- 원 저 -

ISSN 1226-2854

# 맘모그래피의 화질과 평균유선조직선량에 관한 검토

## — A Study on the Image Quality of Mammography and the Average Glandular Dose —

동남보건대학 · 신구대학* · (주) 리스템**

이인자 · 김학성 · 김성수* · 허 준**

— 국문요약 —

유방촬영에 대한 화질과 평균유선조직선량에 대하여 실험한 결과 반가층은 장치마다 큰 차이를 나타내지 않았으며, 자동노출기구를 사용할 경우 정확성에 문제가 있으므로 확인이 필요하다. 유방촬영에 사용되는 자동현상기 또한 꼭 관리가 필요하며, 유방촬영 시 사용되는 증감지/필름에 따라서 팬톰 촬영 식별능에 많은 영향을 받고 있으므로 선택 시 신중을 기해야 한다. 유방두께 4.2 cm에 대한 평균유선조직선량은 관전압에 따라 달라지며, ACR기준인 3.0 mGy보다 훨씬 적은 0.26~1.39 mGy로 나타났다. 이상에서 알 수 있듯이 유방촬영에서는 촬영장치의 성능뿐만 아니라 HVL, AEC, 자동현상기 관리, 증감지/필름 등 모두 관리가 되어야 하며, 이로 인해 평균유선조직선량은 더 줄일 수 있을 것이다.

## Ⅰ. 서 론

유암 사망률은 구미 선진국의 여성들에 비해서 아직은 적다고 하겠으나 한국여성의 유암 발생은 최근 급격하게 증가되고 있다. 가까운 장래에 여성암 중에서 수위를 차지하게 될 것으로 예측된다. 구미와 일본 등 각국에서는 노인건강 사업으로 유암 검진이 도입되어 실시되고 있다. 또한 국제전기표준회의(IEC)의 맘모그래피 관련 규정의 규격화와 품질관리법이 있으며, 미국방사선학회(ACR)의 정도관리 매뉴얼 등이 있어 이 규정에 의거하여 각국에서 맘모그래피를 실시하고 있다[1~4].

한국에서는 「유방촬영장치의 검사기준 및 시험방법」이 진단용 방사선 발생장치의 안전관리 규칙으로 제정되어 2001년 7월에 실시하게 되었다[5].

맘모그래피는 증상이 없는 여성을 대상으로 이상소견을 발견할 목적으로 한 스크리닝 검사와 증상이 있거나 촉진으로 이상이 인정된 여성을 대상으로 하는 보다 높은 품질의 화질이 요구되는 정밀검사가 그 대상으로 적응된다. 특히 유암 스크리닝 검사는 타 X-선 검사에 비해서 높은 품질기준이 요구되는 검사로 항상 그 기준을 요구하는 것이 무엇보다도 중요하다. 그렇게 하기 위해서 먼저 맘모그래피에 대한 설비, 기술면에서의 정비와 그 기준화가 필요하며 유방촬영 정도관리 매뉴얼과 가이드 라인 작성이 관련학회를 중심으로 하여 추진되고 있다[6~9].

이에 저자는 맘모그래피의 화질과 평균 유선조직선량의 실태를 파악하기 위해서 서울시내의 3개 대학병원 4대의 장치를 대상으로 2001년 5~6월에 실험하여 검토한 바 있어 그 내용을 보고하는 바이다.

## Ⅱ. 사용기기 및 재료

1. 맘모그래피장치 : 1) Senograph DMR
   2) Mammomatc
   3) Senograph 600T
   4) Senograph 600T

2. 증감지/필름 : 1) Kodak min-R/Konica CM-H
   2) Fuji Fine/Konica CM-H
   3) Kodak min-R/Kodak min RH
   4) Fuji Medium/Fuji UM-MAHC
3. 팬톰 : 1) Breast phantom : Model 18-222(VICTOREEN, INC.)
   2) Acryl phantom : 10×10×4 cm
4. 측정기 : 1) Electrometer : Model 192(Capintec USA)
   Probe 용량 5 cc
5. 자동현상기 : 1) Konica SRX-501A(33℃, 90 sec)
   2) Konica SRX-301(37℃, 105 sec)
   3) Fuji FPM 3000(35.1℃, 90 sec)
   4) Fuji FPM 3500(36℃, 80 sec)
6. Sensitometer : Dual Color Sensitometer, Model 334(RMI Co.)
7. Densitometer : DDM-1(Dong A X-Ray Co.)
8. Filter : 두께 0.1 mm Al판 6매

# Ⅲ. 실험방법

## 1. 반가층의 측정

1) 감약곡선 반가층 : 화상의 질을 좌우하는 반가층을 측정하기 위해서 조사야를 검출기의 크기로 좁히고 압박판을 놓고 Al 필터 변화에 따른 선량을 관전압과 타겟/필터 물질 변화에 따라 측정한 후 제 1 반가층을 구하였다.

2) 알루미늄환산 반가층 : 위와 동일한 상태로 하고 Al 필터가 없을 때에 비해 선량이 50% 전·후에 해당되는 Al물질의 두께에서 선량을 측정 한 후 다음의 식에 의해 반가층을 계산하였다.

$$HVL = \frac{t, b\ln[2Ea/Eo] - ta\ln[2Eb/Eo]}{\ln[Ea/Eb]}$$

Eo : 알루미늄 필터가 없는 경우 조사선량 측정치

Ea : ($\frac{Eo}{2}$)값의 바로 윗 단계의 조사선량 측정치

Eb : ($\frac{Eo}{2}$)값의 바로 아랫 단계의 조사선량 측정치

ta : ($\frac{Eo}{2}$)값의 바로 윗 단계의 알루미늄 두께

tb : ($\frac{Eo}{2}$)값의 바로 아랫 단계의 알루미늄 두께

위의 1)과 2)의 방법에 따른 반가층을 비교하였다.

