

# 유방촬영용 X선장치의 선질 특성

동남보건대학 방사선과 · 고려대학교 보건대학 방사선과\* · 동아엑스선기계 방사선기술연구소\*\*  
이인자 · 김정민\* · 허 준\*\*

-Abstract-

## Measurement of X-ray Quality in Mammography Unit

In Ja Lee · Jung Min Kim\* · Joon Huh\*\*

*Dong Nam Health Sciences College, Health Sciences College, Korea University\**

*Institute of Radiological Technology, Dong-A X-ray Co., LTD\*\**

In the mammography, X-ray beam quality is one of the most important factors. Using X-ray mam-mography unit model GE/CGR Senography 600T Senix H.F. Authors studied four subjects.

1. The aluminum attenuation rate in 30 kVp when used with or without compression plate.
2. HVLs at 5 different area of the X-ray field of 26~32kVp.
3. HVLs to know the influence of corrected measurement or parallel measurement.
4. Film density with microdensitometer along and cross to the long axis of X-ray tube, in terms of the Heel effect in the X-ray field.

The following results were obtained.

1. Beam quality of anode area was harder than cathode area.
2. The dose reduction rate of compression plate was approximately 65.5%~88.1% and the beam quality with compression plate was hardened up to 4kVp accordingly.
3. If the X-ray beam enters the attenuation plate obliquely, HVL was 2.6~2.9% harder than perpendicular to it.
4. Because of heel effect, the film density of cathode area is higher than anode area to film density of 0.5.

## I. 서 론

유방암의 발생이 증가하고 있다. 유방암은 부인암 중 에서 자궁경부암에 이어 두 번째로 많이 발생하고 있 으나 2000년대가 되면 가장 많이 발생하는 암이 될 것으로 예상된다<sup>1)</sup>.

유방암은 조기에 발견하여 치료하면 예후가 좋은 편이 다. 따라서 유방X선촬영술은 이학적으로 촉진되지 않는 잠 재유암 혹은 조기 유암 발견에 의의를 두고 시행하고 있다.

그러나 실제로 유방X선촬영술의 가치는 그다지 높지 못한 경우가 있어 촉진으로 만져지는 병변이 전혀 묘출 되지 않은 경우도 있고 그 반대로 촬영기술에 따라 촉진 으로 알 수 없는 병소를 묘출 시킬 수도 있다.

유방X선촬영술의 진단율은 90~95%가 촬영기술과 현 상기술 등에 달려있으며 5~10%만이 판독력에 의지한다 고 알려져 있다. 따라서 좋은 화질의 X선사진을 얻는 것 이 초기 유방암을 발견하는데 기여할 수 있으므로 촬영 기술의 정확도가 요구된다.<sup>2~4)</sup>

본 연구는 유방촬영의 기본특성으로서 X선사진의 화상 콘트라스트와 환자 피폭선량에 관계가 깊은 선질에 관하 여 반가층의 변화를 검토하였고 압박판이 화질에 미치는 영향등에 대해서 실험하여 그 결과를 보고한다.

## II. 실험장치 및 재료

유방전용X선촬영장치 : GE/CGR, Senographe 600T, Senix HF

선량계 : Capintec Model PM-05 (chamber용량 5.3ml)

감약판 : RMI 115의 알루미늄판 0~1.0mmAl

Microdensitomter Konica PDM-7

## III. 실험방법

### 1. 감약특성

유방전용X선촬영장치(GE/CGR, Senographe 600T, Se-

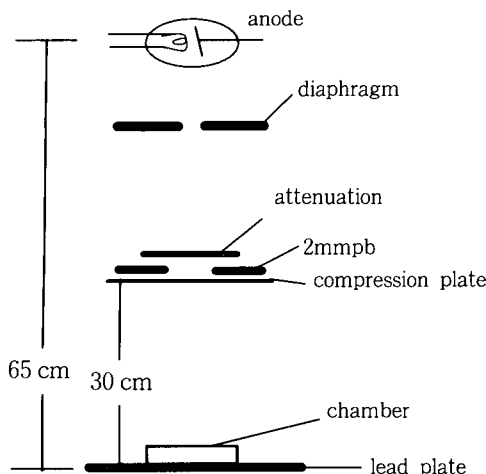


Fig. 1. Alignment of HVL measurement

nix HF)의 선량 감약특성을 측정하기 위하여 그림 1과 같이 초점 detector간 거리는 65 cm, 흡수체와 detector간 거리는 30 cm로 하고 산란선의 영향을 없애기 위해 2mm 납으로 조사야 제한을 하였다.

