

<원저>

보형물 삽입 유방의 압박 두께에 따른 유방 선량 평가

이현용·김지수

부산가톨릭대학교 보건과학대학 방사선학과

Evaluation of Breast Dose by Breast Pressure Thickness of Breast Prosthesis Insertion

Lee Hyeon-Yong·Kim Ji-Soo

Department of Radiological Science, Catholic University of Pusan

Abstract Breast cancer is growing rapidly year by year and has the highest incidence since 2001. As a result, the interest in mammography for early detection of breast cancer is increasing. However, mammography is accompanied by radiation exposure and therefore it is necessary to reduce exposure dose through appropriate test conditions. The significance of this study is that breast dose studies, which were limited to ordinary women, were applied to breast implant patient. Using MCNP simulation, the phantom with prosthesis inserted was developed to compare dose by tube voltage by pressure thickness. In addition phantom without prostheses has higher dose than phantom with prostheses. If these results were used as basic data, it would be possible to recommend test condition guideline only for breast implant patients.

Key Words: Mammography, Breast pressure thickness, Glandular dose, Mammoplasty, Monte carlo simulation

중심 단어: 유방촬영, 유방 압박 두께, 유방 선량, 유방 성형, MCNP

1. 서 론

우리나라 여성의 유방암은 해마다 급격히 증가하며, 2001년 이후로 여성암 발생률 1위를 유지하고 있다[1]. 유방암의 원인에는 출산을 저하, 모유 수유의 감소, 고령 출산, 서구화된 식습관 등의 요인이 있다[2]. 이로 인해 유방암 조기 진단이 가능한 유방검사건수는 2017년 대비 2018년에 약 2.37배 정도 증가하였다[3].

그러나 유방촬영은 환자가 받는 방사선으로 인해 조기 유방암 발견의 이익보다 방사선 피폭으로 인한 위해를 유발시킬 수 있다는 보고가 있다[4]. 의료상의 피폭은 피폭자가 수혜자라는 측면에서 규제 대상은 아니지만 인공 방사선의 대부분이 진단 및 치료 방사선에 의한 것을 고려하였을 때 선량 저감을 위한 안전관리 대책이 필요하다[5].

유방촬영에서 피폭선량에 영향을 주는 인자로는 관전압, 관전류, 유방 밀도와 두께 등이 있다[6]. 특히 압박은 유방과 검출기 사이의 밀착으로 인해 영상의 질을 향상시키고 두께를 줄여 피폭선량 감소에 효과적이다[7]. 하지만 최근 들어 증가하고 있는 유방 성형 환자의 경우 보형물 분리촬영 전 시행하는 기본검사에서 보형물 포함으로 인해 파열의 우려가 있어 일반 여성에 비해 압박의 강도를 줄이게 된다. 이로 인해 유방의 두께가 두꺼워지고 영상 화질을 위한 조건 보상으로 노출량이 높아지게 된다. 또한, 보형물이 정상 유방을 가려 진단을 저해하므로 보형물 분리 촬영(Implant Displacement View)을 추가로 진행해야 하므로 피폭 선량이 증가할 수밖에 없다[8].

따라서 본 연구에서는 몬테칼로 모의모사를 이용하여 보형물이 포함된 유방 성형 환자의 압박 두께별 유방 선량을

This study was conducted in 2020 by the university's in-school research fund of Catholic University of Pusan.

