

# 유방촬영에서 환자 피폭선량

## — Patient Dose in Mammography —

고려대학교 보건대학 방사선과 · 제주한라대학 방사선과<sup>1)</sup>

신귀순 · 최종학 · 김유현 · 김정민 · 김창균 · 양정화<sup>1)</sup>

### — 국문초록 —

본 연구에서는 유방촬영 환자수 1,318명(2,636영상)을 대상으로 수집된 자료를 분석하여 환자의 연령분포와 압박유방두께를 조사하였고, 또한 압박유방두께의 변화에 따른 평균유선선량(AGD)을 측정하여 비교하였다.

다양한 관전압과 target/filter 조합에서 반기층과 출력(mR/mAs)을 측정하여 임상에서 사용되는 관전압에서 측정된 출력에다 mAs를 곱해서 입사표면공기커마(ESAK)를 계산하였다. 평균유선선량은 입사표면공기커마에다 Dance가 구한 변환계수를 곱해서 구했다.

압박유방두께의 평균값은 상하방향(CC) 촬영 시에 35.8 mm, 내외사방향(MLO) 촬영 시에 43.3 mm로 나타났다. 평균유선선량은 CC 촬영에서 1.55 mGy, MLO 촬영에서 1.70 mGy로, 압박유방두께가 CC 촬영 시보다 MLO 촬영 시에 평균 4.8 mm 두껍기 때문에 평균유선선량은 MLO 촬영 시에 0.15 mGy(10%)가 증가되었다. 평균유선선량은 압박유방두께가 두꺼울수록 증가하며, 10~80 mm의 범위에서 압박유방두께가 10 mm 두꺼울수록 평균적으로 0.34 mGy 증가하였다. 따라서 압박유방두께에 따라 평균유선선량의 차이가 비교적 크기 때문에 한 가지 두께보다 몇 단계에서 규정된 최대한계선량으로 유방촬영 시의 환자 피폭선량의 기준으로 삼는 것이 바람직하다.

**중심 단어 :** 환자 피폭선량, 압박유방두께, 입사표면공기커마(ESAK), 평균유선선량(AGD)

## I. 서 론

유방암은 북미와 유럽지역에서 여성 암 중 가장 빈번히 발생하는 암이며 우리나라에서도 여성에게 발생하는 암 중에서 유방암이 2001년 이후 발생률 1위를 차지하고 서구보다 발생연령이 빠르다. 유방암은 국가에서 시행하는 5가지 암조기 검진대상의 하나로 40세 이상의 여성이

검사를 받고 있으며, 또한 많은 여성이 유방암 발병으로 유방촬영을 받게 된다. 이와 같이 유방촬영의 빈도가 급격히 증가하는 추세이므로 우리 방사선사는 정보량이 많은 유방조직의 영상을 얻으면서도 환자의 피폭선량을 최소한으로 줄일 수 있는 방법을 끊임없이 연구해야 한다.

최근 국제방사선방어위원회(ICRP)에서 권고하고 있는 평균유선선량(average glandular dose, AGD)은 압박유방두께 4.2 cm(지방 50%, 유선조직 50%)에서 3 mGy 이하로 규정되어 있다. 그러나 유방두께에 따라 유선선량이 다르므로 모든 환자에서 3 mGy의 권고치를 넘지 않는다고 해서 유선선량이 적다고 말할 수는 없다. 그러므로 우리나라 여성의 압박유방두께의 평균값과 분포를 정확히

\*이 논문은 2005년 10월 5일 접수되어 2005년 11월 9일 채택 됨.  
책임저자 : 최종학, (136-703) 서울시 성북구 정릉동 산 1번지  
고려대학교 보건대학 방사선과  
TEL : 02-940-2822, FAX : 02-917-9074  
E-mail : cjh@korhealth.ac.kr

파악하고, 각각의 두께에 대한 평균유선선량을 측정하여 유방촬영 시 개선점의 연구 및 유방촬영장치의 정도관리에 기준으로 삼아야 한다.

본 연구에서는 2005년 5월부터 2개월 동안 수도권 10개의 의료기관에서 설문지에 기록한 유방촬영 환자수 1,318명(2,636 영상)을 대상으로 환자의 연령분포와 압박유방두께를 조사하였고, 4개의 대학병원에서 실제 임상촬영조건으로 압박유방두께의 변화에 따른 평균유선선량을 측정하여 비교 분석하였다.

