

유방촬영술시 선량측정기를 이용한 한국 여성의 유선조직의 평균 방사선흡수선량에 대한 연구

오기근¹ · 허 진¹ · 김은경¹ · 추성실²

¹연세대학교 의과대학 진단방사선과학교실

²연세대학교 의과대학 방사선종양학과학교실

목적: 본 연구의 목적은 유방촬영술을 시행함에 있어서 한국 여성의 유방의 피부표면노출선량 및 유방의 두께와 유형을 알아보고 이를 이용하여 유선조직의 평균방사선흡수선량을 평가하여 미국 ACR(American Collage of Radiology)의 방사선 조사 권장치와 부합하는 지를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 본원 건강검진센터에서 내원한 56명을 대상으로 112쌍의 내사위촬영과 상하촬영 후 선량측정기를 이용하여 표면노출선량을 측정하였다. 같은 조건의 관전압과 X-선관의 표적기/여과기 재료에 대한 반가층(HVL)을 얻었고 방사선흡수선량변환인자를 Wu 등의 방법에 따라 계산하였다. 유방의 피부표면노출선량과 변환인자를 곱하여 유선조직의 평균 방사선흡수선량을 구하였고 이 계산된 값들을 유방의 두께 및 유방의 유형 별로 비교하였다.

결과: 유방의 두께는 상하촬영에서는 1.3 - 6.3 cm(평균 3.5 cm)이었으며 내사위촬영에서는 1.6 - 6.5 cm(평균 3.9 cm)이었다. 유선조직의 평균 방사선흡수선량은 상하촬영과 내사위촬영에서 각각 1.75 mSv와 1.88mSv이었다. 유방의 유형을 P1 (n=22), P2 (n=20), P3 (n=60), P4(n=10)로 ACR BI - RADS 분류법에 따라 4군으로 분류하였고 각 군의 평균 방사선흡수선량은 1.76, 1.83, 1.85, 1.93 mSv였다. 유방 두께별로 3 cm 이하, 3 - 4.2 cm, 4.2 cm이상 3개의 군으로 분류하였고 각군의 평균 방사선흡수선량은 1.82, 1.85, 1.91 mSv였다.

결론: 한국 여성의 유선조직의 평균방사선흡수선량을 측정해 보았을 때 정도 관리의 기준이 되는 미국 ACR(American Collage of Radiology)의 방사선 조사 권장치에 부합하였다.

Index words: Mammography
Mean glandular dose

서 론

유방촬영술은 유방암을 조기에 발견할 수 있는 효과적인 방법으로서 알려져 있다 (1). 그러나, 유방촬영 시에 노출되는 선량의 위해에 대해서는 논란의 여지가 있다. 현재까지 유방 촬영술에 의한 방사선 위해는 거의 무시할만한 것으로 알려져 있다. 실제로 유방촬영술을 시행함

에 있어서 유방암 유발위험요소와 직접 관련이 있는 것은 유선조직에 대한 평균 방사선흡수선량(Dg)으로 다음과 같은 공식에 의해서 계산할 수가 있다. 즉 $Dg = DgN \times XESE$ 이며 여기서 DgN 은 평균 유선조직의 방사선 흡수선량 변환인자로서 단위 피부표면노출선량에 대한 평균유선조직의 방사선흡수선량이고, XESE 는 피부표면 노출선량이다. DgN 은 유방촬영기의 관전압, X-선관의 표적기/여과기의 재료, 반가층(HVL) 및 유방조직의 유형과 두께에 의해서 결정된다.

미국에서는 여러 기관에서 방사선량의 상한선을 정해 놓고 있지만 (Table 1) 아직 우리나라에서는 그러한 기

통신저자 : 오 기 근

E-mail: kbrrdoh@yumc.yonsei.ac.kr

접수일: 2004년 9월 4일, 게재승인일: 2004년 10월 12일

준이나 제도가 마련되어 있지 않다. 현재 우리나라에서는 한국 여성의 유방의 유형과 두께가 서양 여성의 유방의 유형과 두께와 다름에도 불구하고 정도 관리와 규제를 위해서 미국 ACR(American Collage of Radiology)2의 기준치를 적용하고 있는 실정이다.

