

유방촬영장치의 압박대 재질을 고려한 투과선량 평가

Evaluation of Radiolucent Considering the Compression Paddle Materials in Mammography

홍동희

극동대학교 방사선학과

Dong-Hee Hong(hansound2@hanmail.net)

요약

유방촬영은 날로 증가추세에 있으며 압박을 통해 영상을 얻는 것이 화질을 향상시키고 피폭선량을 줄이는데 필수적이다. 그러나 압박대 자체의 두께로 인해 산란선과 피폭선량을 증가시킬 수 있으므로 압박대 재질에 대한 고찰이 필요하다. 현재 임상에서 쓰이고 있는 재질은 폴리카보네이트이며 플라스틱 계열이다. 환자의 피폭선량을 줄이기 위해 노력한다면 이보다 더 좋은 재질에 대해 고려해볼 필요가 있기에 본 연구에서는 플라스틱 계열 물질 중 비결정성 플라스틱에 대한 방사선투과성에 대해 비교해 보았다. 결과 방사선투과성 및 반가층, 투과 선량의 Pixel값이 HIPS, GPPS, ABS, Tritan, PC, PMMA 순으로 높은 결과를 보였다.

■ 중심어 : | 유방촬영장치 | 압박대 | 유방 | 재질 |

Abstract

Mammography improves image quality that is on the increase day by day and get a picture with the pressure it is essential to reduce the dose. However, because due to the thickness of the cuff itself may increase the dose scattering lines is necessary study on the cuff material. Material that is currently being used in clinical Polycarbonate is a plastic and family. If you try to reduce the exposure of patients than itgie need to consider for the better material in this study to compare against a radiolucent line for amorphous plastic material of the plastic. results radiolucent and half layer, transmitting dose Pixel values HIPS, GPPS, ABS, Tritan, PC, PMMA showed high results in the net.

■ keyword : | Mammography | Compression Paddle | Breast | Material |

I. 서론

1. 연구배경

유방암 발생률이 급속히 증가되면서 조기진단을 목적으로 유방영상검사(Mammography)의 검사건수가 증가 되어가고 있다. 유방영상검사란 유방에 발생하는

일반질병을 조기에 감별진단하기 위하여 압박을 통한 종괴의 크기와 모양, 표피의 두께, 유선의 확장, 섬유화, 석회화 등을 정밀하게 진단할 수 있도록 고안된 검사방법이다[1][2].

유방영상검사에서 유방의 압박은 환자에게 고통을 수반하게 하지만 필름과 유방을 밀착시켜 분해능을 향

상시킨다. 또한 유방두께가 줄기 때문에 영상의 흐려짐과 영상의 불명확성을 감소시키고, 유방조직을 균등하게 재분배시킴으로서 해부학적으로 섬세한 구조를 보이게 한다[3][4].

유방영상검사는 투과력이 약한 low energy를 사용하기 때문에 유방을 압박하는 재질은 방사선에 대한 투과력이 우수하여야 한다. 또한, 피폭선량을 최소화하기 위해 압박을 가하는데 이러한 압박대의 두께 때문에 영상을 구현하는데 방사선이 추가로 필요하게 되며, 오히려 환자에게 불필요한 방사선량을 피폭시키게 된다. 그러므로 최소한의 두께와 투과력이 우수한 재질을 선택하여 최소의 방사선 감약으로 유방을 압박시켜 영상을 표현시키게 하는 것이 압박대 재질의 필수요건이 된다. 현재 개발되고 보급되어 있는 유방영상장치에 가장 많이 사용되고 있는 압박대의 재질은 폴리카보네이트(Polycarbonate; PC)이다[5].

폴리카보네이트는 플라스틱의 일종으로 내충격성, 내열성, 내후성, 자기 소화성, 투명성 등의 특징이 있고, 강화 유리의 150배 이상의 충격도를 지니고 있어 유연성 및 가공성이 우수하다. 잘 깨지고 변형되기 쉬운 아크릴의 대용제이자 일반 판유리의 보완재로 많이 쓰인다[6][7].