사용된 선량계는 Capintec제 Model PM-05로 chamber 용량은 5.3 ml을 사용하였으며, 감약판은 RMI 115의 알루미늄판으로 0~1.0 mmAl까지 두께를 변화시켰다. 이때 X선관 초점은 대초점으로 공칭치 0.3 mm, 관전압은 30 kV, 20 mAs로 하고 압박판이 있는 경우와 압박판이 없는 경우에 같은 방법으로 측정하여 감약특성을 비교하였다.

## 2. 반가층(선질)의 측정

출력의 변동은 반가층 측정에 미치는 영향이 크므로 이를 최소화 하기 위해서 진단용 방사선 발생장치의 재현성 검사 기준인 0.05이하인 것을 확인하였다.

반가층을 측정하기 위한 X선속은 X선 장치에 부착된 X선 조리개에 두께 3mm의 납판을 부착시키고 조사야의 크기를 chamber의 센서 부분이 들어갈 수 있는 정도까지 제한하였으며, 관전압을 26~32 kV까지 변화시키고 알루미늄의 두께를 증가시키면서 출력선량을 측정하여 반가층을 구하였다. 모든 측정위치는 그림 2와 같이 조사야내 양극 측의 중심과 음극 측을 주로한 유방촬영 범위내의 5개 측정점에서 하였으며, 똑같은 방법으로 압박판이 있는 경우와 없는 경우의 반가층을 측정하였다.

## 3. X선의 입사각에 따른 반가층 비교

반가층 측정시 C 측정점 이외의 위치에서 측정할 때 감약판의 배치를 수평으로 두면 X선속이 감약판에 대해서 수직으로 입사되지 않는다. 그러므로 X선이 감약판에 대해서 수직입사 될 때와 수평입사 될 때의 반가층 차이를 알아보기 위하여 관전압을 26~32 kV까지 변화시키고 알루미늄의 두께를 증가시키면서 출력선량을 측정하여 반가층을 비교하였다.

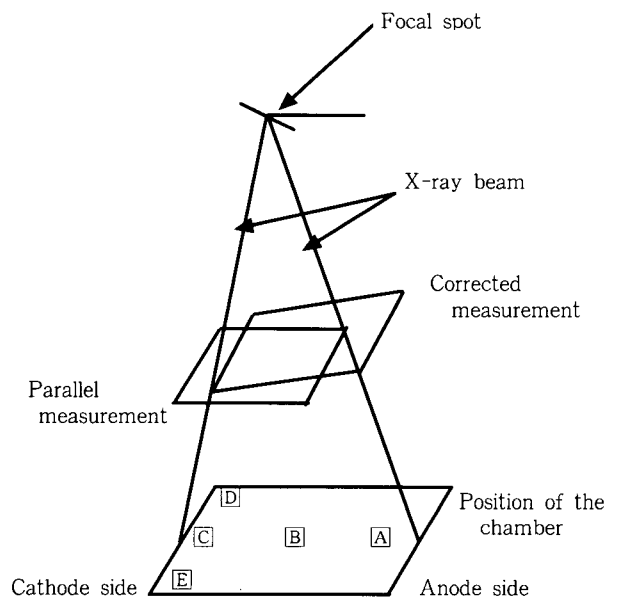


Fig. 2. Comparison of HVL between correct measurement and parallel measurement

## 4. 조사야 내에서 출력의 균일성

유방촬영시 동일 필름상에서 피사체가 없는 상태에서 농도분포가 균일하여야 한다. 그러나 X선관의 heel effect 현상 등이 있어 X선출력이 필름위치에 따라 불균등 할 수 있으므로 1매의 유방사진의 농도를 측정하여 선량분포변화를 실험하였다.

유방촬영시와 똑같은 상태에서 30 kV, 0.03 mm Mo filter를 사용하고 필름 농도가 1.0 정도 되도록 촬영한 후 microdensitometer Konica PDM-7로 X선관의 장축과 평행한 방향과 수직인 방향으로 스캔하여 사진농도가 변화되는 것을 측정하였다.

