

Analysis of the cause by Pre Exposure Tube Voltage and Actual Exposure Tube Voltage deviation in Mammography Examination

Ji-Hwan Cho,¹ Hyo-Yeong Lee,² In-Chul Im^{2*}

¹Department of Health Care Clinic, Inje University, Busan Paik Hospital,

²Department of Radiological Science, Dongeui University

Received: February 14, 2017. Revised: April 15, 2017. Accepted: April 30, 2017

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the cause analysis according to the difference between the pre exposure tube voltage and actual exposure tube voltage in mammography in connection with breast pressure thickness, breast size and body mass index and to find the improvement. The study tracked 377 women age 40 and older among the mammography examiners conducted by the National Health Insurance Corporation. It was analyzed that breast pressure thickness, breast size and body mass index according to the difference between the pre exposure tube voltage and actual exposure tube voltage among the parameters of dose report been sent to the picture archiving communication system with reference to the image with cranio-caudal projection in mammography. As are result, it shows that the thicker the breast thickness, smaller the breast size and lower body mass index, the higher the difference of tube voltage. In conclusion, the minimum tube voltage of mammography machine should be reset in order to set the tube voltage according to breast pressure thickness and breast size that are suitable for our country in mammography, in addition, it was considered that radiologist should make an effort to reduce radiation exposure and make a good quality image with reducing the difference of mammography condition by making a correct exposure condition in case of examining the patients with thin breast pressure and small breast size.

Keywords: Mammography, Pre exposure tube voltage, Actual exposure tube voltage, Breast pressure thickness, Breast size, Body mass index

I. INTRODUCTION

유방은 방사선 감수성이 다른 부위보다 예민한 조직으로 방사선피폭에 많은 관심을 가지게 되었다. 따라서 방사선발생장치 중 특수의료장비로 취급되어 방사선발생장치 정도관리를 철저히 하고 있는 실정이다. 의료기관에서 방사선을 이용한 영상의학검사는 방사선에 의한 위해보다는 환자가 받는 진단 정보에 의한 이득이 많도록 정당성을 확보하여 의료분야에 사용하고 있다. [1] 유방촬영술은 비 촉진으로 작은 크기의 암을 발견하는 것에 가장 우수하고, 유방암의 조기진단에 매우 중요한

진단방법이며, [2] 유방 병변의 미세석회화 진단에 있어서 선별검사로 임상적 유용성이 확인된 상태이다. [3] 우리나라 국민건강보험공단에서는 만 40세 이상 여성에 대해 2년에 1회 유방촬영검사를 시행하고 있어 그 빈도가 점차 증가하는 추세이다. 그에 따라 유방 엑스선 검사에 사용되는 유방촬영용 장치는 2003년 1,359대에서 2008년에는 2,176대로 60%정도가 증가하고 있다. [4] 하지만 유방의 유선조직은 방사선 감수성이 높은 조직이므로 유방 엑스선검사에서 환자가 받는 방사선량이 조기 유방암 발견의 이익보다 방사선 피폭으로 인해 발암 위험성을 더 유발 시킬 수 있다고 끊임없이 제기

