

양전자방출전산화단층촬영 검사에서 유방 질환 환자를 검사하기 위해 유리섬유강화플라스틱을 이용한 유방 틀의 제작 및 유용성

김갑중¹, 전민철^{2*}, 한만석³, 서선열⁴, 김낙상¹, 배원규⁵
¹송호대학교 방사선과, ²대전보건대학교 방사선과, ³강원대학교 방사선과
⁴을지대학교병원 영상의학과, ⁵아주대학교병원 핵의학과

In the examination of PET/CT, Breast-tool production and availability of using FRP to check for breast disease.

Gab-Jung Kim¹, Min-Cheol Jeon^{2*}, Man-Seok Han³, Sun-Youl Seo⁴,
Nak-Sang Kim¹, Won-Gyu Bae⁵

¹Department of Radiological Technology, Songho University

²Department of Radiological Technology, Daejeon Health Institute of Technology

³Department of Radiological Science, Kangwon National University

⁴Department of Radiology, Eulji University Hospital

⁵Department of nuclear medicine, Ajou University hospital

요약 유방검사에서 영상의 진단 가치를 높일 수 있는 유방틀을 제작하여 유용성을 평가하고자 한다. 유리섬유강화플라스틱을 이용해서 유방틀을 제작하였다. 그리고 방사능계수율과 획득된 영상을 비교하였다. 유방틀의 평가에서 왼쪽과 오른쪽이 1 μ Ci 당 counts가 각각 185 counts, 189 counts이다. 그리고 복와위 자세에서 획득된 영상은 원형에 가깝게 나타났다. 유방틀을 이용함으로써 진단 가치를 높일 수 있어 유방촬영 검사를 하는데 있어 유용할 것으로 사료된다.

• 주제어 : 양전자방출전산화단층촬영, 유방 틀, 유리섬유강화플라스틱, 우레탄, 복와위

Abstract The purpose of this study is to evaluate the breast tool to improve the diagnostic value of the image in the breast examination. Breast tool was made of using FRP. And then it was compared by radioactivity counting rate and image. In the evaluation of the Breast tool, the left and right counts per 1 μ Ci are 185 counts and 189 counts, respectively. The image obtained in the prone position was close to the circle. To increase diagnostic value of image, it is considered to use Breast-tool in the breast examination.

• Key Words : PET/CT, Breast-Tool, FRP, urethane, prone position

*Corresponding Author : 전민철(99jmc@hanmail.net)

Received August 3, 2017

Accepted September 20, 2017

Revised September 2, 2017

Published September 28, 2017

1. 서 론

유방암은 국내 여성암 전체의 15.4%로 여성암 발생률 2위를 차지하고 있으며 식생활의 서구화 및 에스트로겐 노출 기간의 연장 등으로 그 증가는 지속될 것으로 전망하고 있다[1]. 다행히 암의 조기발견과 의·과학 기술의 발달로 2009년~2013년 사이 발생한 유방암 환자의 5년 상대 생존율은 91.5%로, 예년에 비해 지속적으로 증가하고 있는 추세이다[2]. 세계보건기구에서는 의학적인 관점에서 볼 때 암 발생 인구의 30%는 암을 조기 발견할 경우 완치가 가능한 것으로 보고 있다[3,4]. 암의 조기 발견을 위해서는 정확한 진단이 앞서야 한다[5,6]. 첨단 진단장치는 일반촬영(X-ray), 전산화단층촬영(Computed Tomography; CT), 자기공명영상(Magnetic Resonance Imaging; MRI), 초음파(ultrasound) 등[7,8] 여러 가지가 있다. 그 중 의료영상기기 간의 융합으로 양전자방출전산화단층촬영(Positron Emission Tomography-Computed Tomography; PET/CT)가 개발되었다[9]. PET/CT는 한 번의 검사로 양전자방출단층촬영(PET, Positron Emission Tomography)의 기능적인 정보와 전산화단층촬영의 해부학적 정보를 획득할 수 있으면서 전산화단층촬영 정보에 의해 신속하고 최적화 되어진 감쇠 보정된 PET 영상을 얻을 수 있다. 그 결과 양전자방출전산화단층촬영 검사는 암에 대한 감별 진단, 병기 설정, 재발 평가, 치료 효과 판정 등에 유용한 검사로 알려지면서 검사의 빈도가 급증하고 있다[10]. 그러나 대부분의 유방암 양전자방출전산화단층촬영 검사에서는 앙와위(supine position) 자세로 검사를 시행하며, 이러한 자세는 수진자의 측면에서는 유방이 중력에 의하여 왜곡된 상태에서 영상이 획득된다[11]. 유방이 왜곡되면 진단에 있어 정확성이 떨어진다. 이러한 이유로 유방 검사 보조기구를 활용하여 양전자방출전산화단층촬영 검사의 정확성을 높이고자 했다. 보조기구는 섬유를 기지로 한 유리섬유강화플라스틱(FRP, Fiber Glass Reinforced Plastic)으로 내식성외에 보온, 보냉성이 우수하며, 열팽창계수가 작고 단열성이 우수한 특성을 가지고 있다. 또한 높은 강도를 가지고 있어 안정성이 좋다[12]. 이와 같이 유리섬유강화플라스틱의 뛰어난 특성을 토대로 본 연구에서는 핵의학 검사 (PET, PER/CT, Whole Body Scan)를 시행한 후 유방의 형태를 전체적으로 펼쳐, 진단 가치를 높일 수 있고, 촬영 과정에서 앙와위 자세로 인한 유방 왜곡을 최소화 할 수 있는 보조기구를 제작하여 유