## II. 실험장치 및 방법

### 1. 실험장치 및 부속기구

- 1) 유방촬영장치 : GE Senographe DMR(Screen-Film System)  
 GE Senographe DMR + (CR System)  
 GE Senographe 2000D(DR System)
- 2) 방사선검출기 : Ion Chamber 15 cc (Model 96035B, Cardinal Health)
- 3) 필터 : 0.1 mmAl 5장

### 2. 반가층 측정 방법

1) 측정기기를 설치하기 위해서 유방 압박대는 X선관 쪽으로 최대한 위로 올려 고정시켰다.

2) 선원에서 수상계 사이의 거리(source to image receptor distance, SID)는 선량 측정을 실시한 병원에서 사용되고 있는 거리(60 cm와 61 cm)로 하였고, Al filter와 ion chamber 사이의 거리와 ion chamber와 수상계 사이의 거리를 각각 15 cm로 간격을 유지시켰다.

3) Ion chamber와 Al filter는 가슴벽 끝에서 4 cm 떨어진 X선 중심선속에 위치시켰다.

4) 유방촬영장치를 수동식 모드로 설정한 후 target/filter 조합이 Mo/Mo, Mo/Rh, Rh/Rh인 세 경우에 관전압 23~34 kVp 범위의 반가층을 측정하였다.

5) 촬영조건은 filter가 없을 때 조사선량이 약 500 mR 이 되도록 하였다. filter가 없을 때의 선량과 0.1 mmAl filter를 부가시키면서 filter가 없을 때 선량의 절반 이하가 될 때까지 측정하였다.

6) 이와 같이 측정된 값을 다음 식에 대입하여 반가층(half value layer, HVL)을 계산하였다.

$$HVL = \frac{t_b \ln(2E_a/E_0) - t_a \ln(2E_b/E_0)}{\ln(E_a/E_b)}$$

$E_0$  : 알루미늄 필터가 없는 경우의 조사선량

$E_a$  : 알루미늄 두께  $t_a$ 에서의 조사선량

$E_b$  : 알루미늄 두께  $t_b$ 에서의 조사선량

$t_a$  : ( $E_0/2$ )값의 바로 위 단계의 알루미늄 두께

$t_b$  : ( $E_0/2$ )값의 바로 아래 단계의 알루미늄 두께

### 3. 평균유선선량 측정방법

1) 장치 및 기구들의 위치나 거리는 HVL 측정 시와 동일하게 고정시켰으나, 압박유방두께의 변화에 따른 평균유선선량을 측정하기 위해서 ion chamber와 수상계의 윗면까지의 거리를 1~8 cm 범위(한국 여성의 압박유방두께의 분포 범위)에서 1 cm 간격으로 변화시켰다.

2) Target/filter 조합이 Mo/Mo, Mo/Rh, Rh/Rh인 세 경우의 출력(mGy/mAs)을 측정하였다.

3) 측정된 출력(mR/mAs)에다 실제 이용되는 mAs를 곱해서 입사표면조사선량(entrance surface exposure dose, ESED)을 구했다.

4) ESED(mR)에다 검출교정계수 = 1.0011과 온도보정계수 =  $\frac{273.15 + T}{295.15}$  ( $T$ 는 섭씨온도)를 곱해서 보정한 후 입사표면공기커마(entrance surface air kerma, ESAK)로 변환시켰다 :

$$ESED(mR) \cdot 8.77 \times 10^{-3} = ESAK(mGy)$$

5) AGD(mGy)는 ESAK(mGy)에 변환계수(conversion factors)를 곱한 다음 식을 이용하여 얻었다<sup>1)</sup>.

$$AGD = ESAK \cdot g \cdot c \cdot s$$

여기서 ESAK는 각 관전압과 target/filter의 조합에서 측정된 mAs당의 출력(mGy/mAs)에 실제 임상에서 사용되는 mAs를 곱해서 구했다. 계수  $g$ 는 유선조직 50%와 지방