본 연구의 목적은 유방촬영술을 시행함에 있어서 한국 여성의 유방의 표면노출선량 및 유방의 두께와 유형을 알아보고 이를 이용하여 유선조직의 평균방사선흡수선량을 평가하여 미국 ACR(American Collage of Radiology)(2)의 방사선 조사 권장치와 부합하는지를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

본원 건강검진센터에 내원한 56명을 대상으로 112쌍의 내사위촬영과 상하촬영을 하였다. 유방촬영기는 Senographe - DMR(GE, Milwaukee, Wisconsin, USA)을 사용하였다. 유방의 두께 측정과 함께 사용된 관전압 및 전류를 기록하였고 이와 같은 조건하에서 선량측정기(dosimetry), (VICTOREEN Mammo - graphic Ion Chamber Model 6000 - 529)를 유방 압박기 직하부에 위치케하여 피부표면노출선량 (XESE)을 측정하였다. 같은 조건의 관전압과 X - 선관의 표적기/여과기 재료에 대한

반가층(HVL)을 얻었고 평균 유선조직의 방사선흡수선량 변환인자 (DgN)를 Wu 등1의 방법에 따라 계산하였다. 유선조직에 대한 평균 방사선흡수선량 (Dg)은 다음과 같은 공식에 의해서 계산하였다. 즉 $Dg = DgN * XESE1$ 이며 여기서 DgN 은 평균 유선조직의 방사선흡수선량 변환인자로서 단위 피부표면노출선량에 대한 평균유선조직의 방사선흡수선량이고, XESE 는 피부표면노출선량이다.

유방조직의 유형은 ACR BI - RADS 분류법에 따라 P1 (n=22), P2 (n=20), P3 (n=60), P4(n=10)로 분류하였고, P1의 경우 유선조직이 대부분이 지방변성을 한 경우로서 Wu 등1의 방법에 근거하여 100% 지방 조직에 근거한 모형유방에서의 변환인자계산에 따랐고, P2와 P3의 경우 50% 지방 조직과 50% 유선 조직으로 된 모형유방에서 얻은 변환인자에 따랐으며, P4의 경우 100% 유선 조직으로 된 모형유방에서 얻어진 변환인자에 따랐다. 이때 얻어진 변환인자와 선량측정기를 이용하여 측정된 유방의 피부표면노출선량을 이용하여 유선조직의 평균 방사선흡수선량을 구하였다.

이렇게 얻은 유선조직의 평균 방사선흡수선량을 유방의 두께 및 유형 별로 비교, 분석하였다.

Table 1. Recommended Mean Glandular Dose Several Organizations in United States & in Korea

Organization	For Screen - Film Mammography	For Xero-Mammography	Year
NCRP	< 4 mGy	< 4 mGy	1985
MQSA	< 3 mGy		1994
California State	< 2 mGy	< 3 mGy	1990
ACR	< 3 mGy	< 4 mGy	1992
NIH (Korea)	< 3 mGy		2001

NCRP (National Council on Radiation Protection & Measurement)

MQSA (Mammography Quality Standard Act)

ACR (American College of Radiology)

NIH (National Institute of Health)

Table 2. The Relation of Mean Glandular Dose to Breast Thickness According to Breast Pattern

Pattern	Thickness (cm)	XESE (mSv)	DgN	MGD (mSv)	p value
P1 (n=22)	2.1	5.81	302	1.76	.685 **
P2 (n=20)	3.7	8.43	217	1.83	.685**
P3 (n=60)	3.8	8.54	216	1.85	.685**
P4 (n=10)	3.8	8.97	215	1.93	.685**

** Correlation between breast pattern and MGD is significant at the 0.01 level (P< 0.01).

XESE: Entrance skin exposure dose, MGD: Mean glandular dose

DgN: Computed tabulated values of the normalized average glandular dose, using tables, provided by Wu et al [1].

결 과

56명의 환자 연령은 40세에서 64세였으며 평균연령은 53.1세였다.

유방조직의 유형은 ACR BI-RADS 분류법에 따라 P1 (n=22), P2 (n=20), P3 (n=60), P4(n=10)로 분류하였고, P3 형이 한국 여성에서는 가장 흔한 유방조직의 유형이었다.

각 군의 평균 유방 두께는 2.1, 3.7, 3.8, 3.8cm이었고, 평균 피부표면노출선량은 각각 5.81, 8.43, 8.54, 8.97 mSv이었으며, 평균 방사선흡수선량은 1.76, 1.83, 1.85, 1.93 mSv였다 (Table 2).