플라스틱은 열경화성과 열가소성으로 나뉘고 열가소성은 결정성과 비결정성으로 나뉘게 된다. 폴리카보네이트는 비결정성으로 투명성을 갖고, 낮은 변형률과 수축률을 갖으며, 높은 성형성, 짧은 열안정성으로 우리 생활 곳곳에 쓰이고 있다[8].

플라스틱 계열 중에는 폴리카보네이트보다 강도와 빛 투과성이 좋은 물질이 많다. 환자의 피폭선량을 줄이기 위해 노력한다면 압박대 재질 역시 고려해야 한다고 보며 여러 물질을 비교 평가해 새로운 재질을 제안해 보고자 한다.

2. 연구목적

현재 주로 사용되고 있는 폴리카보네이트는 열가소성으로 투명성을 지니고 있어 압박대 재질로 가장 적합하다. 이와 비슷한 성질의 비결정성 플라스틱에는 polycarbonate(PC), acrylonitrile, butadiene and

styrene(ABS), polymethyl methacrylate(PMMA), General Purpose Polystyrene(GPPS), High Impact Polystyrene(HIPS), Tritan 등이 있으며 방사선 투과선량과 선질 및 화질에 대한 평가를 통해 새로운 재질에 대한 제안을 해보고자 한다.

II. 연구 장비 및 방법

1. 연구 장비

새로운 압박대 재질을 제안하기 위한 각 재질별 방사선 투과선량과 화질을 비교하기 위해 디지털 X선 유방촬영장치(Alpha ST, GE, Germany)를 사용하였다. 장치의 Target/Filter 조합은 Mo/Mo 이며, FOV 18×24 cm의 CR(Computed Radiography) type 장비를 사용하였다[Fig. 1].



Fig. 1. CR type mammography

압박대의 재질은 비결정성 플라스틱 계열인 PC, ABS, PMMA, GPPS, HIPS, Tritan을 사용하였으며, 각 재질의 방사선 투과선량 및 선질을 측정하기 위해 2014년 7월 정기교정을 받은 반도체 선량계(Xi prestige, Unfors, Sweden)를 이용하였다[Fig. 2].

획득한 영상에 대한 평가는 미국 국립보건원(National Institutes of Health; NIH)에서 제공하는 디지털 영상 분석 프로그램인 Image J를 사용하였다.



Fig. 2. Unfors Xi Dosimetry

2. 연구 방법

기존에 사용되고 있는 폴리카보네이트와 비결정성 플라스틱 계열인 ABS, PMMA, GPPS, HIPS, Tritan을 비교하였다.

유방영상검사 시 임상조건을 재현하기 위해 영상경도관리에 사용되는 4.5 cm의 ACR Phantom을 수용부 중앙에 위치시키고 압박대를 Phantom 위에 밀착 시킨 후 AEC mode에서 노출하여 최적의 mAs와 kVp값을 얻었다. 그리고 동일한 강도를 재현하기 위해 각 재질의 두께를 임상에서 사용되고 있는 압박대 두께와 비슷한 2 cm으로 하였으며, 모든 재질에서 동일한 위치와 동일한 선량으로 3번씩 측정하여 평균값을 도출해냈다. 또한 방사선 노출 시 각 재질의 위치는 ACR phantom 중앙에 놓았고 반도체 선량계는 수용부 위 중앙에 위치한 후 측정하였다[Fig. 3].

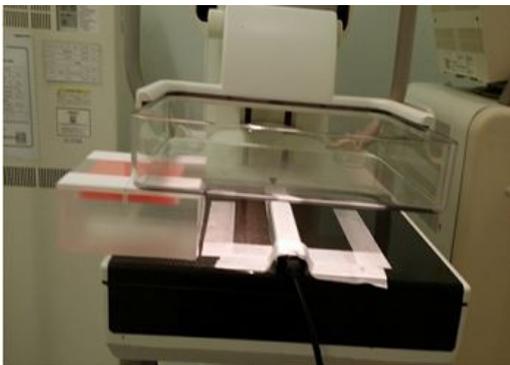


Fig. 3. Radiolucency measurement

각 재질에 따른 방사선 투과선량과 반가층 측정 시 얻은 영상을 Image J 프로그램에서 분석하기 위하여 DICOM 파일과 JPEG 파일 영상으로 획득하였다.