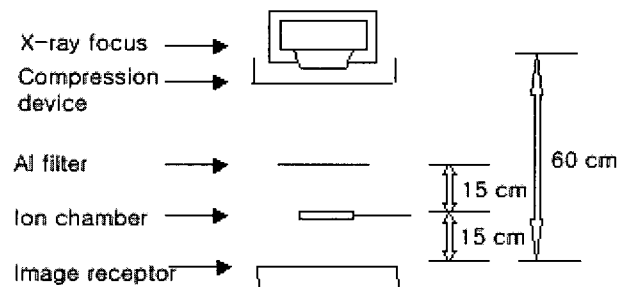


Fig. 1. Schematic diagram of the geometric configuration for experimental equipment and material

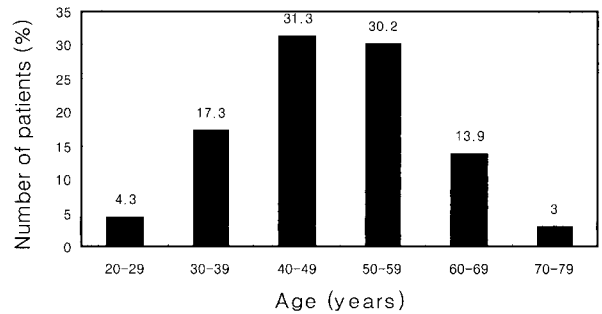
**Table 1.** g-factors (mGy/mGy) for compressed breast thickness of 2~8 cm and the HVL range 0.30~0.60 mm Al (by Dance *et al.* 1990)

Breast thickness (cm)	HVL (mm Al)						
	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60
2	0.390	0.433	0.473	0.509	0.543	0.573	0.587
3	0.274	0.309	0.342	0.374	0.406	0.437	0.466
4	0.207	0.235	0.261	0.289	0.318	0.346	0.374
4.5	0.183	0.208	0.232	0.258	0.285	0.311	0.339
5	0.164	0.187	0.209	0.232	0.258	0.287	0.310
6	0.135	0.154	0.172	0.192	0.214	0.236	0.261
7	0.114	0.130	0.145	0.163	0.177	0.202	0.224
8	0.098	0.112	0.126	0.140	0.154	0.175	0.195

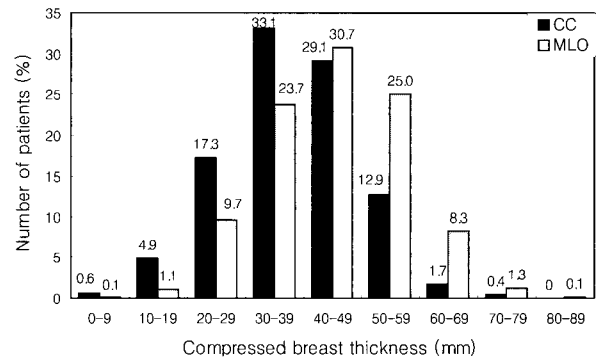
**Table 2.** S-factors for each target / filter combination (by Dance *et al.* 2000)

Target / Filter	s - factor
Mo / Mo	1.000
Mo / Rh	1.017
Rh / Rh	1.061

50%인 유방에서의 평균유선선량 변환계수(mean glandular dose conversion factor)로서 표 1에 표시된 Dance 등<sup>2)</sup>이 구한 값을 이용했다. 계수 c는 유선조직과 지방의 함량에 따른 유선조직 보정계수(correction factor for the glandularity of the breast)이며, 본 연구에서는 유선조직과 지방을 각각 50%로 가정했기 때문에 c값을 1.0으로 하였다. 계수 s는 target/filter의 조합에 의한 스펙트럼 보정계수(spectral correction factor)로서 표 2에 표시된 Dance 등<sup>3)</sup>이 구한 값을 이용했다.



**Fig. 2.** Distribution of the patient age



**Fig. 3.** Distribution of compressed breast thickness

### III. 실험결과

#### 1. 연령별 환자분포

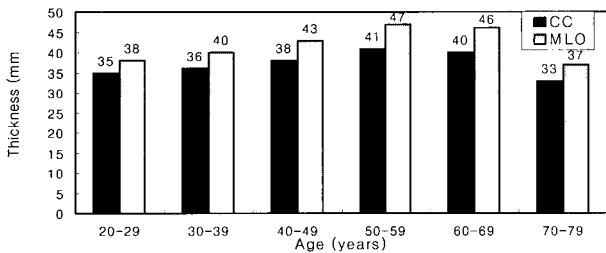
그림 2의 연령별 환자분포를 보면, 20대 4.3%, 30대 17.3%, 40대 31.3%, 50대 30.2%로 연령이 증가할수록 환자수가 증가하여 40대에서 최대가 되고 50대에서도 거의 40대와 비슷하였으며, 60대 13.9%, 70대 3%로 나타나 60대에 접어들면서 환자수가 다시 감소하였다.