## 2. 자동노출 기구(AEC)의 정도

각 기관에서 사용하고 있는 상태에서 피사체 두께 변화에 따른 자동노출 기구의 농도의 변화를 보기 위하여 관전압을 28 kV로 고정하고 증감지/필름은 각 기관에서 사용하고 있는 상태에서 아크릴 팬톰의 두께를 각기 2, 4, 6 cm로 변화시켰고 피사체 두께특성을 검토하였다.

## 3. 자동현상기 관리

각 의료 기관별 자동현상기가 화질에 미치는 영향을 알아보기 위해서 업무 개시점인 오전 9시를 전후하여 유방 팬톰 model 18-222을 촬영하여 X선 노출(AEC작동) 상태를 보았고, 동일필름에 감광계로 노광하여 현상하였다. 약 1개월 간 실시한 후 현상온도, X선 노출(AEC작동)사항, 포그, 감도, 대조도를 측정하고 측정 개시 일로부터 5일 동안의 값을 평균치로 하여 fog의 변동은 ±0.05, 대조도의 ±0.1, 대조도의 변화는 ±0.1의 허용치내에 포함이 되는지 평가하였다.

## 4. 팬톰 화상 평가

각 의료기관에 따른 X선 사진과 시스템에 따른 화상을 평가하기 위하여 각 기관에서 사용하고 있는 상태에서 유방 팬톰 model 18-222(Victoreen, Inc.)를 촬영하였다. 이때 사용된 관전압은 28 kV로 하였고 mAs의 양은 팬톰 두께에 따른 자동노출(AEC)로 촬영하였다. 또한 증감지/필름에 따른 평가를 위하여 필름을 변화시켜가면서 촬영한 후 가장 우수한 증감지/필름은 어떤 것인지 확인하였다.

각각 촬영된 영상을 5명의 방사선사가 농도(31), 대조도(18의 농도-14의 농도), 선예도(1), 석회화상(2~7 ; 유두~흉벽, 8~10 ; 흉벽측, 11~13 ; 유두측), 섬유소상(19~23) 및 종괴(24~30)까지 물리적, 시각적 평가를 하였다(Fig. 1 참조).

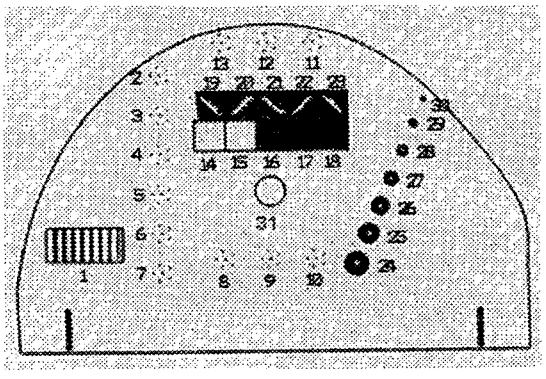

Fig. 1. Breast Phantom : Model 18-222

### 5. 평균 유선조직 선량의 측정

유방의 두께를 4.2 cm로 했을 때의 각 의료 기관의 장치에 의한 공기 입사선량을 측정하였다. 이때 노출은 사용하는 관전압에 따라, mAs는 자동노출에 의해서 조정되었으며 압박대를 사용한 상태로 측정하였다.

각 관전압의 감약곡선 반가층과 알루미늄 환산 반가층으로 평균유선조직 선량을 계산한 후 선질과 평균유선조직선량, 증감지/필름계와 평균유선조직 선량의 관계를 살펴보았다.

## Ⅳ. 실험결과

### 1. 반가층 측정

#### 1) 감약곡선 반가층

감약곡선에 따라 측정한 각 기관별의 반가층 측정 결과는 Table 1과 같다.

타겟/필터 물질에 따른 반가층을 보면 A기관의 Mo/Mo인 경우 24 kV에서 0.31 mmAl, 30 kV에서는 0.39 mmAl, B기관은 24 kV에서 0.32 mmAl, 30 kV의 0.40 mmAl, C기관은 24 kV에서 0.32 mmAl, 30 kV에서 0.40 mmAl, D기관은 24 kV에서 0.31 mmAl, 30 kV는 0.39 mmAl로 동일 타겟/필터인 경우 기관에 따라 반가층의 값은 크게 차이가 없었으며, A기관에서 타겟/필터 물질이 Mo/Rh인 경우 26 kV에서 반가층이 0.36 mmAl, 32 kV는 0.44 mmAl, Rh/Rh인 경우 26 kV에서 0.37 mmAl, 32 kV의 0.45 mmAl로 Mo/Mo보다 반가층의 두께가 커졌음을 알 수 있었다(Fig. 2 참조). 또한 모든 기관의 반가층의 평균을 보면 24 kV시 0.315 mmAl, 26 kV에서 0.350 mmAL, 28 kV에서 0.378 mmAl, 30 kV에서 0.395 mmAl, 32 kV에서 0.407 mmAl로 나타났으며, 오차는 2.5~5.9%로 나타났다(Table 1 참조).