획득한 영상은 각 재질에 따라 3번씩 노출한 영상이며 각 영상마다 Image J에서 평균 Pixel값을 얻어 비교 평가 하였다.

III. 연구 결과

1. 선량 및 선질 평가

유방영상검사 시 사용되는 압박대 재질에 따라 방사선 투과성과 반가층을 비교하기 위해 동일한 조건인 28 kVp, 80 mAs에서 실험을 진행하였다. 이는 AEC 조건에서 ACR Phantom을 놓고 노출 한 결과 값이며 동일 조건의 실험을 위해 Manual 에서 시행하였다.

압박대에 의한 감약 없이 측정된 선량값을 알기위해 압박대를 제거 후 선량계를 위치시켜 측정한 결과 8.552 mGy가 나왔으며, 각 재질에 따라 투과된 선량은 PC 6.308 mGy, ABS 6.902 mGy, PMMA 6.223 mGy, GPPS 6.946 mGy, HIPS 6.951 mGy, Tritan 6.360 mGy 가 측정되었다.

방사선 투과율을 비교해보면 기존의 재질인 PC는 약 73%를 보인 반면 ABS 80%, PMMA 72%, GPPS 81%, HIPS 81%, Tritan 74%를 보여 HIPS와 GPPS 가 가장 높게 측정되었고 그 다음으로 ABS, Tritan, PC, PMMA 순으로 보였다.

Table 1. Comparison of radiolucency dose value in 6 materials

Materials	Radiolucency(mGy)	HVL(mmAl)
NO-PADDLE	8.552	0.344
PC	6.308	0.375
ABS	6.902	0.364
PMMA	6.223	0.370
GPPS	6.946	0.363
HIPS	6.951	0.363
Tritan	6.360	0.373

반가층은 PC 0.375 mmAl, ABS 0.364 mmAl, PMMA 0.370 mmAl, GPPS 0.363 mmAl, HIPS 0.363 mmAl, Tritan

0.373 mmAl으로 HIPS가 가장 선질이 좋으며 높은 투과도를 보였고, 그 다음으로 GPPS, ABS, Tritan, PC, PMMA 순으로 높은 선질과 투과도를 보였다[Table 1].

2. Image J로 화질 평가

각 재질에 따라 획득한 영상을 JPEG파일에서 ACR phantom의 보조병소가 없는 영역을 확인한 후 DICOM 파일의 같은 영역을 Image J에서 각 물질 방사선 투과선량의 Pixel 평균값을 비교 분석하였다.

압박대를 제거하여 방사선 감약 없이 측정된 영상은 976.655이며, 각 재질에 따른 Pixel값은 PC 831.032, ABS 871.153, PMMA 819.069, GPPS 873.387, HIPS 874.015, Tritan 834.894로 HIPS, GPPS, ABS, Tritan, PC, PMMA순으로 높게 측정되었다[Table 2].

Table 2. Comparison of pixel mean value in 6 materials

Materials	Min	Max	Mean±SD
NO-PADDLE	939	1022	976.655 ± 11.497
PC	793	864	831.032 ± 10.864
ABS	838	905	871.153 ± 10.663
PMMA	777	855	819.069 ± 10.615
GPPS	838	907	873.387 ± 10.491
HIPS	839	906	874.015 ± 10.916
Tritan	798	874	834.894 ± 10.387

IV. 고찰

유방암은 점차 증가추세에 있으며 국가에서 시행하는 조기 암 검진의 시행으로 발견율도 높아지고 있다. 그러나, 암 검진 등의 잦은 검사는 환자가 방사선에 노출될 확률을 높이며 평생 받는 노출량을 생각한다면 최소의 방사선량으로 검사가 진행되어야한다[9].