#### 2. 압박유방두께에 따른 환자분포

그림 3의 압박유방두께에 따른 환자분포를 보면, 상하방향(CC) 촬영 시에는 30~39 mm 범위의 두께에서 33.1%로, 내외사방향(MLO) 촬영 시에는 40~49 mm 범위의 두께에서 30.7%로 환자수가 가장 많았다. 얇은 두께에서는 CC 촬영 환자수가 많고 두꺼운 두께에서는 MLO 촬영 환

**Table 3.** Differences in compressed breast thickness between CC and MLO views for the age groups

View	Compressed breast thickness (mm)					
	20~29 yrs.	30~39 yrs.	40~49 yrs.	50~59 yrs.	60~69 yrs.	70~79 yrs.
CC (min.~max.)	35 (19~54)	36 (7~71)	38 (7~75)	41 (9~76)	40 (15~69)	33 (15~52)
MLO (min.~max.)	38 (19~61)	40 (17~73)	43 (12~84)	47 (9~73)	46 (15~75)	37 (15~62)
MLO-CC	3	4	5	6	6	4



**Fig. 4.** Relation of compressed breast thickness to patient age

자수가 많은 것으로 보아 MLO 촬영 시가 CC 촬영 시보다 더 두껍다는 것을 알 수 있었다.

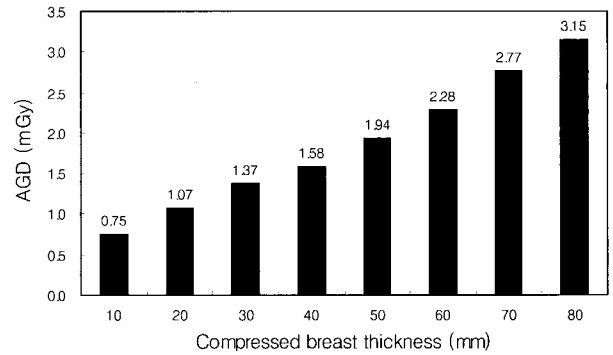
### 3. 연령별 압박유방두께

그림 4는 연령별 압박유방두께의 변화를 보여준다. CC 촬영과 MLO 촬영 시 각각의 압박유방두께는 20대에서 35 mm, 38 mm, 30대에서 36 mm, 40 mm, 40대에서 38 mm, 43 mm, 50대에서 41 mm, 47 mm로 연령이 많아질수록 압박유방두께가 증가하여 50대에서 가장 두꺼웠다. 60대에서 40 mm, 46 mm로 다시 약간 감소하였고, 70대에서는 33 mm, 37 mm로 20대와 비슷한 두께로 나타났다.

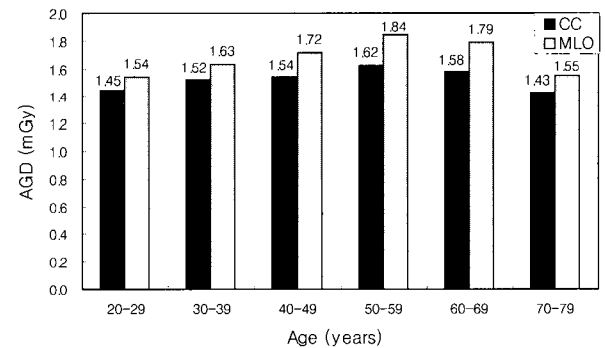
촬영법에 따른 압박유방두께의 차이를 보면 표 3에 주어진 것과 같이 전체 환자를 대상으로 하여 평균한 결과 MLO 촬영 시의 두께가 CC 촬영 시의 두께보다 약 4.8 mm 더 두꺼웠다.