P3 형을 유방 두께 별로 3cm 이하, 3 - 4.2 cm, 4.2 cm 이상 3개의 군으로 분류하였고 각 군의 평균 방사선흡수선량은 1.82, 1.85, 1.91 mSv였다 (Table 3).

유방의 두께는 상하촬영에서는 1.3 - 6.3 cm(평균 3.5 cm)이었으며 내사위촬영에서는 1.6 - 6.5 cm(평균 3.9 cm)이었다 (Table 4). 유선조직의 평균 방사선흡수선량은 상하촬영과 내사위촬영에서 각각 1.75 mSv와 1.88 mSv이었다 (Table 5).

고 찰

유방 촬영술에 의한 방사선 위해는 거의 무시할만한 것

으로 알려져 있으나 여전히 유방암 발생 위험인자이며 따라서 유방촬영술시 발생하는 유선선량을 측정하는 것은 선별 검사 시 환자에 대한 방사선 위해를 평가하는데 중요하다.

현재까지 판톰 유방모형을 이용한 영상의 질 평가 및 유선선량 측정이 유용한 정보를 제공함에도 불구하고 판톰 유방모형을 통한 유선선량의 평가가 실제로 환자가 노출되는 선량의 정도를 완벽하게 평가해 주지는 못한다. 그것은 ACR 판톰 유방모형이 50% 지방 조직과 50% 유선 조직을 가진 유방을 가정으로 하여 만들어졌기 때문에 다양한 유방 조직의 유형을 반영하기 어렵기 때문이다.

유방의 두께가 두꺼울수록, 유방 조직이 치밀할수록 더 많은 방사선 조사가 필요로 하며 따라서 많은 양의 방사선에 피폭이 된다. 예를 들면, 한 연구 결과에서 선별검사에서 보통 크기 (평균 5 - cm thickness)의 유방을 촬

Table 4. The average readout data* per film for mediolateral oblique and craniocaudal views under AEC mode.

	MLO	CC
Breast thickness(cm)	3.9	3.5
Compression force(lbs)	14.8	14.5
mAs	47	46
kVp	26	26

*Recorded data on AEC (Automatic exposure control) mode
MLO: Mediolateral oblique, CC: Craniocaudal

Table 3. The Relation of Mean Glandular Dose to Breast Thickness in Breast Pattern 3.

Group by Breast thickness (cm)	XESE(mSv)	DgN	MGD(mSv)	p value
<3	7.98	228	1.82	.892**
3-4.2	8.57	216	1.85	.892**
>4.2	8.89	214	1.91	.892**

Note: The study population consisted only who has breast pattern 3 and divided by breast thickness into three groups, namely below 3 cm, 3 cm to 4.2 cm, above 4.2cm.

**Correlation between three groups and MGD is significant at the 0.01 level ($p<0.01$).

XESE: Entrance skin exposure dose, MGD: Mean glandular dose

DgN: Computed tabulated values of the normalized average glandular dose, using tables, provided by Wu et al [1].

Table 5. Mean Glandular Dose of Both Mediolateral Oblique and Craniocaudal Views of Mammograms.

	XESE(mSv)	DgN	MGD(mSv)	p value
MLO	8.74	215	1.88	.975**
CC	8.37	209	1.75	.975**

**Correlation between MLO and CC is significant at the 0.01 level ($p<0.01$).

XESE: Entrance skin exposure dose, MGD: Mean glandular dose

DgN: Computed tabulated values of the normalized average glandular dose, using tables, provided by Wu et al [1].

MLO: Mediolateral oblique, CC: Craniocaudal

영하였을 때 평균 방사선흡수선량이 저밀도 유방에 비해서 고밀도 유방이 거의 두 배로 높게 나왔다. 작은 크기(평균 3 - cm thickness)의 유방을 촬영하였을 때에도 평균 방사선흡수선량이 저밀도유방과 고밀도 유방에서 약 20% 정도 차이가 있었다 (3).

본 연구에서는 P3와 P4 형에서 평균 유방 두께가 같음에도 불구하고 평균 방사선흡수선량이 각각 1.85mSv, 1.93mSv로 다르게 나왔다. 이런 결과는 유방 조직이 치밀할수록 더 많은 방사선 조사가 필요로 하며 따라서 많은 양의 방사선에 피폭이 된다는 사실을 반영한 결과라 할 수 있겠다.