되고 있다.^[5-8] 그러므로 환자가 유방 엑스선검사서 안심하고 검사를 받을 수 있도록 환자에 대한 방사선 방어 및 안전관리에 대책이 필요하게 되었다. 이에 우리나라에서는 “유방촬영장치의 검사기준 및 시험방법”이 진단용 방사선 발생장치의 안전관리 규칙으로 제정되어 실시하게 되었다.^[9] 세계보건기구(World Health Organization, WHO) 등 6개 국제기구에서는 1996년에 공동으로 유방 엑스선검사서 환자가 받을 수 있는 권고 방사선량(guidance level)을 마련하여 각국에 권고한 바 있다. 또한 2003년에 국제방사선방어위원회(International Commission on Radiological Protection, ICRP)는 미국, 영국 등 각 국가에서 유방 엑스선검사 등에서 환자선량을 측정하여 평가한 유선 선량에 대하여 진단에 참고할 수 있는 환자선량 권고량(Diagnostic Reference Level, DRL)을 마련하여 발표하였고 각 국가가 적용할 수 있도록 권고한 바 있다.^[10] 이러한 권고선량에 따른 유방영상시스템의 특수성을 이해하고 다양한 신체조건에 의한 유방의 형태 및 두께에 따라 정확한 검사가 시행되어야 할 것이다.^[11] 유방촬영은 유방촬영기기의 디텍터 판넬 위에 압박 장치를 이용해 유방을 압박하여 상하방향 촬영법(Cranio-caudal, CC)과 내외 사방향 촬영법(Medio-lateral oblique, MLO)을 기본으로 촬영한다. 이때 디텍터 판넬 안에는 유방크기와 두께를 감지하는 매개변수 자동최적화를 위한 검출기 센스(Automatic optimization of parameters sense area, AOP)가 부착되어 있다. 이것으로 촬영하기 전 환자에 따라 정확한 조사조건을 설정하기 위해 사전조사(pre-exposure)를 통한 예측 조사조건이 설정되어진 다음 실제 엑스선조사가 일어난다. 이때 사전조사 매개변수로는 관전압(kVp), 유방압박두께(mm), 조직선량(mGy)이 미리 예측되어 나타난다. 그 중에서 사전조사 관전압과 실제조사 관전압의 차이가 많은 것으로 나타났다. 이러한 관전압 조건의 편차는 환자의 피폭과 직접적으로 연관되어 정확한 조사조건 설정이 이루어져야 할 것으로 생각된다. 이에 본 연구에서는 유방촬영검사서 사전조사 관전압과 실제조사 관전압 편차에 따른 원인분석을 유방압박두께, 유방크기, 체질량지수(Body Mass Index, BMI)와의 관계로 알아보고 그에 따른 개선책을 찾고자 한다.

II. MATERIAL AND METHODS

1. 연구 대상

부산 P대학교병원 건강검진센터에 설치된 유방촬영기(GE Medical System, Senographe DS, MR-100-49, France)로 2016년 3월부터 5월까지 국민건강보험공단에서 실시하는 건강검진자 중 40세 이상 여자 377명을 대상으로 하였다. 유방촬영기기의 영상 수용부 시스템(image receptor system)으로는 자동 노출 조절장치(Automatic Exposure Control, AEC), 산란선 제거용 격자(antiscatter grid), 압박장치(compression device)로 구성되어 있으며, 영상획득방법으로는 디지털화 촬영술(Digital Radiography, DR)을 사용하는 장비로 하였다.

2. 연구 방법

유방촬영검사를 시행한 후 의료영상저장정보시스템(Picture Archiving Communication System, PACS)으로 전송되어진 선량 보고서 그림 1과 의료전자차트(Electronic Medical Record, EMR)를 참고하였으며, 유방크기 측정방법으로는 그림 2와 같이 젖꼭지에서 반대편 영상이 끝나는 지점(세로)과 좌우의 길이를 측정(가로)하였다. 본 연구 데이터에서 유방의 세로 크기는 그림 3에서 자동최적화를 위한 검출기 센스를 벗어나는 크기가 없는 관계로 가로길이로만 분석하였다. 또한 조사결과 사전조사 관전압은 22~34 kVp, 실제조사 관전압은 26~31 kVp로 나타나 그에 따른 관전압 편차에 따른 그룹을 0~1 kVp 차이는 1그룹, 2~3 kVp 차이는 2그룹, 4 kVp 이상 차이는 3그룹으로 분류하여 유방촬영검사법 중 상하방향촬영에서 조사된 사전조사 관전압과 실제조사 관전압의 편차에 따른 유방압박두께, 유방크기, 체질량지수를 분석하였다.

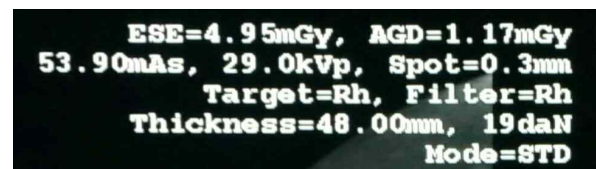


Fig. 1. Dose report been sent to the picture archiving communication system.