Corresponding author: Ji-Soo Kim, Department of Radiological Science, Catholic University of Pusan, 57, Catholic University of Pusan, Oryundae-ro, Geumjeong-gu, Busan, 46252, Republic of Korea / Tel: +82-51-510-0589 / E-mail: pr0680@naver.com

Received 10 December 2020; Revised 21 December 2020; Accepted 24 December 2020

Copyright ©2020 by The Korean Journal of Radiological Science and Technology

평가하였으며, 관전압에 따른 유방 선량을 분석하여 유방 성형 환자에게 적절한 검사조건 확립을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 대상 및 방법

1. 실험재료

1) 유방촬영(Mammography)

유방촬영장치 구조는 MAMMOMAT Inspiration (SIEMENS, Germany)과 Senographe DS Mammography System (GE Healthcare, USA)을 참고하였다. 타겟-필터 조합은 두 장치에서 공통적으로 사용되는 Mo/Rh로 Table 1의 물성을 토대로 조합하였다[9]. 타겟과 유방간의 거리는 65 cm로 지정하였다. 양극의 각도는 20°로 설정하였으며 필터는 선원에서 15 cm 거리에 설치하였다[10]. 촬영 방법은 식품 의약품 안전처에서 권고하는 평균 유방 선량 측정법인 상하방향 촬영(Cranial-Caudal view, CC view)에서 진행하였다[11].

2) 모의 피폭체(Phantom)

유방 선량을 측정하기 위한 모의 피폭체는 Fig. 1과 같다. 유방 성형 환자를 모사하기 위한 보형물의 성분은 Sari F의 3명의 연구에서 제시된 C-32.4%, H-8.2%, O-21.6%, Si-37.8%, 체적은 200 cm³로 구성하였다[12]. 현재 평균 유선선량 측정 시 사용되고 있는 실측 팬텀의 두께는 4.2 cm 이다[11]. 따라서 본 실험에서는 이를 기준으로 압박 두께를 Z축을 2 cm, 3 cm, 4 cm, 5 cm, 6 cm로 변화시켜 실험하였고 유방 상, 하부에는 압박 패들과 검출기를 위치시켰다.

2. 연구방법

몬테칼로 모의모사는 지난 50년 동안 다양한 분야에 이용되었으며 1980년부터 유방의 흡수선량을 계산하기 위해 사용되었다. 의료 물리학에 사용되는 코드 종류에는 EGS, BEAM, GEANT, MCNP가 있다[13]. 본 실험에서는 저에너지 모델링에 적합한 로스앨러모스(Los Alamos National Laboratory)에서 개발한 Monte carlo N-Particle Transport Code(ver. 2.5.0)을 사용하였다. 유선 부분의 선량평가를 위해 Tally는 F6 tally로 지정하였다. MeV/g으로 획득된 선량은 단위 환산을 통하여 mGy로 변환하여 나타내었다. 또한 불확도(uncertainty)를 0.03 이하로 유지하기 위해 실험의 반복횟수(nps)는 5×10^7 으로 설정하였다.

유방 촬영 검사조건은 정홍량 외 2명의 연구[14]를 참조하여 임상에서 일반적으로 사용되는 관전류 32 mAs로 설정하였으며 관전압은 26~32 kVp를 2 kVp 증가시키며 모의 모사 하였으며, 이후 유방 두께 별 선량을 비교하였다. 또한, 관전압 28 kVp 관전압 32 mAs로 고정하여 보형물 유무에 따른 유방 선량을 비교하였다.

III. 결 과

1. 유방 보형물 삽입 팬텀의 유방 두께에 따른 유방 선량 평가

Mo/Rh 조합에서 유방 보형물 삽입 팬텀의 유방 두께에 따른 유방 선량 변화를 관전압 별로 나타낸 결과는 Table 2와 같다. 이를 분석해보면 두께에 따른 유방 선량은 6 cm에서 2.38~2.51 mGy로 가장 높게 나타났으며 2 cm에서

Table 1. Composition of target and filter type of mammography device

Anode	Element	Atomic number	Density (g/cm ³)
Mo	Molybdenum	42	10,22
Rh	Rhodium	45	12,41