#### 2) 알루미늄 환산 반가층

알루미늄 환산에 의한 반가층의 결과 표 1에 의하면 타겟/필터 물질이 Mo/Mo인 경우 A기관은 24 kV의 0.30 mmAl에서 30 kV의 0.38 mmAl, B기관은 24 kV의 0.32 mmAl에서 30 kV의 0.41 mmAl, C기관은 24 kV의 0.32 mmAl에서 30 kV의 0.40 mmAl, D기관은 24 kV의 0.32 mmAl에서 30 kV의 0.40 mmAl로 기관별 오차는 5.0~9.1%로 나타났다. 또 물질별 반가층을 보면 Mo/Rh과 Rh/Rh의 반가층은 각각 0.37 mmAl에서 0.44 mmAl, 0.38 mmAl에서 0.45 mmAl로 Mo/Mo보다 약간 상승된 값을 보여주고 있다.

### 2. 자동 노출 기구의 정도

아크릴 두께 2, 4, 6 cm에서 28 kV, 자동노출(AEC)로 촬영한 필름의 농도 변화의 결과 4 cm의 농도를 기준으로 A기관은 −0.10~+0.14, B기관은 +0.52~−0.44, C기관은 +0.01~+0.04, D기관은 +0.14~+0.05로 나타났으며, B기관의 농도 차가 가장 심하여 그 차이는 0.96으로 나타났다(Table 2 참조).

Table 1. Half Value layer according to medical facilities.

(mmAl)

| 기관 | A | | | | | | B | | C | | D | | 평균 HVL | | 오차(%) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 측정방법 | 감약곡선법 | | | Al환산법 | | | 감약 곡선법 | Al 환산법 | 감약 곡선법 | Al 환산법 | 감약 곡선법 | Al 환산법 | 감약 곡선법 | Al 환산법 | 감약 곡선법 | Al 환산법 |
| 타겟/필터 kV | Mo/Rh | Rh/Rh | Mo/Mo | Mo/Rh | Rh/Rh | Mo/Mo | Mo/Rh | Mo/Rh | Mo/Mo | Mo/Rh | Mo/Rh | Mo/Mo | Mo/Rh | Mo/Rh | Mo/Rh | Mo/Rh |
| 24 | - | - | 0.31 | - | - | 0.30 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.31 | 0.32 | 0.315 | 0.308 | 3.0 | 6.7 |
| 26 | 0.36 | 0.37 | 0.35 | 0.37 | 0.38 | 0.34 | 0.36 | 0.36 | 0.35 | 0.35 | 0.34 | 0.35 | 0.350 | 0.345 | 5.9 | 9.1 |
| 28 | 0.40 | 0.41 | 0.38 | 0.41 | 0.42 | 0.37 | 0.38 | 0.39 | 0.38 | 0.38 | 0.37 | 0.38 | 0.378 | 0.375 | 2.7 | 8.3 |
| 30 | 0.43 | 0.44 | 0.39 | 0.43 | 0.44 | 0.38 | 0.40 | 0.41 | 0.40 | 0.40 | 0.39 | 0.40 | 0.395 | 0.395 | 2.6 | 7.9 |
| 32 | 0.44 | 0.45 | - | 0.44 | 0.45 | - | 0.41 | 0.42 | 0.41 | 0.42 | 0.40 | 0.42 | 0.407 | 0.410 | 2.5 | 5.0 |

Table 2. Autometic Exposure Control according to medical facilities.

| 기관 / 두께 | A | | B | | C | | D | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Screen/film | min-R/UM-MAHC | | Fine/UM-MAHC | | min-R/UM-MAHC | | Medium/UM-MAHC | |
| 2 | 1.13 | -0.10 | 1.54 | +0.52 | 0.82 | +0.01 | 1.68 | +0.14 |
| 4 | 1.23 | 0 | 1.02 | 0 | 0.81 | 0 | 1.54 | 0 |
| 6 | 1.37 | +0.14 | 0.58 | -0.44 | 0.85 | +0.04 | 1.59 | +0.05 |

기준농도 = 1.40, 변동 = ±0.15

Table 3. Management of autoprocessing at A, B, C, D medical facilities.