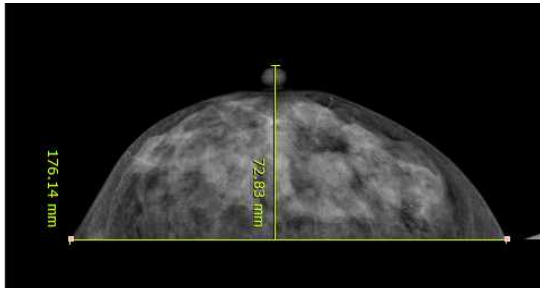


Fig. 2. The image of breast size measurement.

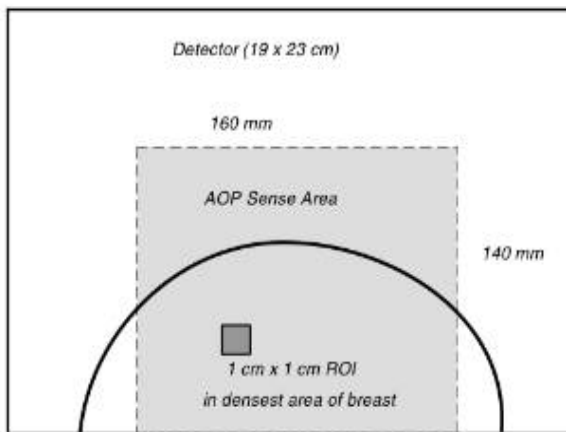


Fig. 3. The image of automatic optimization of parameters sense area.

3. 통계 분석

조사대상자의 관전압, 유방압박두께, 유방크기, 체질량지수 분석은 평균의 차이분석(t-test, ANOVA)을 시행하여 P-value 0.05 이하로 유의성 검증하였으며 통계 처리 프로그램은 Medcalc(Ver 16.4.3) 프로그램을 사용하였다.

III. RESULT

1. 조사대상자의 특성

Table 1. Characteristics of survey subjects

Age	n	Thickness(mm)	Horizontal size(mm)	BMI
39~49	41	43.48±12.87	182.02±19.79	23.28±3.26
50~59	131	46.01±10.67	188.73±18.61	23.50±2.97
60~69	140	44.26± 9.13	192.61±16.17	23.68±2.96
70이상	65	43.10±11.84	194.66±18.65	24.72±3.77
Total	377	43.51±10.63	188.62±18.19	23.43±3.17

조사대상자 377명의 특성을 연령별로 분류하여 표 1에 나타내었다. 유방압박두께의 평균두께는 43.51±10.63 mm로 나타났으며 50~59세에서 46.01±10.67 mm로 가장 두껍게 나타났다. 유방의 가로크기 평균은 188.62±18.19 mm로 나타났으며 연령이 증가할수록 크게 나타났다. 또한 체질량지수의 평균은 23.43±3.17로 나타났으며 연령이 높을수록 증가하는 것으로 나타났고, 70세 이상에서 24.72±3.77로 가장 높게 나타났다.

2. 관전압 편차에 따른 유방압박두께 분석결과

Table 2. Analysis of breast pressure thickness according to tube voltage deviation

kVp deviation group	n	Thickness(mm)
		Mean±SD
1 Group	105	50.38±4.99 [†]
2 Group	228	44.65±9.06 [†]
3 Group	44	30.43±14.38 [†]

[†] significant (p <0.05) (ANOVA)