### 4. 압박유방두께에 따른 평균유선선량

그림 5에 표시한 바와 같이 압박유방두께에 따른 각각의 평균유선선량은 10 mm일 때 0.75 mGy, 30 mm일 때 1.37 mGy, 50 mm일 때 1.94 mGy, 80 mm일 때 3.15 mGy로 나타나 압박유방두께가 두꺼워질수록 평균유선선량이 점진적으로 증가하였다. 따라서 압박유방두께 10~



**Fig. 5.** AGD as a function of compressed breast thickness



**Fig. 6.** Relation of AGD to patient age

80 mm 범위에서 10 mm 두꺼워지면 평균적으로 0.34 mGy의 유선선량이 증가하였다.

### 5. 연령별 평균유선선량

그림 6은 CC 촬영과 MLO 촬영 시에 연령별 평균유선선량을 나타내었다. CC 촬영과 MLO 촬영 시 각각의 평균유선선량은 20대에서 1.45 mGy, 1.54 mGy, 30대에서 1.52 mGy, 1.63 mGy, 40대에서 1.54 mGy, 1.72 mGy, 50대에서 1.62 mGy, 1.84 mGy, 60대에서 1.58 mGy, 1.79 mGy,

**Table 4.** ESED, ESAK and AGD in the mean value of compressed breast thickness (Mo/Mo combination)

View	Compressed breast thickness (mm)	ESED (mR)	ESAK (mGy)	AGD (mGy)
CC	38.5	646	5.67	1.55
MLO	43.3	834	7.32	1.70

\* ESED : entrance surface exposure dose (입사표면조사선량)  
 ESAK : entrance surface air kerma (입사표면공기커마)  
 AGD : average glandular dose (평균유선선량)

**Table 5.** Comparison of AGD at each compressed breast thickness

Compressed breast thickness (mm)	AGD (mGy)		
	Berns <i>et al.</i> <sup>5)</sup> (2002)		Present investigation (2005)
	Film / Screen system	DR system	
20	0.43	0.53	1.07
40	1.19	1.28	1.58
60	2.50	1.51	2.28
80	4.0	3.05	3.15

70대에서 1.43 mGy, 1.55 mGy로 나타났다. 압박유방두께가 50대에서 최대이므로 50대 연령층에서 평균유선선량이 가장 증가하였다. 표 4에 표시한 바와 같이 전체 환자의 평균유선선량은 CC촬영 시에 1.55 mGy, MLO촬영 시에 1.70 mGy로 나타나 MLO 촬영 시에 10% 증가하였다.

#### IV. 고 찰

최근에는 유방암의 발병률이 증가하는 추세이므로 유방질환의 진단을 위한 유방촬영이나 집단검진을 위한 선별유방촬영도 증가하고 있다. 따라서 우리나라 여성의 평균유방압박두께 및 두께의 변화에 따른 평균유선선량(AGD)을 측정하였다.

유방촬영 환자수는 40대와 50대에서 전체의 60% 이상을 차지하였다. 다른 연령대보다 사오십대에 유방촬영을 많이 하는 이유는 40세 이상의 많은 여성이 정기검진을 받고 있으며 또한 유방질환의 발병률이 높기 때문에 나타나는 현상으로 볼 수 있다.

본 실험에서 평균유방압박두께가 상하방향(CC) 촬영 시에 38.5 mm, MLO 촬영 시에 43.3 mm로 나타났다. 이

**Table 6.** Comparison of published compressed breast thickness and AGD values

Author (data collection year)	View	Compressed breast thickness (mm)	AGD (mGy)
Heggie (1996) <sup>7)</sup>		52	2.3
Young <i>et al.</i> (1997) <sup>8)</sup>		52	1.9
Klein <i>et al.</i> (1997) <sup>9)</sup>		55.9	2.07
Kruger <i>et al.</i> (2001) <sup>10)</sup>		51	2.6
Rosenberg <i>et al.</i> (2001) <sup>11)</sup>		42 (Phantom)	1.57
Chvalier <i>et al.</i> (2004) <sup>1)</sup>	CC	49	1.80
	MLO	54	1.95
Present investigation (2005)	CC	38.5	1.55
	MLO	43.3	1.70