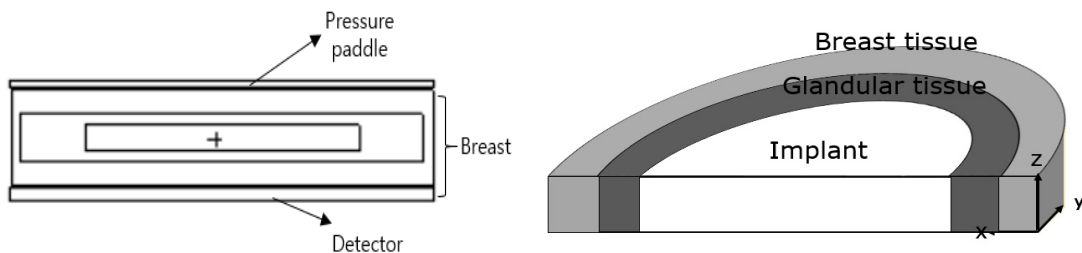


Fig. 1. Modeling of Breast Implant Phantom

Table 2. Breast dose for Breast Implant phantom thickness of various Tube Voltage with Mo/Rh (unit : mGy)

Breast Thickness \ Tube Voltage	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm	6 cm
26 kVp	1.75	2.05	2.21	2.30	2.38
28 kVp	1.77	2.08	2.26	2.35	2.44
30 kVp	1.79	2.10	2.29	2.39	2.48
32 kVp	1.80	2.12	2.30	2.42	2.51

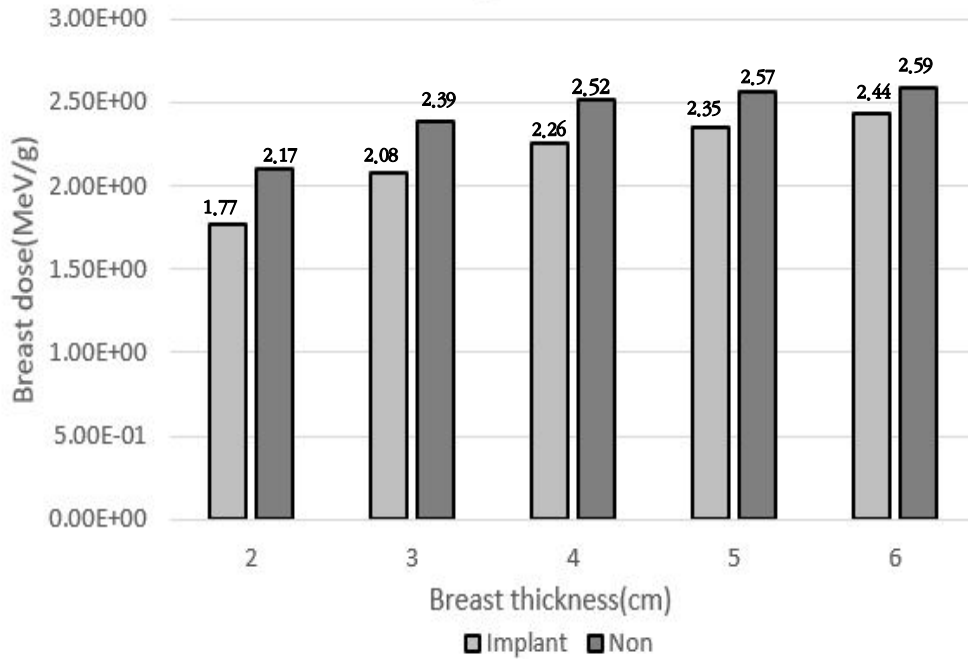


Fig. 2. Breast Dose by Breast thickness of Non-Implant and Implant

1.75~1.8 mGy로 두께가 얇아질수록 선량이 낮게 나타났다. 또한, 26 kVp에서는 2 cm 대비 6 cm 두께의 유방 선량이 0.63 mGy 높았으며, 28 kVp에서는 0.67 mGy, 30 kVp에서는 0.69 mGy, 32 kVp에서는 0.71 mGy 높게 나타나 관전압이 높아질수록 두께별 차이가 커지는 것으로 나타났다. 관전압 별 선량은 두께에 상관없이 26 kVp에서 1.75~2.38 mGy로 가장 낮았으며 28 kVp는 2.17~2.44 mGy, 30 kVp는 1.79~2.48 mGy, 32 kVp는 1.8~2.5 mGy로 관전압이 높아질수록 평균 유방 선량이 많아졌다.