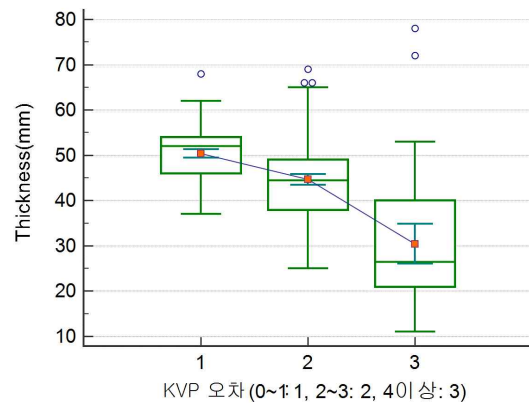


표 2에서 관전압 편차에 따른 유방압박두께의 결과로 관전압 1그룹 평균은 50.38±4.99 mm, 2그룹 44.65±9.06 mm, 3그룹 30.43±14.38 mm로써 관전압의 편차가 적은 1그룹에서 유방압박두께가 두껍게 나타났으며 관전압 편차가 큰 3그룹에서 유방압박두께가 작게 나타났다. 결과적으로 유방압박두께가 얇을수록 사전조사와 실제조사 관전압 편차가 크게 나타났다. 유의성 검사에서는 P-value 0.05이하에서 관전압 편차 1, 2, 3 그룹별에서 각각 유의성이 있는 것으로 나타났다.

3. 관전압 편차에 따른 유방크기 분석결과

Table 3. Analysis of breast size according to tube voltage deviation

kVp deviation group	Horizontal size(mm)	
	n	Mean±SD
1 Group	105	199.19±13.22 [†]
2 Group	228	191.25±15.35 [†]
3 Group	44	165.58±20.13 [†]

[†] significant (p <0.05) (ANOVA)

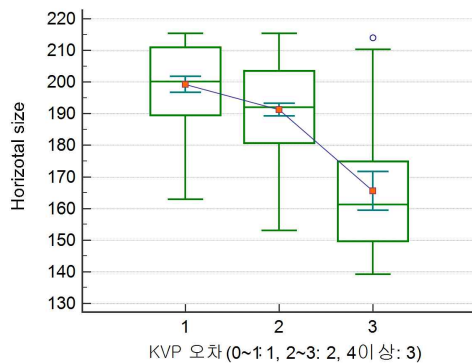


표 3에서 관전압 편차에 따른 유방가로크기의 결과로 관전압 1그룹 평균은 199.19±13.22 mm, 2그룹 191.25±15.35 mm, 3그룹 165.58±20.13 mm로써 관전압의 편차가 적은 1그룹에서 유방가로크기가 크게 나타났으며 관전압 편차가 큰 3그룹에서 유방가로크기가 작게 나타났다. 결과적으로 유방가로크기가 작을수록 사전조사와 실제조사 관전압 편차가 크게 나타났다. 유의성 검사에서는 P-value 0.05이하에서 관전압 편차 1, 2, 3그룹별에서 각각 유의성이 있는 것으로 나타났다.

4. 관전압 편차에 따른 체질량지수 분석결과

Table 4. Analysis of body mass index according to tube voltage deviation

kVp deviation group	BMI	
	n	Mean±SD
1 Group	105	25.39±2.96 [†]
2 Group	228	23.65±2.79 [†]
3 Group	44	20.37±2.71 [†]

[†] significant (p <0.05) (ANOVA)

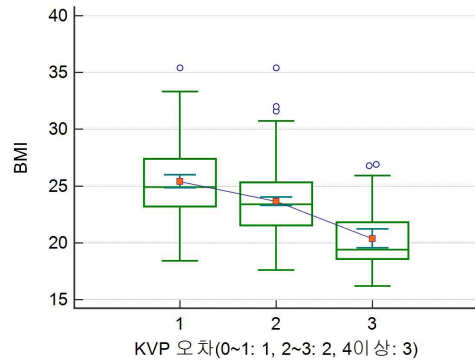


표 4에서 관전압 편차에 따른 체질량지수의 결과로 관전압 1그룹 평균은 25.39±2.96, 2그룹 23.65±2.79, 3그룹 20.37±2.71로써 관전압 편차가 적은 1그룹에서 체질량 지수가 높게 나타났으며 관전압 편차가 큰 3그룹에서 체질량지수가 작게 나타났다. 결과적으로 체질량지수가 작을수록 사전조사와 실제조사 관전압 편차가 크게 나타났다. 유의성 검사에서는 P-value 0.05이하에서 관전압 편차 1, 2, 3그룹별에서 각각 유의성이 있는 것으로 나타났다.