## IV. 실험결과

### 1. 감약특성

압박판이 있을 경우 압박판이 없을 때와 비교한 선량 감소효과는 표 1과 같다. 압박판이 있으면 65.5%~88.1%의 선량감소가 있으며 그만큼 선량을 증가시켜야한다.

유방전용 촬영장치의 30 kV시 측정위치에 따른 감약율

Table 1. Comparison of radiation dose with or without compression plate.

위치	A	B	C	D	E
압박판 없음	216	280	230	186.6	183.3
압박판 있음	190.4	214	153.6	122.7	120
감약율%	88.1	76.4	66.8	65.7	65.5

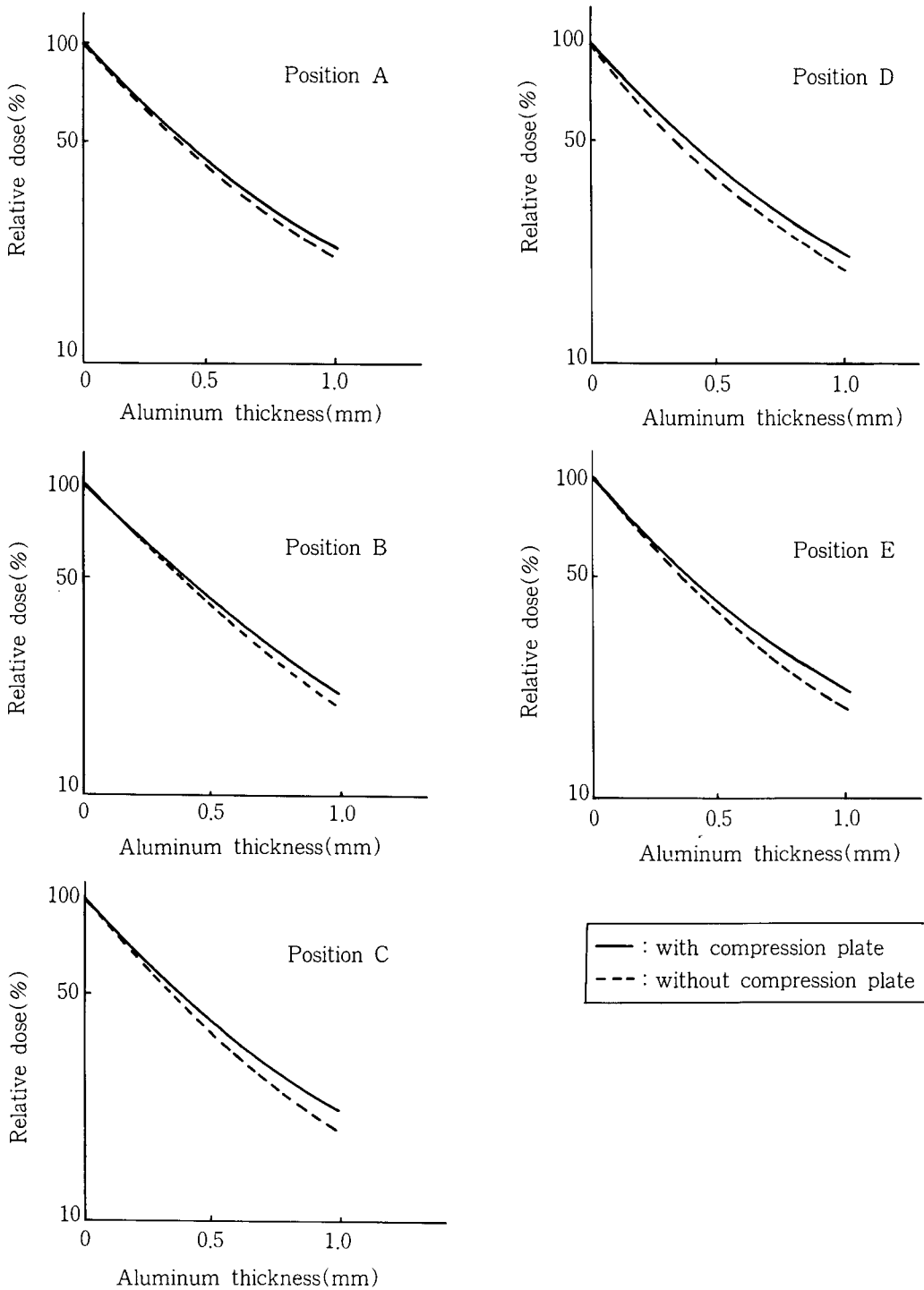


Fig. 3. Comparison of attenuation curves with or without a compression plate(30 kV)