| 기관 | A | | | | | B | | | | C | | | | | D | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 날짜 | 온도(℃) | AEC | 포그 | 감도 | 대조도 | AEC | 포그 | 감도 | 대조도 | 온도(℃) | AEC | 포그 | 감도 | 대조도 | 온도(℃) | AEC | 포그 | 감도 | 대조도 |
| 1 | 33.9 | 1.34 | 0.14 | 1.42 | 0.78 | 0.98 | 0.13 | 1.20 | 1.42 | 34.8 | 0.88 | 0.14 | 1.18 | 1.20 | 34.7 | 1.26 | 0.18 | 1.32 | 1.58 |
| 2 | 33.8 | 1.42 | 0.14 | 1.44 | 0.79 | 1.21 | 0.14 | 1.10 | 1.49 | 34.7 | 0.96 | 0.14 | 1.29 | 1.22 | 34.5 | 1.42 | 0.17 | 1.39 | 1.50 |
| 3 | 34.1 | 1.51 | 0.15 | 1.57 | 0.81 | 0.97 | 0.14 | 1.16 | 1.53 | 34.7 | 0.92 | 0.15 | 1.27 | 1.23 | 34.7 | 1.30 | 0.18 | 1.34 | 1.50 |
| 4 | 33.8 | 1.53 | 0.14 | 1.54 | 0.80 | 0.96 | 0.14 | 1.13 | 1.49 | 34.8 | 1.06 | 0.17 | 1.29 | 1.21 | 34.7 | 1.18 | 0.17 | 1.24 | 1.47 |
| 5 | 33.9 | 1.30 | 0.14 | 1.30 | 0.76 | 0.90 | 0.15 | 1.23 | 1.46 | 34.8 | 0.94 | 0.18 | 1.30 | 1.19 | 34.5 | 1.22 | 0.18 | 1.07 | 1.35 |
| 6 | 34.1 | 1.42 | 0.15 | 1.48 | 0.74 | 1.04 | 0.15 | 1.20 | 1.50 | 34.8 | 0.94 | 0.18 | 1.36 | 1.23 | 34.7 | 1.22 | 0.16 | 1.07 | 1.41 |
| 7 | 34.2 | 1.48 | 0.14 | 1.49 | 0.75 | 0.99 | 0.14 | 1.12 | 1.50 | 34.8 | 0.78 | 0.15 | 1.10 | 1.20 | 34.7 | 1.10 | 0.18 | 1.01 | 1.40 |
| 8 | 33.9 | 1.50 | 0.14 | 1.49 | 0.82 | 0.96 | 0.14 | 1.09 | 1.51 | 34.5 | 0.85 | 0.16 | 1.17 | 1.15 | 34.7 | 1.25 | 0.16 | 1.08 | 1.38 |
| 9 | 33.9 | 1.51 | 0.14 | 1.52 | 0.82 | 0.95 | .15 | 1.22 | 1.48 | 34.8 | 0.93 | 0.16 | 1.30 | 1.20 | 34.7 | 1.22 | 0.16 | 0.98 | 1.38 |
| 10 | 33.8 | 1.48 | 0.14 | 1.56 | 0.77 | 1.07 | 0.15 | 1.21 | 1.47 | 34.8 | 0.94 | 0.18 | 1.31 | 1.19 | 34.7 | 1.19 | 0.17 | 1.00 | 1.41 |
| 11 | 33.8 | 1.51 | 0.15 | 1.56 | 0.81 | 1.0 | 0.15 | 1.19 | 1.46 | 34.9 | 1.03 | 0.18 | 1.31 | 1.25 | 34.5 | 1.20 | 0.18 | 1.00 | 1.40 |
| 12 | 33.8 | 1.53 | 0.14 | 1.56 | 0.80 | 1.02 | 0.15 | 1.10 | 1.49 | 34.8 | 1.16 | 0.15 | 1.30 | 1.16 | 34.5 | 1.21 | 0.18 | 1.00 | 1.41 |
| 13 | 33.8 | 1.46 | 0.13 | 1.54 | 0.82 | 0.92 | 0.15 | 1.18 | 1.47 | 34.8 | 1.13 | 0.16 | 1.34 | 1.23 | 34.5 | 1.18 | 0.18 | 0.97 | 1.31 |
| 14 | 33.9 | 1.48 | 0.14 | 1.53 | 0.77 | 1.00 | 0.15 | 1.19 | 1.46 | 34.8 | 0.94 | 0.18 | 1.35 | 1.26 | 34.5 | 1.24 | 0.17 | 1.02 | 1.38 |
| 15 | 33.8 | 1.47 | 0.14 | 1.53 | 0.76 | 0.97 | 0.15 | 1.20 | 1.46 | 34.5 | 0.83 | 0.18 | 1.30 | 1.23 | 34.5 | 1.16 | 0.17 | 0.99 | 1.37 |
| 16 | 33.9 | 14.1 | 0.15 | 1.51 | 0.81 | 1.02 | 0.14 | 1.16 | 1.47 | 34.7 | 0.88 | 0.18 | 1.32 | 1.19 | 34.5 | 1.16 | 0.18 | 0.99 | 1.33 |
| 17 | 33.8 | 1.35 | 0.14 | 1.43 | 0.78 | 0.99 | 0.15 | 1.12 | 1.56 | 34.7 | 0.90 | 0.16 | 1.36 | 1.20 | 34.5 | 1.22 | 0.15 | 0.92 | 1.37 |
| 18 | 34.1 | 1.39 | 0.14 | 1.48 | 0.76 | 0.94 | 0.15 | 1.21 | 1.48 | 34.8 | 1.02 | 0.16 | 1.33 | 1.20 | 34.5 | 1.16 | 0.18 | 0.94 | 1.37 |
| 19 | 34.0 | 1.42 | 0.14 | 1.49 | 0.81 | 0.94 | 0.16 | 1.17 | 1.52 | 34.7 | 1.02 | 0.16 | 1.36 | 1.18 | 34.5 | 1.21 | 0.16 | 1.00 | 1.32 |
| 20 | 33.8 | 1.41 | 0.14 | 1.46 | 0.78 | 0.99 | 0.15 | 1.20 | 1.51 | 34.7 | 0.99 | 0.16 | 1.37 | 1.22 | | | | | |
| 21 | 33.9 | 1.43 | 0.14 | 1.47 | 0.76 | 1.02 | 0.16 | 1.24 | 1.48 | 34.8 | 0.56 | 0.17 | 1.36 | 1.23 | | | | | |
| 22 | 33.9 | 1.46 | 0.14 | 1.51 | 0.77 | 0.98 | 0.15 | 1.22 | 1.48 | 34.8 | 1.11 | 0.16 | 1.35 | 1.24 | | | | | |
| 평균 | 33.9 | 1.45 | 0.14 | 1.49 | 0.79 | 1.00 | 0.14 | 1.16 | 1.48 | 34.7 | 0.95 | 0.16 | 1.27 | 1.21 | 34.6 | 1.20 | 0.17 | 1.03 | 1.40 |

## 3. 자동현상기의 관리

감광계를 이용하여 공휴일을 제외한 약 1개월간의 자동현상기의 관리를 한 결과 A기관의 5일간 X선 노광(자동노출의 정도)의 평균은 1.45이고, 실험 5일째 1.30으로 떨어졌다. 포그는 0.14로 모두 허용 범위 내에 있으며, 감도의 평균치는 1.49로 5일째 역시 감도가 1.30으로 떨어져 허용 범위에 속하지 않았으며, 대조도의 평균치는 0.79로 허용 범위에 모두 포함되었다.