IV. DISCUSSION

유방촬영검사에서 사전조사 관전압과 실제조사 관전압에는 서로 차이가 나고 있다. 이는 유방의 단순 압박 두께만으로 조사조건을 설정할 수 없고 유방 내 밀도 등을 고려하여야 한다. 또한 유방촬영기에서 발생하는 실제조사 관전압은 AOP 모드에서 24~35 kVp 범위로 설정되어 있었다.^[12] 그러나 실제 본 연구에서는 실제조사 최소 관전압이 26 kVp로 나타나 조사결과 장비의 최소 관전압값을 26 kVp로 셋팅이 되어 있는 것으로 확인되어 실제로 유방압박두께가 얇은 환자인데도 불구하고 26 kVp로 조사될 수밖에 없는 실정이었다. 그리고 사전조사 관전압 조건은 유방의 단순 압박 두께에 따른 유방팬텀의 설정된 값으로 정해지지만, 실제조사 관전압은 유방압박 시 디텍터 판넬 감지구역(sensing area)내 유방의 가장 밀집한 부분의 값(1×1 cm)을 가지고 관전압을 결정한다. 이러한 이유 등으로 첫째, 유방압박두께가 얇을수록 사전조사 관전압은 낮은 관전압(22 kVp이상)으로 값을 설정하지만 실제조사 관전압은 높은 관전압(26 kVp이상)으로 설정되어 사용하고 있어 차이가 많이 나게 된다. 이는 본 연구 결과 2에서

나타나듯이 관전압 편차에 따른 유방압박두께 분석결과 유방압박두께가 얇을수록 사전조사와 실제조사 관전압 편차가 크게 나타남을 확인할 수 있었다. 둘째, 유방크기가 작을수록 관전압 편차가 크게 나타났다. 그 원인으로서는 디텍터 판넬 감지구역에서 유방의 전체 크기 중 어느 한곳의 밀도가 가장 높은 곳을 찾을 확률이 유방크기가 클 경우보다 낮을 것으로 생각된다. 이 또한 본 연구 결과 3에서 관전압 편차에 따른 유방크기 분석결과 유방의 가로크기가 작을수록 사전조사와 실제조사 관전압 편차가 크게 나타남을 알 수 있었다. 셋째, 유방크기와 연관된 체질량지수 분석에 따른 사전조사 관전압과 실제조사 관전압의 차이도 체질량지수가 낮은 그룹에서 관전압 편차가 커짐을 확인할 수 있었다. 그러므로 유방압박두께 얇고, 유방크기가 작고, 체질량지수가 낮은 환자에서는 정확한 관전압 조사조건을 설정하지 못하는 것으로 나타났다. 이러한 관전압의 조사조건 차이는 대부분의 유방촬영기기가 외국 여성의 유방 신체조건에 맞춰져 있기 때문으로 보인다. 그러므로 관전압 편차를 줄이기 위해서는 유방촬영기기의 국산화와 우리나라 여성의 유방 신체조건을 잘 분석하여 그에 맞는 조사조건 설정이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

V. CONCLUSION

유방촬영검사를 시행한 377명을 대상으로 사전조사 관전압과 실제조사 관전압 편차에 따른 유방압박두께, 유방크기, 체질량지수를 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

사전조사 관전압과 실제조사 관전압 편차가 크게 나타난 원인으로서는 유방압박두께가 얇을수록, 유방크기가 작을수록, 체질량지수가 작을수록 관전압 편차가 크게 나타났다. 결론적으로 유방촬영검사에서 유방압박두께와 유방크기에 따른 관전압 설정을 하기 위해 우리나라 실정에 맞는 유방촬영기기의 최소 관전압이 재설정 되어야 할 것이며, 또한 유방압박두께가 얇은 환자나 유방크기가 작은 환자를 검사할 경우 정확한 조사조건 매뉴얼을 만들어 검사함으로써 촬영조건 편차를 줄여 방사선피폭 경감과 좋은 영상의 화질을 만드는데 노력해야 할 것으로 사료된다.