유방압박대의 Plate 물질은 보통 폴리카보네이트(Polycarbonate; PC)를 사용한다. 이는 최근 들어 잘 변형이 이루어지지 않고 강도가 높아 아크릴 대용 물질로 쓰인다. 또한 광 투과율이 90%에 가까워 최소한의 감

약으로 유방영상을 얻는 물질로써 각광받고 있다. 그러나 최근 기술이 발전하여 플라스틱의 종류는 20여 가지 이상 되며 제조 형태나 제재의 성분비율에 따라 조금씩 달라지게 되고 PC보다도 광 투과율이나 강도 면에서 우수한 물질들이 많이 개발되고 있다[10][11].

Bengt Hemdal(2011)은 압박대에 의한 전후방 산란선 때문에 유방의 평균유선선량이 증가할 것이라 여겨 각기 다른 압박대 두께로 실험을 하였으며, 가장 두꺼운 2.72mm 두께의 압박대가 전후방 산란선이 많이 발생한다고 보고하였다[12][13]. 이는 압박대가 유방을 압박시켜 두께를 감소시킴으로써 피폭선량을 줄이는데 기여를 하지만 그 자체의 두께 때문에 산란선이 발생하고 방사선의 투과선량이 줄어 유방의 피폭선량을 증가시킬 수 있다는 것을 의미한다. 뿐만 아니라 압박대 물질의 원자번호에 따른 광전효과와 콤프턴 효과에 의해 압박대가 갖는 흡수선량이 달라질 것이며 압박대의 흡수선량이 적을수록 유방 영상형성에 더욱 기여를 하게 될 것이다[14][15].

선행연구에서 2.4mm 두께 폴리카보네이트 압박대의 방사선 투과율을 연구한 결과 본 연구에서 사용된 폴리카보네이트의 두께와 0.4mm의 차이는 있지만, 약 73%로 비슷한 결과 값을 얻었다[16][17]. 이에 비해 비슷한 강도를 갖는 플라스틱 계열의 HIPS, GPPS, ABS는 약 82%의 방사선 투과율을 보였다. 결과적으로 임상에서 쓰이고 있는 폴리카보네이트보다 피폭선량을 줄이면서 동일한 영상을 재현해 낼 수 있는 재질이 많음을 확인할 수 있었고, 앞으로 지속적인 연구를 통해 새로운 압박대 재질 개발에 힘써야한다고 본다.

V. 결론

본 연구는 유방영상검사 시 정확한 진단을 위해 사용하는 압박대의 재질에 관한 연구로써 기존 압박대 재질인 폴리카보네이트와 비슷한 성질을 갖고 있는 플라스틱 계열의 비결정성 재질에 대한 방사선 투과도를 평가하였다.

재질평가를 위해 압박대를 사용하지 않을 경우를 기준으로 6가지 재질의 투과선량 및 Image J를 통한 각

Pixel값을 비교 평가한 결과는 다음과 같이 나타났다.

첫째, 압박대 재질의 투과 선량값은 압박대가 없을 경우 8.552 mGy가 나왔으며, 각 재질에 따라 투과된 선량은 PC 6.308 mGy, ABS 6.902 mGy, PMMA 6.223 mGy, GPPS 6.946 mGy, HIPS 6.951 mGy, Tritan 6.360 mGy가 측정되었다.

둘째, 반가층은 PC 0.375 mmAl, ABS 0.364 mmAl, PMMA 0.370 mmAl, GPPS 0.363 mmAl, HIPS 0.363 mmAl, Tritan 0.373 mmAl로 나타났다.

셋째, 압박대 재질에 투과한 선량의 Pixel 값을 Image J로 비교한 값은 압박대가 없을 경우 영상은 976.655이며, 각 재질에 따른 Pixel값은 PC 831.032, ABS 871.153, PMMA 819.069, GPPS 873.387, HIPS 874.015, Tritan 834.894로 측정되었다.