용성을 평가하고자 한다.

2. 대상 및 방법

본 연구는 MRI Breast Coil을 이용하였고, 형틀은 우레탄폼을 사용하였다. 표면에 섬유포와 유리섬유강화플라스틱 소재를 사용하여 융합 화된 Breast-tool을 제작하였다. 제작되어진 Breast-tool의 성능을 기존의 MRI coil을 이용하여 성능비교 하였다. 그리고 유방 자기공명영상 검사 시험에 있어서 실제 환자를 대상으로 실험할 수 없다. 그래서 고무풍선에 몰과 18F-FDG 1mCi를 희석시켜 Breast tool 위에서 앙와위, 복와위(prone position)를 재현하였다.

검사장비는 PET/CT(Discovery ST GE Healthcare)를 사용하였으며, CT Scan 촬영은 관전압 120kV, 관전류는 Auto를 이용하여 30~100mA 사용, Helical mode, Pitch=1.675:1, Slice thickness 3.75mm 조건으로 설정하고, PET 촬영은 Duration of AROV 2.5mm, Slice Overlap 11. Matrix size 128 X 128 으로 영상을 획득하였다.

2.1 제작방법

PET, PET/CT, Breast Tool 보조기구를 제작하기 위해 자기공명영상 Breast Coil을 이용하였다. 먼저 Breast Tool 표면을 랩으로 감싼 뒤 우레탄폼을 뿌려 거푸집(형틀)을 만들었다. 이때 우레탄폼을 한 번에 뿌리면 거푸집이 굳기 전에 흘러내리는 것을 방지하기 위해 사각 나무상자를 이용하여 Breast Coil을 내장하였으며, 우레탄폼을 뿌릴 때 상온 25도 이상에서는 10cm/day, 상온 25도 이하에서는 5cm/day로 적층하여 거푸집을 완성하였다. Breast가 위치하는 공간 부분(코어)은 공간 형태에 맞게 스티로폼을 제단하여 고정시켰으며, 거푸집 내부와 코어 표면에 무초산실리콘으로 코팅하여 형틀이 잘 분리될 수 있게 하였다. 거푸집(형틀)에 자기공명영상 Breast Coil을 제거하고 거푸집(형틀)에 우레탄폼을 충전하기 위해 거푸집 사이에 마포지를 2장 겹쳐서 놓았다. 우레탄폼을 채워 굳힌 후 거푸집을 벗겨 내고 Breast Tool 모형을 꺼내어 모형 표면에 유리섬유로 만든 포를 유리섬유강화플라스틱 수지로 붙인다. 모형에 유리섬유 포가 굳은 후 유리섬유강화플라스틱 수지와 경화제를 1000:1 혼합물에 지당을 혼합하여 유백색 도포용 안료를 만들어 수 회 모



[Fig. 1] This is the process of making device. (A) The surface of the breast scan tool is wrapped. (B) this is preventive of flowing down urethane from a wooden box. (C) this is a breast scan tool removed from a mold. (D) FRP resin is attached to the surface of device.