값은 이와 박<sup>4)</sup>에 의한 CC 촬영 시에 32.6 mm, MLO 촬영 시에 34.3 mm의 값보다 두껍게 나타났다. 외국의 경우 Chevalier 등<sup>1)</sup>에 의하면 CC 촬영에서 49 mm, MLO 촬영에서 54 mm이었고, Burch와 Goodman<sup>5)</sup>에 의하면 CC 촬영에서 52 mm, oblique view에서 57 mm로 나타난 것으로 보아 미국이나 유럽 여성들의 평균압박유방두께가 우리나라 여성들의 평균압박유방두께보다 11~14 mm 정도 더 두꺼웠다. 본 실험에서 얻은 결과에서 10 mm 두꺼워지면 평균 0.34 mGy가 증가하므로 15 mm 두꺼워지면 0.5 mGy 정도가 증가하게 된다. 평균압박유방두께가 우리나라 여성이 서구여성에 비해 최소 10 mm 이상 보통 15 mm 정도 작으므로 평균유선선량은 우리나라 여성이 서구여성보다 약 0.4~0.5 mGy 감소되는 셈이다.

표 5는 압박유방두께의 변화에 따른 평균유선선량을 Berns 등<sup>5)</sup>이 구한 값과 본 실험에서 얻은 값을 비교하였다. 본 실험에서 얻은 평균유선선량이 Berns 등이 얻은 평균유선선량보다 약간 많았으나 큰 차이는 없다. 오히려 유방두께가 두꺼운 경우(60 mm와 80 mm)는 Film/Screen system에서 Berns 등에 의해서 얻은 평균유선선량이 더 많았다. 표 6은 여러 저자들의 평균압박두께와 평균유선선량의 값을 열거하였다. 두께를 고려했을 때 본 실험에서 얻은 평균유선선량은 다른 저자들이 얻은 평균유선선량과 비슷하였다. 또한 본 실험에서 MLO 촬영 시의 평균유선선량이 CC 촬영 시의 평균유선선량보다 10% 증가하였는데, 이 값은 Chevalier 등<sup>1)</sup>의 결과와 동일하였다.

이번 연구에서 전체 환자의 평균압박유방두께가 CC 촬영과 MLO 촬영 시에 각각 38.5 mm, 43.3 mm이었고, 이때의 평균유선선량은 1.55 mGy, 1.70 mGy로 나타나 ICRP

(4.2 cm인 경우 3 mGy 이하)의 권고치를 초과하지는 않았다. 그러나 다양한 압박유방두께에 따라 평균유선선량이 다르고, 또한 그 차이가 비교적 크기 때문에 한 가지 압박유방두께에서의 한계선량만으로 모든 두께의 유방촬영에 기준을 삼는 것은 적합하지 않다. 그러므로 실제 임상에서 몇 단계의 압박유방두께의 변화에 따른 평균유선선량의 한계치를 정해서 유방촬영 대상자 각각에게 적절한 값을 적용하는 것이 바람직하다.

## V. 결 론

유방 X선 촬영에서 연령별 환자수와 압박유방두께를 1,318명의 환자를 대상으로 조사하였고, 압박유방두께의 변화에 따른 환자의 피폭선량을 4개 대학병원에서 측정할 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 연령별 환자수는 40대(31.3%)와 50대(30.2%)에서 다른 연령대보다 현저하게 많았다.

2. 우리나라 여성 평균압박유방두께는 CC 촬영 시 38.5 mm, MLO 촬영 시 43.3 mm로 MLO 촬영인 경우가 CC 촬영인 경우보다 4.8 mm 더 두꺼웠다.

3. 평균압박두께에서의 평균유선선량은 CC 촬영 시에 1.55 mGy, MLO 촬영 시에 1.70 mGy로 MLO 촬영 시에 CC 촬영 시보다 10% 증가하였다.

4. 50대에서 평균압박유방두께(CC 촬영 시에 41 mm, MLO 촬영 시에 47 mm)가 가장 두꺼우므로 평균유선선량(CC 촬영 시 1.62 mGy, MLO 촬영 시 1.84 mGy)이 다른 연령대보다 가장 많았다.

5. 압박유방두께가 10 mm 두꺼워지면 유선선량이 평균적으로 0.34 mGy 증가하였다. 따라서 우리나라 여성의 압박유방두께가 서구여성에 비해 최소 10 mm 이상 보통 15 mm 정도 작으므로 평균유선선량이 0.4~0.5 mGy 감소됨을 알 수 있다.