은 그림 3과 같이 나타났다. 그림에서 보는 바와 같이 압박판을 사용할 때가 압박판 없을 때에 비해서 감약이 작게 되는 것을 알 수 있다. 또 측정 위치에 따라서 압박판의 영향이 다른데 음극 쪽인 C, D, E 위치가 약 3%정도,

양극 쪽인 A, B 위치가 약 1%정도의 감약차를 나타냈다. 따라서 음극측 C, D, E 위치에서 압박판으로 인한 선질의 변화가 더 큰 것으로 나타났다(그림 3).

## 2. 반가층(선질)의 측정

반가층측정용 감약판을 수평으로 놓고 관전압을 26~32kV로 변화시키면서 각 측정위치에서의 반가층을 측정 한 결과는 표 2와 같다. 표 2에서 보면 C 측정점(음극 측의 중앙)에서 압박판이 없을 때의 반가층은 26 kV에서 0.304 mmAl, 28 kV에서 0.324 mmAl, 30 kV에서 0.343 mmAl, 32 kV시 0.360 mmAl로 나타났으며, 또한 압박판을 사용할 때 관전압별 반가층의 변화는 0.339, 0.358, 0.378, 0.397 mmAl로 증가되고 있었다. 또 압박판 없을 때 32 kV의 선질 0.360 mmAl은 압박판 사용할 때 28 kV

Table 2. Changes of HVL according to kVp & compression plate

압박판		without compression plate				
kV	Position	A	B	C	D	E
	26	0.316	0.315	0.304	0.297	0.303
	28	0.333	0.327	0.324	0.316	0.323
	30	0.350	0.345	0.343	0.333	0.337
	32	0.365	0.362	0.360	0.352	0.355
압박판		with compression plate				
kV	Position	A	B	C	D	E
	26	0.342	0.339	0.339	0.338	0.340
	28	0.363	0.360	0.358	0.355	0.357
	30	0.382	0.380	0.378	0.374	0.376
	32	0.401	0.400	0.397	0.390	0.395

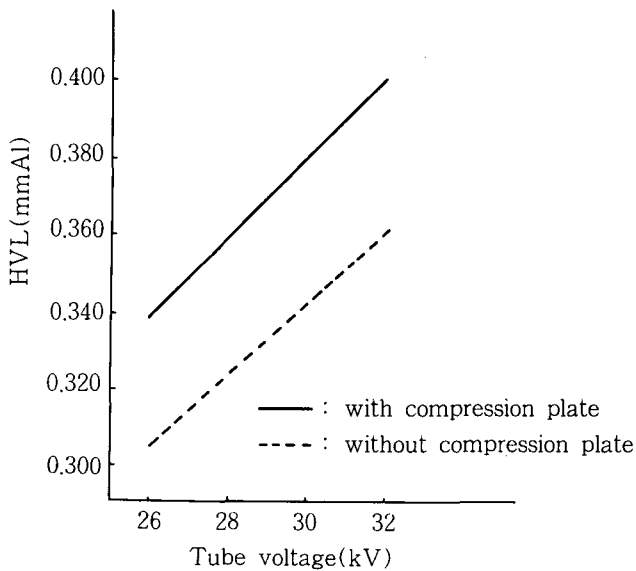


Fig. 4. Comparison of half value layer with compression plate and tube voltage(position C).