형 표면에 도포하여 굳힌다. 지당을 혼합하지 않으면 Breast Tool 표면 색깔이 청결감이 떨어지기 때문에 지당을 혼합하게 되었다[Fig. 1].

2.2 장비 성능 평가

완성된 Breast-tool 의 성능평가를 위해서 시간설정법으로 방사능계수율을 측정하였다. 시간설정법은 1분을 기준으로 하였으며 또한 방사능계수율은 양전자방출전산화단층촬영 장비를 이용하여 측정하였다. 측정방법은 감마카메라 정도관리에 이용되는 플라스틱 병 2개에 18F-FDG를 각각 0.5cc 씩 채워 넣었다. 이때의 플라스틱

병을 임의로 왼쪽, 오른쪽으로 결정하였다. 왼쪽 플라스틱 병의 방사능량은 197 μCi 로 15시 18분에, 오른쪽 플라스틱 병의 방사능량은 209 μCi 로 15시 19분에 각각 18F-FDG를 채워 넣고 선량측정기(Dose Calibrator)를 이용하여 방사능량을 측정하였다. 이때 각각에 담겨진 방사능량을 동일하게 하는 것이 어려워 최대한 비슷하게 하였다. 15시 32분에 자기공명영상 코일에 왼쪽, 오른쪽 플라스틱 병을 올려놓고 양전자방출전산화단층촬영 장비를 이용하여 방사능계수율을 측정하였다. 이후 15시 51분에 자기공명영상 코일에 사용한 플라스틱 병 2개를 완성된 보조기구에 올려놓고 양전자방출전산화단층촬



[Fig. 2] This show image that are MRI coil (A) and Breast tool (B) for measuring radioactivity counting rate. The plastic filled with 18F-FDG (0.5cc). Blue arrow is right side, red arrow is left side.

영 장비를 이용하여 방사능계수율을 각각 측정하였다 [Fig. 2].

2.3 영상 비교

완성된 Breast-tool 을 이용하여 풍선에 물과 ¹⁸F-FDG 를 넣고 환자의 자세를 앙와위, 복와위처럼 취하고 양전자방출전산화단층촬영 검사를 받게 된다[Fig. 3]. 양전자방출전산화단층촬영으로 부터 획득되어진 앙와위, 복와위의 영상을 비교 평가한다.

3. 결 과

기존 양전자방출전산화단층촬영 검사에서 앙와위 자세에서의 단점인 왜곡을 해소하기 위해 복와위 자세로 검사할 수 있는 Breast-tool 모형을 만들었다. MRI 검사 때 사용하는 coil과 만들어진 Breast-tool의 성능 평가를 위해서 방사능계수율을 시간설정법 1분으로 측정하였다. 그 결과 15시 32분에 MRI coil을 이용해서 측정했을 때 왼쪽은 33,745 counts, 오른쪽은 36,336 counts 이다. 이를 1 μCi 당 counts를 환산했을 때 왼쪽은 171 counts, 오른쪽은 173 counts 이다. 15시 51분에 Breast-tool을 이용해서 측정할 결과 왼쪽은 36,609 counts, 오른쪽은 39,565 counts 이다. 이를 1 μCi 당 counts를 환산했을 때 왼쪽은 185 counts, 오른쪽은 189 counts 이다. [Table 1].

MRI coil 과 Breast-tool을 이용하여 환자가 복와위 자세를 취하고 양전자방출전산화단층촬영 장비로 이동

되는 영상을 가상으로 보여준다[Fig. 5]. Breast-tool 에는 유방이 안쪽으로 들어갈 수 있는 공간이 확보되기 때문에 복와위 자세에서 자세에 따른 기하학적 영향을 받지 않고 진단적 가치가 높은 영상을 획득할 수 있게 된다. 또한 Breast-tool 사용으로 환자의 움직임을 방지할 수 있어 움직임에 의한 영상의 불선예도를 방지할 수 있었다. 그 결과로 새로 개발된 Breast-tool 모형을 이용하여 양전자방출전산화단층촬영 영상을 획득하였고 물과 ¹⁸F-FDG로 차 있는 풍선이 앙와위 자세에서 원형이 아닌 왜곡된 형태로 나타났고 복와위 자세에서의 풍선은 앙와위 자세와 비교할 때 더욱 원형에 가깝게 나타났다. [Fig. 4]. 이로 인해 새로 개발된 Breast-tool 모형은 유용성 평가로 인해 잘 만들어짐을 확인 할 수 있었다.