Reference

- [1] "Patient dose recommendations guidelines in general radiology" Korea Food & Drug Administration, 2012.
- [2] J. G. Elmore, K. Armstrong, C. D. Lhman, "Screening forbreastcancer," The Journal of the American Medical Association, Vol. 293, No. 10, pp. 1245-1256, 2005.
- [3] S. Y. Choi, C. S. Kim, "Development of Automatic Cluster Algorithm for Microcalcification in Digital Mammography" The Journal of Radiological Science and Technology, Vol. 32, No. 1, pp. 45-52, 2009.
- [4] Ministry of Health and Welfare, Korea Food & Drug Administration, The Korean Society of Radiology, The Korean Radiological Technologists Association, "Patient dose recommendations guidelines in mammo graphy" Radiation safety management Series No. 16, pp. 1, 2008.
- [5] D. R. Dance, C. L. Skinner, K. C. Young, J. R. Beckett, C. J. Kotre, "Additional factors for the estimation of mean glandular breast dose using the UK mammography dosimetry protocol" The Journal of Physics Medicine Biology, Vol. 45, No. 11, pp. 3225-40, 2000.
- [6] F. Bouzarjomehri, A. Mostaar, A. Ghasemi, M. H. E hramposh, H. Khosravi, "The study of mean glandular dose in mammography in yazd and the factors affecting it" The Journal of Iran Radiology, Vol. 4 pp. 29-35, 2006.
- [7] R. Klein, H. Aichinger, J. Dierker, J. T. Jansen, S. J oite-Barfuss, M. Säbel, R. Schulz-Wendtland, J. Zoet elief "Determination of average glandular dose with modern mammography units for two large groups of patients" The Journal of Physics Medicine Biology, Vol. 42, No. 4, pp. 651-71, 1997.
- [8] Supawitoo Sookpeng, Potjana Katted, "Mean glandular dose from routine mammography" The Journal of Naresuan University, Vol. 14, pp. 19-26, 2006.
- [9] Inspection criteria for mammography devices and test method explanation: Korea Food & Drug Administration, 2001.
- [10] G. S. Sin, J. H. Choi, Y. H. Kim, J. M. Kim, C. K. Kim, J. H. Yang, "Patient Dose in Mammography" The Journal of Radiological Science and Technology, Vol. 28, No. 4, pp. 293, 2005.

- [11] H. J. Yang, S. K. Ko, M. H. Joo, "Evaluation of M TF Image by Target/Filter Combined of X-ray Tube Using Mammography", The Journal of Radiological Science and Technology, Vol. 30, No. 2, pp. 113-119, 2007.
- [12] GE Healthcare Senographe DS User Manual 5307907 -6-S-1KO, pp. 247, 2001.

유방 촬영검사에서 사전조사 관전압과 실제조사 관전압 편차에 따른 원인 분석

조지환,¹ 이효영,² 임인철^{2,*}

¹인제대학교부산백병원 건강관리과

²동의대학교 방사선학과

요 약

본 연구에서는 유방촬영검사에서 사전조사 관전압과 실제조사 관전압 편차에 따른 원인분석을 유방압박두께, 유방크기, 체질량지수와 연관하여 규명하고 개선책을 찾고자 하였다. 국민건강보험공단에서 실시하는 유방촬영 검진자 중 40세 이상 여자 377명을 대상으로 조사하였다. 유방촬영검사에서 상하방향촬영에 의한 영상을 참고하여 의료영상저장정보시스템으로 전송되어진 선량 보고서(dose report)의 파라메타 중 사전조사 관전압과 실제조사 관전압의 편차에 따른 유방압박두께, 유방크기, 체질량지수를 분석하였다. 결과로는 유방압박두께가 얇을수록, 유방크기가 작을수록, 체질량지수가 작을수록 관전압 편차가 크게 나타났다. 결론적으로 유방촬영검사에서 유방압박두께와 유방크기에 따른 관전압 설정을 하기 위해 우리나라 실정에 맞는 유방촬영기기의 최소 관전압이 재설정 되어야 할 것이며, 또한 유방압박두께가 얇은 환자나 유방크기가 작은 환자를 검사할 경우 정확한 조사조건 매뉴얼을 만들어 검사함으로써 촬영조건의 편차를 줄여 방사선피폭 경감과 좋은 영상의 화질을 만드는데 노력해야 할 것으로 사료된다.

중심단어: 유방촬영검사, 사전조사 관전압, 실제조사 관전압, 유방압박두께, 유방크기, 체질량지수