이와 같이 본 연구의 결과 현재 사용하고 있는 유방 압박대의 재질인 폴리카보네이트보다 방사선투과성과 반가층 그리고, 투과 선량의 Pixel값이 더 좋은 HIPS, GPPS, ABS 등이 폴리카보네이트를 대체할 수 있는 재질로 평가 되었으며, 앞으로 압박대 재질에 대한 지속적인 연구가 필요하다고 여겨진다.

참 고 문 헌

- [1] 김찬욱, 유방촬영 검사 시 주요장기 피폭선량 평가를 위한 공간선량에 관한 연구, 한국국제대학교 대학원, 석사학위논문, 2013
- [2] B. Hemdal, "Forward-scattered radiation from the compression paddle should be considered in glandular dose estimations," Radiation Protection Dosimetry, Vol.147, No.1, pp.196-201, 2011
- [3] N. J. Pelc, R. M. Nishikawa, and B. R. Whiting, "The effect of breast positioning on breast compression in mammography : a pressure distribution perspective," Physics of Medical Imaging, 83134M, 2012
- [4] B. Jaeger, P. Waller, and T. Coryell, "Use of a mammography breast cushion and technologist training increases tissue acquisition, enables greaster compression, and reduces discomfort for patient," NCBC 17th Annual Interdisciplinary Breast Conference, 2007
- [5] 방사선기기학연구회, 최신 방사선 기기학, 청구문화사, 2011.
- [6] 김근형, 김영환, 박원우, 박춘건, 장진규, 플라스틱 이론과 응용, 문운당, 2010.
- [7] 현춘수, 과학용어사전, 뉴턴코리아, 2010.
- [8] <http://starletzzang.blog.me/120165887326>
- [9] M. G. Jakubietz, J. E. Janis, and R. G. Jakubietz, and R. J. Rohrich, "Breast Augmentation: Cancer Concerns and Mammography—A Literature Review," Plastic & Reconstructive Surgery, Vol.113, No.7, pp.117e-122e, 2004
- [10] 김재원, 플라스틱 재료(사출금형설계자를 위한), 구민사, 2000
- [11] <http://www.lottechem.com/>
- [12] <http://www.mammopad.com>
- [13] C. J. Hourdakias, A. Boziari, and E. Koumbouli, "The effect of a compression paddle on energy response, calibration and measurement with mammographic dosimeters using ionization chambers and solid-state detectors," Physics in Medicine and Biology, Vol.54, pp.1047-1059, 2009.
- [14] S. Malkov, J. Wang, K. Kerlikowske, S. R. Cummings, and J. A. Shepherd, "Single x-ray absorptiometry method for the quantitative mammographic measure of fibroglandular tissue volume," Med. Phys, Vol.36, pp.5525-5536, 2009.
- [15] C. M. Vachon, C. H. Van Gils, T. A. Sellers, K. Ghosh, S. Pruthi, K. R. Brandt, and V. S. Pankratz, "Mammographic density, breast cancer risk and risk prediction," Breast Cancer Res., Vol.9, p.217, 2007.
- [16] D. R. Dance, K. C. Young, and R. E. Engen, "Futher factors for the estimation of mean glandular

dose using the United Kingdom, European and IAEA breast dosimetry protocols,” Physics in Medicine and Biology, Vol.54, pp.4361-4372, 2009.

- [17] J. J. Heine and K. Cao, and J. A. Thomas, “Effective radiation attenuation calibration for breast density : compression thickness influences and correction,” Biomed. Eng., Vol.9, p.73, 2010.

저 자 소 개

홍 동 희(Dong-Hee Hong)

정회원



- 2003년 2월 : 한서대학교 방사선학과(보건학사)
- 2005년 8월 : 한서대학교 건강증진대학원(보건학석사)
- 2014년 2월 : 한서대학교 일반대학원(보건학박사)
- 2011년 9월 ~ 2014년 2월 : 서남대학교 방사선학과 교수
- 2014년 2월 ~ 현재 : 극동대학교 방사선학과 교수
<관심분야> : 보건학, 유방영상학