<Table 1> The comparison of radioactivity counting rate of MRI coil and Breast tool.

(unit : counts)

	Left	Right
MRI coil 15 : 32	33745 (171) [†]	36336 (173) [†]
Breast tool 15 : 51	36609 (185) [†]	39565 (189) [†]

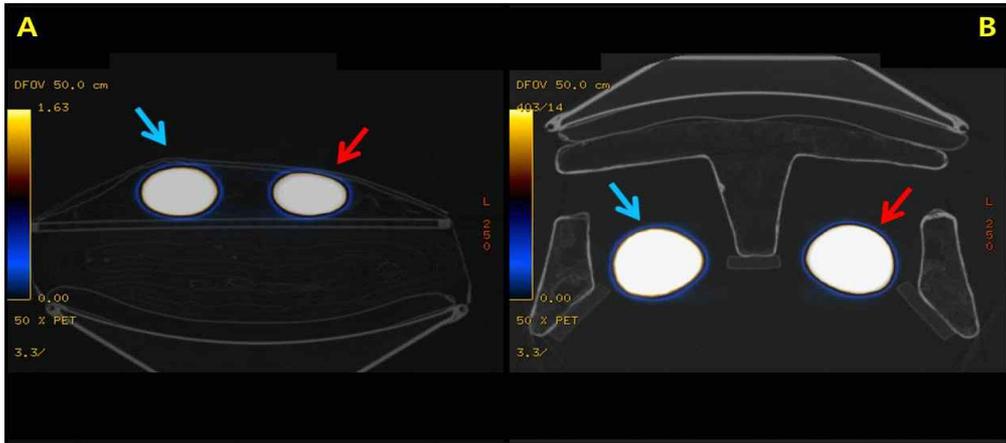
† () : counts per μCi

4. 고 찰

유방암은 FDG PET-CT에서 예민도는 80~96%, 특이도는 75~95% 정도이며, 유방촬영(mammography) 조건



[Fig. 3] The balloons filled with water and ¹⁸F-FDG were reproduced in supine and prone position on the breast tool.



[Fig. 4] This show images of (A) supine position and (B) prone position. Blue arrow is right side, red arrow is left side. The balloon of prone image is more circular than the balloon of supine image.

상 판단이 어려운 수신자에게 매우 유용하며, 검진으로서의 조기 암 검출을 충분히 기대할 수 있다. PET/CT 검사에서는 대부분 양와위로 검사되어 변형된 유방 영상을 획득하게 된다. 반면 보정기구를 이용한 복와위 자세를 취할 경우 유방을 보다 중력에 의존하여 보다 원형에 가깝게 표현함으로써 영상의 진단가치를 높일 수 있다[11]. 본 연구에서는 기존의 MRI Breast Coil을 이용하여 같은 형태의 Breast-tool을 FRP 합성수지로 만들어 PET/CT 유방 검사를 시행하여 양와위 자세와 복와위 자세 따라 영상을 평가하고자 하였다. 시간설정법에 의한 방사능계수율이 왼쪽과 오른쪽의 $1\mu\text{Ci}$ 당 counts를 비교했을 때 계수율의 차이가 작기 때문에 Breast-tool을 이용하여 영상을 획득하는데 무리가 없을 것으로 판단된다. 15시 32분에 측정된 counts가 15시 51분 측정된 counts 보다 작은 이유는 MRI coil 이 플라스틱과 구리선으로 되어 있어 방사선 감쇠가 발생한 것으로 판단된다. 이는 Breast-tool에 의한 방사선 감쇠가 작게 일어날 것으로 사료된다. 또한 풍선에 물과 18F-FDG 를 가득 채워 인체 유방에 가까운 형태로 진행하였다. 인체의 대부분이 70%의 수분으로 구성되어 있기 때문에 연구에 있어서는 문제가 없을 것으로 판단했다. 본 연구에서 만들어진 Breast-tool을 이용하여 유방암 환자가 수술 전후 PET, PET/CT 검사를 할 때 Whole Body Scan 검사뿐 아니라 복와위(Prone position) 유방 PET, PET/CT 를 추가하여 유방조직의 전체적인 해부학적 영상을 획득하여 보다 정밀하고 정확한 진단 가치가 있을 것으로 사료된다.