B기관의 한 달 동안의 자동현상기관리 중 자동노출

(AEC)의 경우 5일간의 평균치가 1.0이며, 실험 2일째의 변화가 커서 농도 1.21로 허용범위 내에 속하지 못하였으며, 포그는 0.14, 감도의 평균치는 1.16, 대조도의 평균치는1.48로 모두 허용 범위 내에 있었다.

C기관의 자동노출(AEC)의 정도는 5일간 평균이 0.95로 실험개시 7일째의 농도가 0.78로 떨어 졌다. 또한 포그는 0.16, 감도의 평균치는 1.27로 역시 실험개시 7일째에 농도가 1.10으로 떨어져 허용 범위 내에 속하지 못하였으며 감도저하로 현상액을 교환하였다. 그 후의 감도는 안정되었다. 또한 대조도의 평균치는 1.21로 그 차이는 크지 않았다.

D기관은 실험개시 1~5일간의 자동현상기에 의한 농도가 불안정하여 6~10일 것을 평균하여 기준으로 하였다. 자동노출(AEC)정도의 5일간의 평균은 1.20으로 나타났으며, 포그는 0.17, 감도의 평균치는 1.03이며 실험개시 1~5일을 제외하면 모두 허용 범위 내에 있었다. 또한 대조도의 평균치는 1.40으로 1일째를 제외하면 모두 허용 범위 내에 속하였다.

## 4. 화상 평가

유방 팬톰 model 18-222를 촬영한 후 기관별로 평가한 결과 Table 3-1과 같으며, 각 기관별 화상 평가를 살펴보면 A기관의 min R/CM-H가 농도나 대조도, 선예도(LP/mm)가 좋고, 석회화상과 섬유소, 종괴에서도 작은 것이 보이므로 좋게 나타났다. 또한 D기관의 Medium/UM-MAHC가 농도 형성은 가장 우수하였다(Table 3-1 참조).

Table 3-1. Evaluation of Image according to medical facilities.

| 기관 | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| Screen/Film | min-R/ CM-H | Fine/ CM-H | min R/ min RH | Medium/ UM-MAHC |
| Optic Density | 1.33 | 0.82 | 0.82 | 1.59 |
| Contrast | 0.41 | 0.32 | 0.51 | 0.44 |
| LP/mm | 8.00 | 7.70 | 7.00 | 7.30 |
| $CaCO_3$(mm) (석회화상) | 0.186<br>0186<br>0.186 | 0.186<br>0.175<br>0.196 | 0.196<br>0.196<br>0.196 | 0.196<br>0.186<br>0.196 |
| Nylon fiber(mm) (섬유소) | 0.59 | 0.89 | 0.75 | 0.59 |
| Mass(mm) (종괴) | 1.98 | 2.38 | 2.90 | 1.85 |

Evaluation of Image according to screen.

| Film | UM-MAHC | | |
|---|---|---|---|
| Screen | min R | Fine | Medium |
| Optic Density | 1.12 | 0.88 | 1.59 |
| Contrast | 0.40 | 0.41 | 0.44 |
| LP/mm | 7.50 | 7.30 | 7.30 |
| $CaCO_3$(mm) (석회화상) | 0.186<br>0.196<br>0.196 | 0.186<br>0.196<br>0.196 | 0.196<br>0.186<br>0.196 |
| Nylon fiber(mm) (섬유소) | 0.62 | 0.65 | 0.59 |
| Mass(mm) (종괴) | 2.25 | 2.37 | 1.85 |

Table 3-2. Evaluation of Image according to system.

| screen | Min R (Kodak) | | | Fine(Fuji) | | Medium(fuji) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Film | CM-H (Konica) | min-RH (Kodak) | UM-MAHC (Fuji) | CM-H (Konica) | UM-MAHC (Fuji) | UM-MAHC (Fuji) |
| Optic Density | 1.33 | 0.71 | 1.12 | 0.82 | 0.88 | 1.59 |
| Contrast | 0.41 | 0.37 | 0.40 | 0.32 | 0.41 | 0.44 |
| LP/mm | 8.00 | 6.80 | 7.50 | 7.70 | 7.30 | 7.30 |
| $CaCO_3$(mm) (석회화상) | 0.186<br>0.186<br>0.186 | 0.196<br>0.191<br>0.196 | 0.186<br>0.196<br>0.196 | 0.186<br>0.175<br>0.186 | 0.186<br>0.196<br>0.196 | 0.196<br>0.186<br>0.196 |
| Nylon fiber (mm)(섬유소) | 0.59 | 0.69 | 0.62 | 0.89 | 0.65 | 0.59 |
| Mass(mm) (종괴) | 1.98 | 2.23 | 2.25 | 2.38 | 2.37 | 1.85 |

Evaluation of Image according to film.

| screen | min R | | |
|---|---|---|---|
| Film | CM-H | min RH | UM-MAHC |
| Optic Density | 1.33 | 0.71 | 1.12 |
| Contrast | 0.41 | 0.37 | 0.40 |
| LP/mm | 8.00 | 6.80 | 7.50 |
| $CaCO_3$(mm) (석회화상) | 0.186<br>0.186<br>0.186 | 0.196<br>0.191<br>0.196 | 0.186<br>0.196<br>0.196 |
| Nylon fiber(mm) (섬유소) | 0.59 | 0.69 | 0.62 |
| Mass(mm) (종괴) | 1.98 | 2.23 | 2.25 |

The Average glandular dose(mrad) according to exposure dose(1R) in breast thickness 4.2 cm.