2. 보형물 유·무에 따른 유방 두께 별 선량 평가

관전압을 28 kVp로 고정시키고 보형물이 삽입된 팬텀과 보형물이 없는 팬텀의 선량을 비교한 결과는 Fig. 2와 같다. 보형물이 없는 팬텀의 선량은 2.17~2.59 mGy, 보형물 있는 팬텀은 1.77~2.44 mGy로 보형물이 없는 팬텀의 선량이 더 많게 나타났다. 또한, 2 cm에서 보형물 유·무에 따른 선

량 차이는 0.40 mGy, 3 cm에서 0.31 mGy, 4 cm에서 0.26 mGy, 5 cm에서 0.22 mGy, 6 cm에서 0.15 mGy로 두께가 두꺼워질수록 보형물 유·무 간의 선량 차이는 감소하였다.

IV. 고 찰

국제 방사선 방호위원회인 ICRP의 publication 103에 따르면 진단 방사선 분야에서 엑스선 검사에 대해서는 환자 방호를 위한 최적의 선량 권고량을 적용하도록 권고하고 있다[15]. 그러나 우리나라 여성 유방암의 발생률 급증과 이에 따른 유방 성형술 증가 추세에도 불구하고 평균 유선선량 (Average glandular dose : AGD)은 유방 성형 유·무에 관계없이 3 mGy 이하로 권고하고 있다[16]. 따라서 본 연구는 유방 촬영시 유방 성형 환자의 검사 조건에 따른 선량을 분석하여 유방 성형 환자의 방호를 위한 최적의 검사 조건을

마련하기 위한 기초자료를 제공하기 위해 수행되었다. 그 결과, 유방 두께별 선량을 비교했을 때 2 cm, 3 cm, 4 cm, 5 cm, 6 cm 순으로 유방 선량이 증가하였다. 이는 신귀순 외 5명의 연구[17], 강정아 외 2명의 연구[18]와 같은 결과를 보였다. 또한 보형물 유·무에 따른 두께별 선량을 비교한 결과 보형물이 없는 팬텀이 보형물이 삽입된 팬텀보다 선량이 많게 나타났으며 두께가 두꺼워 질수록 보형물 유·무 간의 선량 차이가 감소하였다. 이는 보형물이 방사선을 흡수했기 때문으로 판단된다[19].

유방 보형물 삽입 유·무에 따른 전체적인 유선선량은 식품 의약품 안전처[12]에서 권고하는 3 mGy를 초과하지 않았다. 유방 성형 환자의 경우 두께 증가로 인한 자동 노출 시스템의 보상으로 관전류량이 증가할 수 있으므로 적절한 압박이 수행되어야 한다. 또한, 보형물 삽입 팬텀이 보형물 없는 팬텀에 비해 선량을 작게 나타냈으나 검사 횟수가 추가된다는 점을 간과해서는 안된다. 따라서 유방 성형 환자의 경우 관전압 조절을 통한 피폭 선량 감소가 수행되어야 할 것이다.