정도의 선질인 0.358 mmAl과 거의 같게 나타나고 있으므로 압박판으로 인한 선질의 변화가 4 kV 정도임을 알 수 있다(그림 4). 또한 그림 6에서 알 수 있듯이 측정위치에 따른 반가층은 A 측정점에서 반가층이 가장 크고, D 측정점에서의 반가층이 가장 적게 나타났다. 또한 압박판이 없을 때가 각 측정점 간의 차이가 크며 그 차이는 에너지가 작은 26kV에서가 더욱 크게 나타났다. 압박판을 사용하는 경우의 각 측정위치간의 반가층 차이는 압박판이 없는 경우보다 적었다(그림 5). 한편 각 측정위치에서의 반가층변화를 보면 30.kV시 A 측정점에서 반가층이 0.352 mm(압박판-), 0.382 mm(압박판+)로 가장 크며 D 측정

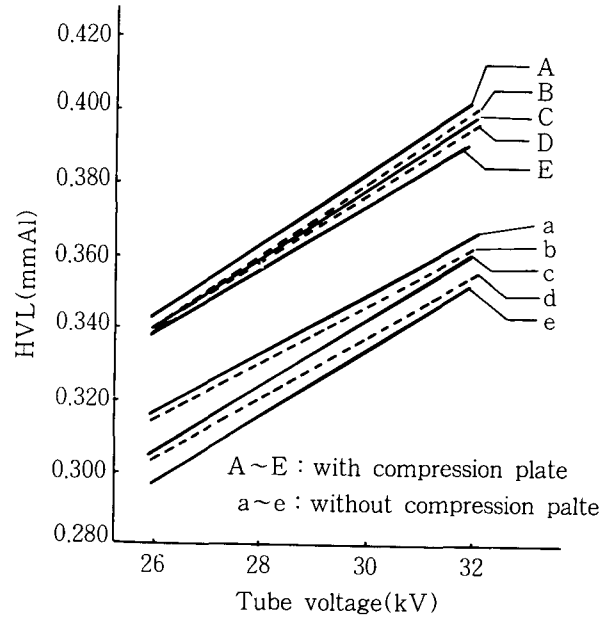


Fig. 5. Comparison of half value layers with positions

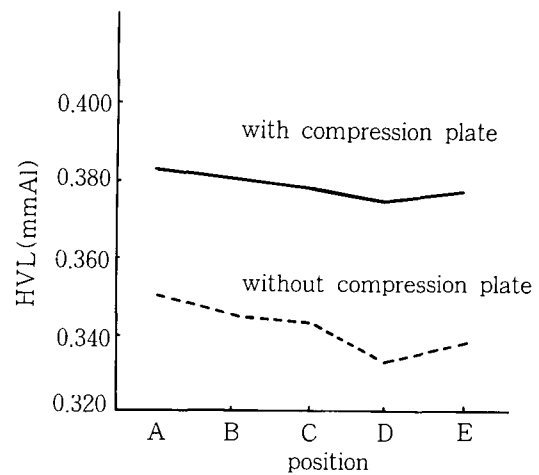


Fig. 6. Influence of half value layers with measurement positions(30kV).

점에서의 HVL이 0.333 mmAl(압박판-), 0.374 mmAl(압박판 +)로 가장 적게 나타났다. 반가층 변화의 경향은 A 측정점에서 E측정점으로 옮겨가면서 반가층은 적어지며 압박판이 없는 경우의 변화폭이 크게 나타나 압박판 자체가 여과를 증가시킴을 알 수 있다(그림 6).

### 3. X선의 입사각에 따른 반가층 비교

반가층 측정용 감약판을 X선 선속에 수평으로 위치했을 때와 수직으로 위치했을 때의 반가층의 차이를 측정 한 결과는 표 3과 같다. 표에서와 같이 C 측정점을 기준으로 해서 선속이 감약판에 수평 입사된 경우 반가층의 변화는 A 측정점에서 가장 크고 D, E 측정점으로 갈수록 적어지고 있지만 수직 입사할 경우에는 C 측정 점에서 반가층이 0.348 mmAl로 가장 적고 A, B 측정점의 반가층은 C 측정점에 비해서 약 3.7%정도, D, E 측정점은 약 1.6%정도 크게 나타났다. 또한 모든 측정점에서 수직 입사시의 반가층이 수평입사시에 비해 크게 나타났으며 A,B 측정점에서는 약 2.6%, D, E 측정점에서는 약 2.9% 수직 입사가 크게 나타났다.