| Mo/Mo Target-Filter X-ray Tube Voltage (kVp) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HVL | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |
| 0.30 | 151 | 153 | 155 | 156 | 157 | 158 | 159 | | |
| 0.31 | 156 | 157 | 159 | 160 | 161 | 162 | 163 | 164 | |
| 0.32 | 160 | 162 | 163 | 164 | 166 | 167 | 168 | 168 | 170 |
| 0.33 | 165 | 166 | 168 | 169 | 170 | 171 | 173 | 173 | 174 |
| 0.34 | 170 | 171 | 172 | 173 | 174 | 175 | 176 | 177 | 178 |
| 0.35 | 174 | 175 | 176 | 177 | 178 | 179 | 180 | 181 | 182 |
| 0.36 | | 179 | 181 | 182 | 183 | 184 | 185 | 185 | 186 |
| 0.37 | | | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | 190 | 191 |
| 0.38 | | | | 190 | 191 | 192 | 193 | 194 | 195 |
| 0.39 | | | | | 196 | 197 | 198 | 198 | 199 |
| 0.40 | | | | | | 201 | 202 | 203 | 204 |
| 0.41 | | | | | | | 206 | 207 | 208 |
| 0.42 | | | | | | | | 211 | 212 |

The Average glandular dose(mrad) according to exposure dose(1R) in breast thickness 4.2 cm.

| Mo/Rh Target-Filter X-ray Tube Voltage (kVp) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HLV | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |
| 0.36 | 186 | 187 | 187 | 188 | 188 | 189 | 190 |
| 0.37 | 190 | 191 | 191 | 192 | 193 | 193 | 194 |
| 0.38 | 194 | 196 | 196 | 197 | 197 | 197 | 198 |
| 0.39 | 199 | 200 | 200 | 201 | 201 | 202 | 202 |
| 0.40 | 203 | 204 | 204 | 205 | 205 | 206 | 207 |
| 0.41 | 207 | 208 | 208 | 209 | 209 | 210 | 211 |
| 0.42 | 211 | 212 | 212 | 213 | 213 | 214 | 215 |
| 0.43 | 216 | 217 | 217 | 218 | 218 | 219 | 219 |
| 0.44 | 220 | 221 | 221 | 222 | 222 | 223 | 223 |
| 0.45 | 224 | 225 | 225 | 226 | 226 | 227 | 227 |

The Average glandular dose(mrad) according to exposure dose(1R) in breast thickness 4.2 cm.

| Rh/Rh Target Filter X-ray Tube Voltage (kVp) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HVL | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |
| 0.37 | 196 | 199 | 202 | 205 | 207 | 209 | 211 |
| 0.38 | 201 | 204 | 207 | 209 | 211 | 213 | 215 |
| 0.39 | 206 | 208 | 211 | 214 | 216 | 217 | 219 |
| 0.40 | 211 | 213 | 216 | 218 | 220 | 221 | 223 |
| 0.41 | 215 | 217 | 220 | 222 | 224 | 225 | 227 |
| 0.42 | 220 | 222 | 224 | 226 | 228 | 229 | 231 |
| 0.43 | 224 | 226 | 228 | 230 | 232 | 233 | 235 |
| 0.44 | 229 | 231 | 233 | 235 | 237 | 238 | 239 |
| 0.45 | 234 | 235 | 237 | 239 | 241 | 242 | 243 |

증감지 필름시스템에 따른 영상을 비교해보면 Table 3-2와 같으며, min R 증감지에는 CM-H 필름의 조합에서 모든 부분의 식별이 좋게 나타났고, Fine 증감지에는 UM-MAHC 필름이 좋으며, Medium 증감지에는 UM-MAHC 필름이 농도, 대조도, 선예도, 섬유소, 종괴의 식별이 가장 좋게 나타났다.

## 5. 평균유선조직선량의 측정

압박한 유방의 두께 4.2 cm에 대한 각 기관별 관전압별 공기 입사선량을 측정한 후 HVL에 대한 환산표를 적용하여 계산한 결과 Table 5와 같다. 감약곡선에 따른 공기 입사선량은 B기관의 24 kV시 820 mR에서부터 A기관의 30 kV 136 mR까지이며, 평균유선조직선량은 감약곡선 반가층에 의하면 0.28 mGy~1.39 mGy로 B기관에서 가장 많은 선량을 받은 것으로 나타났다. 이는 B기관의 24 kV에서 1.39 mGy와 A기관의 30 kV에서 0.28 mGy의 차이는 4.96배로 나타난 것과 같이 관전압과 기관에 따라 차이가 크게 나타남을 알 수 있다. 또한 관전압이 증가함에 따라 평균유선조직선량은 적어짐을 알 수 있다.

Al 환산 반가층에 의하면 A기관의 30 kV시 0.26 mGy에서 B기관의 24 kV시 1.31 mGy로 나타나 감약곡선 반

가층에 의한 경우보다 약간 적게 나타났으나 가장 많이 받은 경우와 적게 받은 경우의 차이는 5.03배로 나타나 비슷한 경향을 나타내었다. 타겟/필터 물질에 따라서는 Mo/Rh보다 Rh/Rh인 경우 평균유선조직선량이 5~8% 정도 적어짐을 알 수 있었다(Table 5 참조).

