도한 지방 섭취로 비만환자 증가와 출산율 및 수유 감소 등으로 2001년도부터는 위암을 제치고 1위를 차지하였고[8], 그 이후로 점점 격차가 커졌으며 최근에도 지속적으로 증가하고 있는 추세이다[9]. 유방암의 진단에 필요한 선별검사의 종류는 매우 다양하지만 그 중 유방 진단의 대표적인 검사법인 유방촬영술은 다른 검사법보다 높은 예민도와 특이도로 유방병변의 악성과 양성을 진단할 수 있는 장점이 있다. 하지만 유방성형을 시행한 환자의 경우 보형물의 이물감으로 인해 검사 시 상당한 통증을 느끼게 되어 검사를 진행하기가 힘들뿐만 아니라 보형물로 인한 미세석회화 병변이 발견되지 않을 수 있다. 또한 유방초음파에서는 생검 시 침습적이기에 병행 할 수 없는 한계를 가지며, 자기공명영상에서도 각 보형물의 물질에 따라 신호가 감약되어 진단가치를 떨어뜨리는 결과를 초래한다[10]. 이러한 단점을 보완하기 위해 최근 유방암의 영상의학적 진단도구로서 효과가 증명된 검사법인 핵의학의 BSGI를 이용하여 유방성형 환자들도 통증과 불편함 없이 편하게 검사를 받을 수 있게 되었다[11]. 따라서 본 연구에서는 BSGI에서 유방 보형물의 종류와 두께에 따른 차이가 영상에 미치는 영향에 목적을 두었다.

본 연구를 진행하기 위해 BSGI에 적합한 전용팬텀 제작하였으며, 각 물질의 종류에 따른 두께별 보형물팬텀을 제작하여 실험에 적용하였다. 실험결과에서는 보형물팬텀의 두께가 증가함에 따라 감약률이 증가하였고, 보형물팬텀의 종류에 따른 차이를 비교하였을 때 병변을 재현한 구의 크기가 커질수록 높은 감약률을 보였다. 이를 통해 BSGI 시 유방의 보형물이 영향을 미치고 있으며, 보형물의 두께가 증가할수록 영상의 질이 저하되는 것은 물론 정확한 진단에 부정적인 영향을 주고 있음을 확인하였다.

본 연구의 경우 현존하는 유방보형물의 물질에 대한 부분은 대부분 반영하였으나, 두께에 따른 평가에 있어 10 mm, 20 mm, 30 mm의 두께를 기준을 진행하였기에 보다 작은 차이에 대한 성향을 분석하는데 한계를 가졌다. 또한 임상연구에 있어 대상에서 지원자에 대해 한계가 발생하여 팬텀을 통한 연구만을 진행하였다.

하지만 본 연구를 통해 물질의 종류와 두께에 따라 BSGI에서 유방 보형물이 영상에 미치는 영향을 고찰 할 수 있었으며, 팬텀연구를 바탕으로 영상에 질에 영향을 미치는 정도를 파악하여 임상에 적용한다면, 보다 높은 진단가치를 부여 할 수 있을 것이라 사료된다. 나아가 정돈관리 측면으로의 긍정적인 접근이 가능할 것이며, 국내 의료용 팬텀 시장이 해외에만 의존하는 상황에서 의미 있는 기초연구가 되리라 사료된다.

V. 결 론

본 연구에서는 보형물팬텀의 두께가 증가함에 따라 감약률이 증가하였고, 영상의 질이 저하되었다. 또한 보형물팬텀의 종류에 따라 의료용 파라핀이 가장 높은 감약률을 나타냈고, 영상의 질에 가장 많은 영향을 미쳤다. 보형물의 물질에 따른 감약 정도를 확인하고, BSGI 검사에서 영상의 질에 영향을 미치는 정도를 객관화, 정량화하여 임상에 적용한다면 높은 진단가치를 부여 할 수 있을 것이라 사료된다. 나아가 연구에서는 팬텀을 직접 설계 및 제작함으로써 장비의 성능과 임상적 다양한 상황 재현함과 동시에 정도관리 측면에서의 가능성을 확인 할 수 있었으며, 향후 유사연구에 도움이 되리라 여겨진다.

REFERENCES

- [1] Claire E, Stephanie W, Anita P, et. al, "Breast-Specific Gamma Imaging Influences Surgical Management in Patients with Breast Cancer", *Breast J.*, Vol. 19, No. 5, pp. 512-519, 2013.
- [2] Stanley J. G, Ward P, Milton J. G, et. al., "SNM Practice Guideline for Breast Scintigraphy with Breast-Specific g-Cameras 1.0.", *J Nucl Med.*, Vol. 38, No. 4, pp. 219-224, 2010.
- [3] John W, Jocelyn A. R, Kristen G, et. al., "Quantification of Radio-tracer Uptake in Axillary Lymph Nodes using Breast Specific Gamma Imaging(BSGI): Benign Radio-tracer Extravasation versus Uptake Secondary to Breast Cancer", *Breast J.*, Vol. 15, No. 6, pp. 579-582, 2009.
- [4] Hui T, Lei J, Yusen G, et. al., "Visual and semi-quantitative analyses of dual-phase breast-specific gamma imaging with Tc-99m-sestamibi in detecting primary breast cancer", *Ann Nucl Med.*, Vol. 28, No. 1, pp. 17-24, 2014.
- [5] Kim B, Moon B, Cha E., "A comparative study of breast-specific gamma imaging with the conventional imaging modality in breast cancer patients with dense breasts", *Ann Nucl Med.*, Vol. 26, No. 10, pp. 823-829, 2014.
- [6] Yu S, Wei W, Hua-W. Y, et. al., "Clinical usefulness of breast-specific gamma imaging as an adjunct modality to mammography for diagnosis of breast cancer: a systemic review and meta-analysis", *Eur J Nucl Med Mol Imaging.*, Vol. 40, pp. 450-463, 2013.
- [7] Dennis D, Jules L, Leo R, et. al., "Contrast-noise-ratio (CNR) analysis and optimisation of breast-specific gamma imaging (BSGI) acquisition protocols", *EJNMMI Research* Vol. 21, No. 3, 2013.
- [8] Lee A, Chang J, Lim W, et. al., "Effectiveness of breast-specific gamma imaging (BSGI) for breast cancer in Korea: a comparative study", *Breast J.*, Vol. 18, No. 5, pp. 453-458, 2012.
- [9] Park J, Lee A, Jung K, et. al., "Diagnostic Performance of Breast-Specific Gamma Imaging (BSGI) for Breast Cancer: Usefulness of Dual-Phase Imaging with ^{99m}Tc-sestamibi", *Nucl Med Mol Imaging.*, Vol. 47, pp. 18-26, 2013.
- [10] Francesco G, Naomi A, John N. A, et. al., "The EANM and SNMMI practice guideline for lymphoscintigraphy and sentinel node localization in breast cancer", *Eur J Nucl Med Mol Imaging.*, Vol. 40, pp. 1932-1947, 2013.
- [11] Orazio S., "The importance of standardized interpretation of molecular breast imaging with dedicated gamma cameras", *Eur J Nucl Med Mol Imaging.*, Vol. 39, pp. 967-970, 2012.