[Fig. 5] A patient is in prone position using device. The breast can be looked to be circle by taking supine position.

유리섬유강화플라스틱은 역학적 성질을 조절할 수 있고, 비탄성, 비강도가 크며, 내식성 및 진동의 감쇠성 등이 우수하기 때문에 산업분야에서 많이 사용하고 있다 [13,14,15]. 또한 의료영상에 영향을 미치지 않고 가공이 쉽기 때문에 본 연구에서도 쉽게 제작하였다.

본 연구의 제한점으로 Breast-tool이 경질의 재질로 이루어져 있어 복와위 유방 검사 시 약간의 불편함을 느끼는 경우가 있기 때문에 추후 부드러운 재질의 보조기구가 연구되어야 할 것으로 사료되며, 실제로 환자를 대상으로 영상을 비교 분석하지 못한 점이 아쉬웠다. 그리고 환자들마다 신체적 조건이 다름에도 불구하고 다양한

크기의 유방 틀로 실험하지 못한 것도 제한점으로 작용할 수 있다.

5. 결 론

본 저자는 유방암 환자의 핵의학 검사에서 환자의 복와위 자세를 보조할 수 있는 Breast-tool을 제작하여 실험한 결과 유방 전체의 펼쳐진 형태를 보여 주므로 진단 가치를 높일 수 있고, 촬영 과정에서 환자의 움직임에 의한 Artifact를 최소화 할 수 있어 양전자방출전산화단층촬영실에서 유방촬영 검사를 하는데 있어 유용할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- [1] Korea Central Cancer Registry NCC. Annual report of cancer statistics in Korea in 2013. 2015.
- [2] K. Y. Park, M. J. Kim, Y. O. Yang, "Factors Relating to Quality of Life in Korean Breast Cancer Patients: Systematic Review and Meta-analysis". J of Korean Acad Fundam Nurs, Vol. 24, No. 2, pp. 95-105, 2017.
- [3] S. H. Mun, "Convergence Study on Factors that Influence Cancer Screening Rate in Korea and Japan". J of The Korea Convergence Society, Vol. 6, No. 6, pp. 247-253, 2015.
- [4] Miles A CJ, Smith RA, Wardle, "A perspective from countries using organized screening programs". Cancer, Vol. 101, No. 5, pp. 1201-1213, 2004.
- [5] C. Y. Lee, H. S. Kim, I. S. Ko, "Outcome Evaluation of Community Breast Cancer Prevention Program". College of Nursing Yonsei University, 2001.
- [6] K. S. Choi, H. R. Shin, C. M Kim, D. K Oh, "National Cancer Screening Program in Korea". J of Korean Association of Cancer Prevention. Vol. 9, No. 2, pp. 116-122, 2004.
- [7] H. J. Kim, C. L. Lee, "PACS and Medical Imaging Display Systems". J of the Korean Society for Precision Engineering, Vol. 25, No. 1, pp. 22-34, 2008.
- [8] C. G. Kim, "Spatial dose distribution and exposure dose during lumbar lateral test". J of The Korea Convergence Society, Vol. 5, No. 1, pp. 17-22, 2014.
- [9] DW T, "A combined PET/CT scanner: the choices". J of Nucl Med. 2001.
- [10] W. H. Kim, H. S. Go, J. E. Lee, H. S. Kim, J. K. Ryu, W. Y. Jung, "The Comparison Evaluation of SUV Using Different CT Devices in PET/CT Scans". J of Nucle Med Technol, Vol. 18, No. 1, pp. 10-18, 2014.
- [11] H. H Park, S. Y. Kim, J. J. Kim, M. S. Park, H. S. Lim, S. Jung, C. G. Kang, J. S. Kim, C. H. Lee, "Usefulness of Prone Position on PET-CT in Breast Cancer". J of Nucle Med Technol, Vol. 12, No. 1, pp. 44-48, 2008.
- [12] D. I. Chang, J. W. Koh, "Flexural Behavior of Glass Fiber Reinforced Plastic Pipes". J of The Korea Concrete Institute, Vol. 5, No. 3, pp. 187-197, 1993.
- [13] M. S. Kang, W. P. Lee, "Characteristics of tool wear in cutting glass fiber reinforced plastics : the effect of physical properties of tool materials". International J of Automotive Technology, Vol. 10, No. 1, pp. 33-41, 1988.
- [14] C. H. Um, S. W. Yoo, "An Experimental Study for Flexural Failure Behavior of Composite Beam With Cast-in-place High Strength Concrete and GFRP Plank Using As a Permanent Permanent and Tensile Reinforcement". Vol. 35, No. 5, pp. 1015-1024, 2015.
- [15] L. C. Bank, "Composites for construction: Structural design with FRP materials". John Wiely & Sons, NJ, USA, 2006.