Table 5. The Average glandular dose(mrad) according to tube voltage in the Mo/Mo.

| kV | 기 관 | 입사선량(mR) | 평균유선조직선량(mGy) | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 감약곡선법 | Al환산법 |
| 24 | A | 177 | 0.31 | 0.27 |
| | B | 820 | 1.39 | 1.31 |
| | C | - | - | - |
| | D | 507 | 0.86 | 0.81 |
| 26 | A | 150 | 0.27 | 0.26 |
| | A* | 124 | 0.27 | 0.27 |
| | A** | 126 | 0.25 | 0.25 |
| | B | 602 | 1.14 | 1.09 |
| | C | - | - | - |
| | D | 433 | 0.76 | 0.73 |
| 28 | A | 141 | 0.29 | 0.26 |
| | A* | 116 | 0.24 | 0.24 |
| | A** | 107 | 0.24 | 0.24 |
| | B | 475 | 0.96 | 0.93 |
| | C | 386 | 0.78 | 0.74 |
| | D | 320 | 0.75 | 0.70 |
| 30 | A | 136 | 0.28 | 0.26 |
| | A* | 111 | 0.25 | 0.24 |
| | A** | 98 | 0.23 | 0.24 |
| | B | 374 | 0.79 | 0.76 |
| | C | 313 | 0.65 | 0.62 |
| | D | 338 | 0.70 | 0.67 |
| 32 | A | - | - | - |
| | A* | 108 | 0.24 | 0.25 |
| | A** | 93 | 0.23 | 0.23 |
| | B | 286 | 0.62 | 0.61 |
| | C | - | - | - |
| | D | 302 | 0.63 | 0.60 |

A* : Mo/Rh, A** : Rh/Rh

## V. 고 찰

맘모그래피에서 입사되는 선질은 영상 콘트라스트와 피폭선량에 미치는 영향이 크다[1].

ACR기준에 따르면 반가층은 압박판을 포함하고 측정해야 하며 산란선의 영향을 피하기 위해서 압박판은 X선관 장치에 가까이 하고 조사야는 선량계를 커버 할 수 있는 넓이로 하면 된다.

측정 기준이 통일되지 않으면 측정치는 매우 큰 변화가 생긴다.

반가층 측정은 감약곡선을 이용한 것의 오차가 2.5에서 5.9%에 비해 Al환산 반가층의 오차는 5.0에서 9.1%로 다소 크게 나타났다.

유방은 크기와 유선조직의 밀도가 각기 달라서 진단가치가 있는 임상화상을 안정적으로 묘사하기 위해서는 AEC의 작동확인은 매우 중요하다.

본 실험 결과는 AEC의 결과 농도기준이 되는 1.40을 충족시킬 수 있는 시설은 한군데도 없었으며 또한 변화의 폭이 ±0.15로 제한하고 있으나 시설과 증감지 필름계에 따라 큰 차이를 보이고 있다. 이에 대해서 X선 장치와 자동현상기의 관리를 확인하고 그 원인을 추구하여 적절한 처치가 요망된다.

적절한 촬영 기기를 선택하여 사용해도 현상 상태가 떨어지면 고화질의 맘모그래피 상을 묘사시킬 수 없다. 고품질의 맘모그래피를 하기 위해서는 항상 AEC와 농도관리를 하여 영상의 특성을 감지할 필요가 있다. 맘모그래피에서는 감도와 콘트라스트를 동시에 관리하는 것이 바람직하며 기준치를 충족시키지 못할 때는 그 원인을 추구하여 적절한 대책이 있어야한다[1~9].

ACR 메뉴얼의 팬텀 화상 평가 방식은 RMI 제156 팬텀을 사용하도록 되어 있다[4,9]. 본 실험에서는 형편에 따라 victoreen inc. model 8-222를 사용하였다. 그 구조는 섬유소, 종괴 및 미소석회화 모의 시료를 내장한 왁스가 아크릴 블럭 내에 있는 구조로 압박된 유방 두께 4.5 cm, 지방과 유선이 50/50 비율의 유방조직과 동등한 것이다.

사진 농도를 보면 기관에 따라 농도는 0.82~1.59로 큰 차이를 보이고 있었으며 농도 1.40에 가까운 기관은 A기관 한군데에 불과 하였으며 B와 C기관의 농도는 0.82로 농도부족이고 D기관은 1.59로 과대 농도를 보이고 있어 시스템 전체의 검토가 요망된다.

각 구조의 식별능을 평가한 결과는 각 기관과 증감지 필름 시스템에 따라 다소 차이가 있었다. 미소석회회군은 0.186~0.196 mm까지 식별할 수 있었다. RMI 156 팬톰으로 평가한 것과 비교하면 섬유조직과 미소 석회화군에서는 대체적으로 일치하고있으나 종괴에서 식별한도가 되는 0.75 mm에 비하면 큰 차이를 보이고 있어 앞으로 많은 연구와 노력이 있어야 할 것으로 사료된다.

맘모그래피를 할 때에 환자의 피폭선량은 6개월마다 X선 장치 점검 시에 선량평가를 해야하며[4], 압박된 유방 두께 4.2 cm에서 지방 50% 유선 50%의 대표적인 유방에 대한 입사공중선량을 측정하고 그 측정치에서 평균 유선

조직선량을 산출하게된다.

입사공중선량과 평균유선조직선량의 환산은 충분히 압박된 상태에서 유방의 입사표면 위치의 입사공중선량을 표에 따라 관전압과 반가층에 따라 산출된 값을 곱하여 구하는 방법과 제1 반가층을 파라메타로 하여 피사체 두께에 따라 산출하는 방법 등이 있다[5,4,7,10].

본 실험에서는 두 가지 반가층을 구하는 방법에 따라 입사공중선량과 4.2 cm 유방두께에 1 R 입사조사선량에 대한 유선조직선량 환산표를 이용하여 평균유선조직선량을 구하였다.