6. 압박유방두께에 따라 평균유선선량의 차이가 비교적 크기 때문에 한 가지의 압박유방두께에서 규정한 한계선량으로 모든 두께의 유방촬영에 적용시키는 것은 적합하지 않다. 따라서 몇 단계의 압박유방두께에 대한 평균유선선량의 한계치를 정해서 유방촬영 대상자의 피폭선량의 기준으로 삼는 것이 바람직하다.

Soto, T., Cepeda, and E. Vañó : Patient dose in digital mammography, *Med. Phys.* 31(9), 2471-2479, 2004.

2. D. R. Dance : Monte Carlo calculation of conversion factors for the estimation of mean glandular breast dose, *Phys. Med. Biol.* 35, 1211-1219, 1990.
3. D. R. Dance, C. L. Skinner, K. C. Young, J. R. Beckett, and C. J. Kotre : Additional factors for the estimation of mean glandular dose using UK mammography protocol, *Phys. Med. Biol.* 45, 3225-3240, 2000.
4. 이인자, 박계연 : 반가층과 평균유선조직선량의 측정, *동남보건대학 논문집*, 21(2), 25-34, 2003.
5. A. Burch and D. A. Goodman : A pilot survey of radiation doses received in the United Kingdom breast screening programme, *Br. J. Radiol.* 71, 517-527, 1998.
6. E. A. Berns, R. E. Hendrick, and G. R. Cutter : Performance comparison of full-field digital mammography to screen-film mammography in clinical practice, *Med. Phys.* 29(5), 830-834, 2002.
7. J. C. P. Heggie : Survey of doses in screening mammography, *Australas. Phys. Eng. Sci. Med.* 19, 207-217, 1996.
8. K. C. Young, M. L. Ramsdale, A. Rust, and J. Cooke : Effect of automatic kV selection on dose and contrast for a mammographic x-ray system, *Br. J. Radiol.* 70, 1036-1042, 1997.
9. R. Klein, H. Aichinger, J. Dierker, et al. : Determination of average glandular dose with modern mammography units for two large groups of patients, *Phys. Med. Biol.* 42, 651-671, 1997.
10. R. L. Kruger, and B. A. Schueler : A survey of clinical factors and patient dose in mammography, *Med. Phys.* 28(7), 1449-1454, 2001.
11. R. D. Rosenberg, C. A. Kelsey, M. R. Williamson, and J. D. Houston : Computer-based collection of mammographic exposure data for quality assurance and dosimetry, *Med. Phys.* 28(8), 1546-1551, 2001.

## 참 고 문 헌

1. M. Chevalier, P. Morán, J. I. Ten, J. M. F.

• Abstract

---

## Patient Dose in Mammography

Gwi-Soon Shin · Jong-Hak Choi · You-Hyun Kim  
Jung-Min Kim · Chang-Kyun Kim · Jeong-Hwa Yang<sup>1)</sup>

*Dept. of Radiological Technology, College of Health Sciences, Korea University*

*Dept. of Radiotechnologie, Cheju Health College<sup>1)</sup>*

In the present investigation, we analyzed the data of 1,318 patients (2,636 images) who underwent mammographic examinations and obtained the distribution of the patient age and compressed breast thickness. We measured also average glandular doses (AGD) as function of compressed breast thickness.

In order to obtain the values of AGD, we measured half value layer (HVL) and tube output (mR/mAs) for each kVp and target/filter combination. Entrance surface air kerma (ESAK) was calculated from the tube output as measured for each voltage used under clinical conditions and from the tube loading (mAs). AGD per exposure were calculated by multiplying the ESAK values by the conversion factors tabulated by Dance.

We obtained in this study the following conclusions.

The mean value of compressed breast thickness for cranio-caudal (CC) view was 35.8 mm and that for medio-lateral oblique (MLO) view was 43.3 mm. The mean value of AGD for CC view was 1.55 mGy and that for MLO view was 1.70 mGy. The AGD for MLO view was 0.15 mGy (10%) higher than that for CC view because the thickness for MLO view was on average 4.8 mm higher than that for CC view. The values of AGD increased with increasing compressed breast thickness. The increased AGD value was on average 0.34 mGy per 10 mm in the thickness ranges 10~80 mm, therefore differences between the AGD values of each thickness were relative large. Thus, it is considered to need limited doses for mammography with the upper end of exposure range at several different compressed breast thickness.

---

**Key Words** : Patient dose, Compressed breast thickness, Entrance surface air kerma (ESAK), Average glandular dose (AGD)