그러나 피폭선량만을 고려한 낮은 검사 조건은 화질 저하의 우려가 있다. 본 연구에서는 화질에 대한 실험은 수행되지 않았으므로 제한점을 가진다. 본 연구를 기초자료로 화질 평가가 수행된다면 유방 성형 환자에게 보다 적합한 검사 조건의 권고가 가능할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 논문은 일반 여성에 한정되어있던 유방 선량을 유방 성형 환자에게 확대 적용하고 압박된 형태를 묘사하여 보다 실제에 가까운 피폭체를 모의모사 하였다. 그 결과 두께별 선량은 권고 선량 3 mGy를 초과하지 않는 것으로 나타났다. 또한 유방 두께가 두꺼워짐에 따라 유방 선량이 증가하였다. 유방 성형 환자의 경우 보형물이 파열될 수 있어 압박에 다소 소극적이게 된다. 그러나 강도 낮은 압박으로 인한 유방 두께의 증가는 영상의 질을 저하시키고 이를 보상하기 위해 높은 피폭 선량을 유발한다. 이에 본 연구를 토대로 적절한 압박, 타겟-필터 조합과 관전압을 사용하여 유방 성형 환자만을 위한 새로운 검사 조건의 확립과 평균 유방 선량 권고가 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- [1] Hong EA, Lee IJ. Suggestion of the manual exposure condition guideline for reducing patient dose in digital breast tomosynthesis. *Journal of Radiological Science and Technology*. 2015;39(4):483-91.
- [2] Park HS, Kim HJ, Lee CL, Cho HM, Yu AR. Standardization of the method of measuring Average Glandular Dose(AGD) and evaluation of the breast composition and thickness for AGD. *Journal of Korean Society of Medical Physics*. 2009;20(1):21-9.
- [3] Healthcare Bigdata Herb, (<https://opendata.hira.or.kr>)
- [4] Lee SH. A study on absorbed dose in the breast tissue using Geant4 simulation for mammography. *Journal of Radiological Science and Technology*. 2012; 35(4):345-52.
- [5] Go KO. Assessment of subject dose in mammography and its implication in the screening practice. [master's thesis]. Perth: University of HanYang; 2004.
- [6] Jang SY, Oh WG, Park JB, Jin GH. The energy spectrum and phantom image quality according mammography target-filter combinations. *Journal of the Korean Society of Radiology*. 2013;7(1):51-5.
- [7] Kweon DC, Lee EM, Hong SM. Analysis of the compression force and thickness in the screening mammography. *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*. 2002;606-10.
- [8] Hong DH. Evaluation of usefulness of image by using new compression paddle for mammoplasty patient during mammography. *Journal of Radiological Science and Technology*. 2015;38(3):229-35.
- [9] Jung HM, Jung JE, Hyun HJ, Won DY. The evaluation of space dose distribution for digital mammography equipment. *Journal of the Korean Society of Radiology*. 2015;9(1):59-63.
- [10] Lee JS, Ko SJ. Image quality and dose evaluation using monte carlo simulation digital mammography system. *The Korean Contents Association*. 2013;14(6):1-8.
- [11] Ministry of Food and Drug Safety. Guidelines for patient dose recommendation, in mammography. *Radiation Safety Management Series*. 16:1-26.
- [12] Sari F, Mahdavi SR, Anbiaee R, Shirazi A. The effect of breast reconstruction prosthesis on photon

- dose distribution in breast cancer radiotherapy. Iranian Journal of Medical Physics. 2017;14(4): 251-6.
- [13] Salehi Z, Balvasi E, Aziz M. A review of the recent Monte Carlo (MC) simulation for dosimetry in mammographic applications. Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences. 2018;14:76-81.
- [14] Jung HR, Hong DH, Han BH. Testing and analysis of tube voltage current in the radiation generator for mammography. Journal of Radiological Science and Technology. 2014;37(1):1-6.
- [15] ICRP. Recommendation of the international commission on radiological protection. ICRP 103; 2007.
- [16] IAEA Safety Series No.115. International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources; 1996.
- [17] Sin GS. Patient dose in mammography. Journal of Radiological Science and Technology. 2005;28(6): 293-9.
- [18] Kang JA, Kim KN, Jo YK. Average glandular dose according to compression breast thickness. Journal of The Korean Society of Radiological Imaging Technology. 2011:1-10.
- [19] Kim JS, Cho YI, Kim JH. Evaluation of breast dose in mammography for breast implant patient using a monte carlo simulation. Journal of the Korean Society of Radiology. 2020;14(3):253-9.

구분	성명	소속	직위
제1저자	이현용	부산가톨릭대학교 방사선학과	조교수
교신저자	김지수	부산가톨릭대학교 방사선학과	방사선사