그 결과 입사공중선량은 Mo/Mo인 경우 136~820 mR, 평균유선선량은 0.26~1.39 mGy로 시설에 따라 많은 격차를 보이고 있었으며 유선흡수선량은 입사공중선량의 1/8~1/5 정도였다. 두께 4.5 cm의 ACR 팬톰에서 유선흡수선량은 3.0 mGy 이내가 기준으로 되어 있으나 이것은 과거의 표면 선량의 평가로 증감지를 사용하지 않던 시대의 대선량으로 규정된 것이다[11~13].

IAEA의 가이던스 레벨에서는 격자 사용시는 3.0 mGy, 격자를 사용하지 않았을 때는 1.0 mGy로 규정하고 있으나, ICRP의 선량 구속치는 2.0 mGy 이내로 하고 있어[4,12] 실제로 1.5~2.0 mGy로 설치하는 것이 타당하다고 사료된다.

## VI. 결 론

유방촬영에 대한 화질과 평균유선 조직선량에 대하여 서울시의 3개 병원 4대의 장치에 대하여 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 반가층의 측정은 장치마다 큰 차이를 나타내지는 않았지만, 감약곡선법에서는 최고 5.9%, Al환산법에서는 9.1%로 나타났다.

2. 자동노출기구의 정도에서 기본농도가 D = 1.40이 되어야 하나 정확하게 맞는 기관은 없었으며, B기관의 경우 농도변동의 허용차인 ±0.15를 훨씬 넘었다.

3. 자동노출기구를 이용한 촬영과 감광계를 이용한 자동현상기의 관리에서 현상기의 관리상태는 일반적으로 좋았으나, 몇몇의 경우에는 변동계수의 평균치가 허용 오차 밖으로 나타나 신중한 관리를 필요로 한다.

4. 유방 팬톰 촬영 후 화질의 평가에서 기관별 증감지/필름계에 따라 많은 영향을 받고 있음을 알 수 있었다.

5. 유방두께 4.2 cm에 대한 평균유선조직선량은 관전압에 따라 달라지며, Mo/Mo인 경우 0.26~1.39 mGy로 ACR기준의 3.0 mGy보다 적게 측정되었다.

이상에서와 같이 유방의 화질에 미치는 요인은 장치에 대한 HVL 및 AEC, 현상기에 대한 관리, 증감지/필름의 영향에 따라 달라지며, 이에 따라 환자가 받는 평균유선조직선량이 달라짐을 알 수 있었다.

## 참 고 문 헌


1. 日本放射線技術學會放射線撮影分科會 : 乳房撮影精度管理マニユアル.1997.
2. 楠原俊文 : マンモクラフイの問題点と今後の方向-乳癌檢診における技術的 課題 - 裝置の基本性能と品質管理, 日本放射線技術學會雜誌, 51(2):172~179, 1995.
3. American College of Radiology, Mammography Quality control for Medical Physicists and Radiologic Technologists, 1992.
4. 佐藤伸雄 · 藤崎達也 : 乳房撮影の管理法, 放射線診療にわける品質管理, 101~117, 醫療科學社, 1997.
5. 유방촬영장치의 검사기준 및 시험방법해설, 식품의약품안전청, 2001.
6. 寺田 央 : マンモクラフイの問題點と今後の方向 - 乳癌檢診にわける技術的 課題 - ガイドラインと その實際, 日本放射線技術學會雜誌, 51(2):167~171, 1995.
7. 허 준 역 : 유방화상검사기술, 신광출판사, 2001.
8. 허 준 : 맘모그래피의 정도관리, 화상연구, 9(2) : 5~12, 2001.
9. Gini wentz 著, 寺田 央 · 新屋昌惠 譯 : Mammography for Radiologic Technologists, 醫療科學社, 1993.
10. Tomohigko Horie : Mammography quality control program in Tokai University Hospital The measurement of half value layer and average glandular dose, J.J.A.R.T, 47(10): 1673~1678, 2000.
11. 草間朋子 : 放射線防護 Q & A, 醫療科學社, 1998.
12. 日本放射線師會 醫療被曝ガイドライン委員會 : 患者さんのための醫療被曝 ガイドライン(低減目標値). 日本放射線技師會雜誌, 47(10):1694~1750, 2000.
13. 山森和美 : 患者さんのにめの醫療被曝ガイドライン - 醫療被曝の現況と 診療放射線師の役割 - 日本放射線技師會雜誌, 48(2):150~155, 2001.

# A Study on the Image Quality of Mammography and the Average Glandular Dose

In Ja Lee · Hak Sung Kim · Sung Soo Kim* · Joon Huh**

*Dept. of Radiological Technology Dong Nam College*
*Dept. of Radiological Technology Shin Gu College**
*Institute of Radiological Technology Listem Co., LTD.***

We came to the following conclusion as the results of experiment on the image quality of mammography and the average glandular dose using 4 apparatuses at 3 hospitals in Seoul.

1. Whereas the measurement of half value layer showed no differences among the apparatuses, the measurement by an attenuation curve method showed some differences by 5.9%. There were 9.1% differences in the measurement by aluminum conversion method.
2. The basic density of an automatic exposure control unit must be D = 1.40, but there was no automatic exposure unit adjusted precisely at any hospitals. The unit at the B hospital exceeded the allowable limit by ±0.15.
3. In the photographing using an automatic exposure control unit and the management of an automatic film processor using a sensitometer, most automatic film processors were well kept. But in some cases the mean value of a fluctuation coefficient exceeded the allowable limit. There is a need for more cautious management.
4. The image quality of breast phantom photography was affected by the screen/film system among the hospitals.
5. The average glandular dose at a breast of 4.2 cm thickness depended on the tube voltage, In the case of Mo/Mo, it was measured 0.26~1.39 mGy less than ACR standard 3.0 mGy.

**Key words :** Half Value alyer, Automatic exposure control, Automatic film processor, Average glandular dose