평균 방사선흡수선량은 유방의 두께에 따라서 영향을 받는다 (4- 6). Gentry와 DeWerd⁴는 방사선흡수선량과 유방 두께는 선형의 상관 관계가 있다고 보고하였으며 Kruger 등⁵도 비슷한 연구 결과를 발표하였다. 본 연구에서도 유방의 두께와 방사선흡수선량간의 밀접한 상관 관계가 있음을 뒷받침 해주고 있다 (Table 3).

저자들의 연구 결과는 최근에 서양 여성의 유방을 대상으로 한 연구들 (4, 7, 8)과 제한적이기는 하나 비교할 만한 가치가 있다. Burch 등 (7)은 1994년에서부터 1995년 사이에 4,633명을 대상으로 선별 유방 검사를 실시하였다. 그들의 연구 결과를 보면, 내사위촬영과 상하촬영에서 평균 유방 두께는 5.7 cm 과 5.2 cm으로 한국여성을 대상으로 한 본 연구에서보다 유방 두께가 두꺼운 것으로 나왔다. 그러나 평균 방사선흡수선량은 내사위촬영의 경우 1.93 mSv로 본 연구의 결과인 1.88 mSv와 비교해 보았을 때 약간 높게 측정이 되었고 상하촬영의 경우 1.63 mSv로 본 연구의 결과인 1.75 mSv보다 오히려 낮게 측정이 되었다. 이와 같이 유방의 평균 두께가 적음에도 불구하고 평균 유방 방사선흡수선량이 높게 나온 결과는 매우 흥미로운 일이다. 이런 결과의 원인은 여러 가지의 요인으로 해석이 될 수 있다. 그 중에서 가장 중요한 요인은 한국 여성의 유방이 서양 여성의 유방보다는 고밀도 유방의 빈도가 매우 높기 때문에 유방촬영술 시에 더 많은 방사선 조사가 필요 하며 따라서 많은 양의 방사선에 피폭이 되기 때문이다 (9). 그 외의 요인들로는 큰 유방의 촬영에서 사용되는 X - 선관의 표적기/여과기 재료(molybdenum - rhodium, rhodium - rhodium)와 다른 작은 유방의 촬영에 사용되는 X - 선관의 표적기/여과기 재료(molybdenum - molybdenum)를 사용했다는 점, 그리고 Bruch 등⁷의 연구에서 이용된 변환인자(conversion factor)와 다른 변환인자로 평균 방사선흡수선량을 계산하였다는 점등을 들 수가 있다. Bruch 등 (7)은 Dance (10)에 의해서 계산된 변환인자(conversion factor)를 이용하였는데 이 값들은 본 연구에서 이용된 Wu

등¹에 의해서 계산된 변환인자에 비해서 약 10% 정도 작은 것으로 알려져 있다.

Gentry와 DeWerd⁴는 2년간(1993 - 1994)에 걸쳐서 4,400명을 대상으로 유방촬영 선별검사를 시행하였으며 선량측정기를 이용하여서 피부표면노출선량과 유방의 두께를 측정하였다. 그들은 유방의 평균 두께는 4.5cm이었으며 평균 방사선흡수선량은 상하촬영시 1.5 mGy로 보고하였고 이 결과는 Bruch 등 (7)의 연구 결과와 크게 다르지 않다.

Kim 등 (11)은 건강검진센터에 내원한 한국인 여성 114명을 대상으로 한 연구에서 좌측 유방의 1회 촬영시 평균 방사선흡수선량의 평균이 1.72 mSv로 ACR (American Collage of Radiology)의 방사선 조사 권장치에 잘 부합함을 보고하였다.

미국의 ACR(American Collage of Radiology) (2)에서는 4.2 cm 두께에 50% 유선 조직과 50% 지방 조직을 가진 유방을 기준으로 1회 유방 촬영시 3.0 mGy이하의 선량을 권고하고 있다. 본 연구의 결과에서도 한국 여성의 유선 조직의 평균방사선흡수선량을 측정해 보았을 때 정도 관리의 기준이 되는 미국 ACR(American Collage of Radiology)의 방사선 조사 권장치에 잘 부합하였다. 하지만 본 연구의 결과가 보여주듯이 서양 여성과 다른 우리나라 여성의 평균 유방 두께 및 유선조직의 구성의 차이를 어떻게 반영할 것인지가 고려되어야 할 문제라 생각된다.