저자소개

김 갑 중(Gab-Jung Kim) [정회원]



- 2011년 2월 : 건양대학교 보건학과 (보건학석사)
- 2013년 3월 ~ 2015년 2월 : 충북대학교 의용생체공학과 (박사수료)
- 1994년 4월 ~ 2001년 4월 : 영훈재단 대전 선병원 핵의학과 근무
- 2017년 3월 1일 ~ 현재 : 송호대학교 방사선과 교수
<관심분야> : 핵의학, 방사선치료학, 의료영상정보

전 민 철(Min-Cheol Jeon) [정회원]



- 2012년 8월 : 충남대학교 의공학과 (공학석사)
- 2017년 2월 : 충남대학교 의공학과 (공학박사)
- 2006년 1월 ~ 2017년 2월 : 충남대학교병원 영상의학과 근무
- 2017년 3월 ~ 현재 : 대전보건대학교 방사선과 조교수
<관심분야> : 의료영상정보, 방사선 영상학, 전산화단층촬영, 영상해부학

한 만 석(Man-Seok Han) [정회원]



- 2003년 2월 : 고려대학교 의공학과 (의공학석사)
- 2012년 2월 : 충남대학교 의공학과 (공학박사)
- 1997년 7월 ~ 2012년 2월 : 충남대학교병원 영상의학과 근무
- 2012년 3월 ~ 현재 : 강원대학교 방사선학과 부교수
<관심분야> : 자가공명영상, 방사선 영상학, 골밀도

서 선 열(Sun-Youl Seo) [정회원]



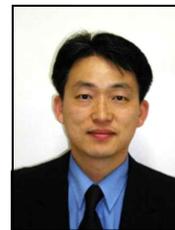
- 2007년 3월 ~ 2009년 8월 : 을지대학교 보건대학원 방사선과 (방사선학석사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 을지대학교 일반대학원 보건학과 (방사선학박사)
- 1992년 10월 ~ 현재 : 을지대학병원 영상의학과 일반촬영 팀장
<관심분야> : 방사선과학, 컴퓨터단층촬영, 방사선촬영학, 의료영상학

김 낙 상(Nak-Sang Kim) [정회원]



- 2000년 2월 : 경산대학교 보건학과 (보건학석사)
- 2008년 3월 ~ 2011년 2월 : 대구한의대학교 보건학과 (보건학박사)
- 1985년 10월 ~ 2012년 2월 : 대전선병원 영상의학과 근무
- 2012년 3월 ~ 현재 : 송호대학교 방사선과 조교수
<관심분야> : 전산화단층촬영, 자기공명영상, 진료영상학

배 원 규(Bae, won-gyu) [정회원]



- 1986년 2월 : 고려대학교 보건전문대학 방사선과
- 1987년 3월 ~ 1988년 2월 : 서울대학교병원 핵의학과 근무
- 1989년 3월 ~ 1994년 2월 : 서울아산병원 핵의학과 근무
- 1994년 3월 ~ 현재 : 아주대학교병원 핵의학과 기술과장
<관심분야> : 핵의학, 방사화학, 의용공학, 기계공학