### 4. 조사야 내에서 출력의 균일성

압박판이 있는 경우와 없는 경우의 heel 효과에 의한 농도의 불균일성은 그림 7과 같다. X선의 출력은 양극측에 비해 음극측이 월등히 높으며 X-선관의 장축에 수직 한 방향으로서는 출력의 불균형이 없었다. 또한 X선의 출력변동은 압박판의 유무에 관계 없었으며 양극측에 비해

Table 3. Comparison of HVL between correct measurement and parallel measurement

30kV, 20mAs, 압박판(-)

Position	A	B	C	D	E
correct	0.362	0.360	-	0.356	0.351
parallel	0.354	0.350	0.348	0.346	0.341

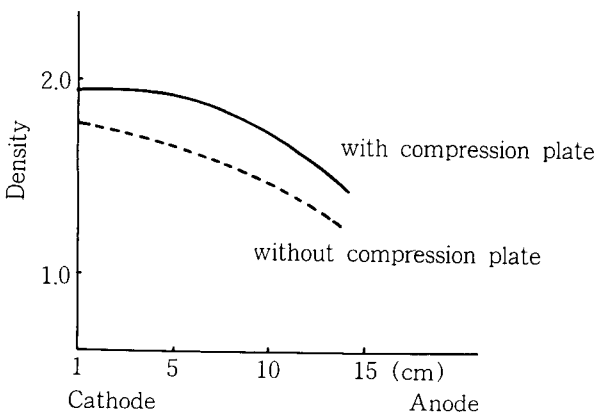


Fig. 7. Heel effect(cathode → Anode) of mamography unit.

음극측의 사진농도가 약 0.5정도 높게 나타났다.

## V. 고찰

유방을 조직적으로 볼 때 변화된 한선(sweet gland)으로서 12~24개의 선조직으로 이루어져 있고 각엽에는 각각 분비도관이있다. 연령의 증가나 임신 등 생리학적 변화에 의해 이러한 선조직은 위축되어 지방조직으로 대체되며 이때 이들의 결합조직이 유방촬영사진에 보이게 된다. 특히 40세 이전의 치밀한 유방조직이 나이가 증가함에 따라 점차적으로 지방조직으로 대체되면 유방암의 특징적인 소견들이 X선상 정상 유방조직과 쉽게 구별되기 때문에 고령자 일수록 유방 X선촬영에 의한 진단율이 높아진다. 상대적으로 젊은여성, 치밀한 유방조직을 가진 여성에서는 병소와 유방조직과의 콘트라스트가 저하되므로 병소 발견을 및 진단율이 떨어진다.<sup>5)</sup>

따라서 유방 X선촬영시에 적절한 콘트라스트로 병소를 묘출시키기 위해서 여러가지 기술을 구사하여야 한다. X선 발생장치와 수상시스템을 적절히 연결 사용하고 사진 콘트라스트를 좋게 하여 진단정보량이 많은 X선 사진을 묘사하기 위한 연구가 이루어지고 있다. 특히 피사체 콘트라스트에 영향을 미치는 X선 강도와 피사체인자에 관해서는 반가층 측정에 의한 선질비교 실험이 있다.<sup>6,7)</sup>

유방X선촬영시에 사용되는 관전압은 일반적으로 25kV~35kV정도가 사용되나 Mo X선관에 의한 최적 촬영 관전압은 25kV~28kV범위가 적당하다. 콘트라스트를 증가시킬 목적으로 격자를 사용할 경우에는 약간 높은 30~32kV를 이용하며 적은 선량으로 적정 농도와 대조도를 얻을 수 있다. 유방촬영 영역에서 반가층을 측정할 때 후방 산란선량의 영향을 최소한으로 억제하기 위해서 챔버 밑에 납판을 놓고 측정하여야 하며 X선 조사 면적이 증가되면 알루미늄으로 부터 전방 산란이 발생되므로 X선속은 최소한으로 좁히고 측정하는점에 주의하여야 한다.