결론적으로 서구의 기준과 다른 우리나라 여성 유방의 특징인 고밀도 유선 조직의 구성의 차이를 반영한 한국형 판독 유방모형의 개발과 우리나라 실정에 맞는 정도 관리의 기준 및 시행이 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Wu X, Barnes GT, Tucker DM. Spectral Dependence of Glandular Tissue Dose in Screen-Film Mammography. *Radiology* 1991;179:143-148
2. Mammography quality control manual, ACR, February 1999.
3. Skubic SE. The effect of composition on absorbed dose and image contrast. *Med Phys* 1989;16:544-552
4. Gentry JR, DeWerd LA. TLD measurement of in vivo mammographic exposures and the calculated mean glandular dose across the United States. *Med Phys* 1996;23:899-903
5. Kruger RL, Schueler BA. A survey of clinical factors and patient dose in mammography. *Med Phys* 2001;28:1449-1454
6. Dance DR, Skinner CL, Young KC, Beckett JR, Kotre CJ. Additional factors for the estimation of mean glandular breast dose using the UK mammography dosimetry protocol. *Phys Med Biol* 2000;45:3225-3240
7. Burch A, Goodman DA. A pilot survey of radiation doses received in the United Kingdom Breast Screening Programme. *Br J Radiol* 1998;71:517-527

8. Young KC. Radiation doses in the UK trial of breast screening in women aged 40-48 years. Br J Radiol 2002; 75:362-370
9. Kim SH, Kim MH, Oh KK. Analysis and comparison of breast density according to age on mammogram between Korean and Western women. J Korean Radiol Soc 2000;42:1009-1014
10. Dance DR. Monte Carlo calculation of conversion factors for the estimation of mean glandular breast dose. Phys Med Biol 1990; 35:1211-1219
11. Kim TH, Oh KK, Shin HC, Kim JK, Choo SS. Dosimetric evaluation of average glandular absorption radiation dose in mammography. Journal of the Korean Radiological Society 1996; 35:999-1003

Dosimetric Evaluation of Mean Glandular Dose for Mammography in Korean Women

Ki Keun Oh, M.D.¹, Jin Hur, M.D.¹, Eun-Kyung Kim, M.D.¹, Sung Sil Choo, Ph.D.²

¹Department of Diagnostic Radiology, Research Institute of Radiological Science, College of Medicine, Yonsei University, Seoul, South Korea.

²Department of Radiation Oncology, Yonsei University, Seoul, South Korea.

Purpose: The purpose of this study was to evaluate the thickness of the compressed breast in mediolateral oblique (MLO) and craniocaudal (CC) mammograms and relate these thickness to mean glandular dose (MGD) and breast patterns in Korean women, and to evaluate the suitability for using the American College Radiology Recommendations in quality assurance.

Materials and Methods: The study population consisted of 112 paired MLO and CC mammograms obtained on one mammographic unit. The digital readout of compressed breast thickness, applied compression force and tube voltage was recorded. Entrance skin exposure was measured by dosimetry. MGD was calculated by entrance skin exposure multiplied by exposure-to-absorbed dose conversion factor, using HVL 0.38 mmAl and SID 66 mm.

Results: The range of breast thickness was 1.3 - 6.3 cm in CC mammograms and the mean breast thickness was 3.5 cm. The range of breast thickness was 1.6 - 6.5 cm in MLO mammograms and the mean breast thickness was 3.9 cm. Their MGD in CC and MLO mammograms were 1.75 mSv and 1.88 mSv per view respectively. Breast pattern was divided in 4 groups such as P1 (n= 22), P2 (n=20), P3 (n=60) and P4 (n=10), respectively according to ACR BI-RADS. The MGD for each group was 1.76, 1.83, 1.85, and 1.93 mSv respectively. When divided by breast thickness into three groups, namely below 3 cm, 3 cm to 4.2 cm, above 4.2 cm, the MGD of each group was 1.82, 1.85, and 1.91 mSv respectively.

Conclusion: According to our study, the mean breast thickness and MGD of Korean women were lower than the thickness and MGD of the American College Radiology Recommendations, which is used in quality assurance.

Index words: Mammography
Mean glandular dose