유방촬영에서 압박을 하면 유방이 얇아져 화상콘트라스트가 향상되고 유방과 수광체간의 거리가 짧아져 기하학적인 불선예도를 적게 할 수 있다. 그리고 유방이 평탄하게 되며 X선감약을 균등하게 할 수 있어 압박촬영은 절대 필요하다. 그러나 압박판에 의해서 X선속은 선량감소효과와 함께 여과되어 선질 경화가 일어나고 화상의 콘트라스트 저하가 나타난다. 압박판에 의한 선량감소효과는 65.5%~88.1%로 그만큼 출력을 증가시킬 필요가 있다. 압박판에 의한 선질경화는 반가층으로 약 0.03 mmAl 정도이며 관전압으로는 약 4kV에 해당한다. 유방촬영장치는 압박판에 의해서 선질 경화가 커지므로 저관전압에 의한 고 대조도 묘사효과가 반감될 수 있어 압박판의 재질은 X선 흡수가 적은 것이 요구된다. 압박판의 재질은 거의 대부분의 장치는 아크릴계 물질로 구성되어 있으나 Senographe에 사용된 압박판의 재질은 스티롤(C<sub>8</sub>H<sub>8</sub>)계의 LeXan으로 질량감약계수가 작아, 선량감소와 선질 경화가 작고 화상콘트라스트가 저하되는 것을 줄일 수 있게

되어있다<sup>8)</sup>. 감약판에 대해서 X선속이 비스듬히 입사될때는 수평입사에 비해서 감약판의 두께가 증가된다. 그 결과 반가층의 측정치는 음극측에 비해서 양극측이 크게 나타나고 있다.

X선 조사야 내에서 선질 및 선량이 변화되는 것은 heel effect에 의한 것으로 X선관 내에 가속된 전자는 양극의 표면뿐만 아니라 어떤 깊이까지 들어가 물질과 상호작용을 하여 X선을 발생시키기 때문이다. 음극방향으로 방출되는 X선은 양극의 비교적 얇은 곳에서 발생이 되어 타깃 물질에 따르는 감약의 영향을 별로 받지 않는다. 그러나 양극방향으로 방출되는 X선은 양극의 깊은 곳에서 발생되며 감약이 많아져 타깃 물질 중에서 여과되어 선질이 경해지기 때문이다. 실험결과 선량차에 의한 사진농도의 차이는 음극측의 농도가 높고 양극측의 농도가 낮으며 농도 0.5정도의 변화를 보이고 있다. 한편 선질변화로 반가층의 차이는 양극측(A위치)의 선질이 경하며 음극측(C위치)의 선질이 연하지만 실제로 반가층으로 0.01 mm Al 차이에 불과하여 선질차이는 아주 적음을 알 수 있다.

## VI. 결 론

유방촬영용X선장치의 선질특성을 파악하기 위한 실험결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 조사야 내의 측정위치에 따른 선질(반가층)은 양극측(A쪽)이 경하며 음극측(C쪽)이 연하다.
2. 유방촬영시 압박판을 사용하므로 압박을 하지 않을 때에 비교하여 65.5%~88.1%의 선량감소 효과가

있으며 4kV에 해당하는 선질 상승효과가 있다.

3. X선속이 감약판에 수직으로 입사시 수평 입사에 비해 선질(반가층)이 약 2.6~2.9% 더 경하다.
4. 조사야 내의 출력 변화(heel effect)는 압박판의 사용과 관계가 없이 음극측이 양극측보다 필름농도로 0.5정도 높다.

## 참 고 문 헌

1. 木戸長一郎：乳癌檢診の世界的動向とわが國の 對應, 日本放射線技術學會雜誌, 49(10)：1792, 1993.
2. 千安式部：マンモグラフの撮影技術, 日本放射線技術學會雜誌, 49(10)：1819~1828, 1993.
3. 金森勇雄・野田勉・田中史郎 外：乳房映像検査の實踐, 醫療科學社, 1996.
4. 寺田央・新屋昌惠역：放射線技術のためのマンモグラフィ(Gin wentz蕃)醫療科學社, 1993.
5. 김동숙외：Grid technique을 이용한 High Contrast 유방촬영술, 제 23회 방사선사 학술대회연제집, 1988.
6. 守屋雅光・吉田彰・大北和夫：乳房撮影用 X線装置の基本特性(半價層の測定), 日本放射線技術學會雜誌 50 (11)：1824~1829, 1994.
7. 越田吉郎・水島降・山本友行 外：乳房撮影における半價層と線質の検討, 日本放射線技術學會雜誌, 51(10)：1569, 1995.
8. 逸見曲子・大倉保彦・三村珠實 外：乳房任迫板における材質の検討, 日本放射線技術學會雜誌, 51(10)：1568, 1995.