

유방 X-선 촬영술에서 한국 여성의 적정 압박력에 대한 고찰과 촬영 조건 비교

ABSTRACT

Evaluation of Compression Power for the Breast of Korean Woman during Mammogram

*Department of Diagnostic Radiology, Yongdong Sevrance Hospital
Yonsei University, College of Medicine
Young Wha Kim, Keung Sik Kim, Young Kap Kwon*

Purpose : For the woman, compression of breast during mammogram introduce pain that woman used to have fear for mammogram. Therefore, the purpose of this study was to determine the adequate and minimized compression power for mammogram with maintaining the imaging quality.

Materials and Methods : A total of six hundred and twenty eight cases $n = 400$ cases for CR-HR mammogram, $n = 228$ cases for film-screen mammogram from 157 patients were evaluated. According to three different compression powers such as 10daN, 15daN, 20daN, the changes of breast thickness were measured. We compared each exposure technic according to the density of breast parenchyma and each type of imaging quality CR-HR mammogram vs. film-screen mammogram.

Results : Decrease in breast thickness by 0.44 cm(mean) was obtained by changing compression power from 10daN to 15daN, and further decrease in thickness by 0.63 cm(mean) was acquired with compression power of 20daN. Thicker breast needed more exposure technic. In the same thickness of breast, denser breasts required more exposure technic than fatty breasts. CR-HR mammogram needed less exposure technic than film-screen mammogram.

Conclusion : Three to six centimeters of breast thickness in the compression power of 15daN were the most frequently seen and only a few cases had breast thickness over 6 cm. As the thinner breast has less change of exposure technic, compression power of about 8~17daN(same kilograms force and 18~38 pound force)(small, dense, C-C view~large, fatty, MLO view) in which the breasts keep their elasticity affecting film contrast, would be desirable for image quality improvement, exposure technic reduction and pain reduction. CR study would reduce the exposure technic of mammogram.

I 서 론

유방암의 증가¹⁾ 및 폐경 후 Hormone치료의 증가^{2, 3)}로 유방 촬영의 건수는 증가하나 압박에 따르는 고통이 검사의 불안감을 증가시키는 요소가 되고 있다. American College of Radiology(ACR) 안내 지침에는 40세가 되면 기본적으로 유방촬영술을 시행하고 40대 이후에는 매년마다 검사 할 것을 제시하였다^{4, 5)}.

따라서 증상이 없는 여성도 여러 차례 검사를 받게 되므로 노출된 총 방사선 흡수선량이 증가하게 되므로 좋은 화질을 유지하면서 유방에 대한 방사선량을 감소시키는 것이 중요하나 압박에 대한 고통 또한 검사를 회피하게 하는 요소가 되므로 좋은 화질을 유지하면서, 유방에 대한 방사선량을 감소시키는 최대의 효과 안에서 압박 힘에 대한 공포를 감소시키는 압박의 힘을 조사해보고, PACS 도입에 따른 CR-HR IP study의 촬영조건과 종래의 film-screen type study의 촬영조건을 비교해 보아 한국 여성의 유방실질 음영별 적정 압박 힘과 position별 압박 힘, 평균 두께 및 각 음영실질별, 각 두께별 평균 촬영 조건을 비교 평가해 보고자 한다.

II 대상 및 방법

2001년 6월 본원에서 Screening 유방촬영술을 시행 받은 157명을 대상으로 하여 CR study에서 400건, film-screen study에서 228건, 즉 628건을 연구 대상으로 하였다.

유방촬영술은 GE의 Senographe DMR을 사용하였으며 SID(Source-Image Distance)는 66 cm, CR은 HR-IP Fuji system을 이용하였고 film-screen은 UM-MA HC Fuji film, UM-MAMMO FINE screen을 이용하였으며 현상시에는, FPM3500 Fuji현상기와 현상액, 현상시간은 90초 현상기 온도는 35도로 하였다.

유방 압박 힘의 단위(Table 1)는 daN, 즉 deca($\times 10$) Newton이며 10 daN, 15 daN, 20 daN으로 나누어서 각각의 두께 변화치를 구하고 각 두께에서의 촬영조건, 각 두께에서 필요한 저지극/여과기를 구하였다.

유방의 실질 음영 충실별 분류는 Wolf의 분류법에

Table 1. Force Unit Change Index

Pound-Force (lbf)	Kilogram-Force (kgf)	Newton (N-kg-m/sec ²)
1	0.45359	4.44792
2,20462	1	9,80665
0,2248	0,102	1
$2,248 \times 10^6$	$1,0197 \times 10^6$	10^5

* ACR 기준 적정 압박 힘; 20~45 lbf(= 9~20daN, kgf)^{4,5)}

* 일본 방사선 기술학회 권유 적정 압박 힘; 12 kgf 이하(26 lbf 이하)¹¹⁾

따라 N1, P1, P2, DY로 구별하여⁶⁾, 분류시에는 유선조직 대부분이 지방변성을 한 경우인 Fatty Breast(N1), 유선조직이 중간정도 퇴화하여 유방실질 조직과 지방조직의 중간단계로 된 경우인 Mixed type Breast(P1, P2), 유방의 실질 조직이 퇴화하지 않아 지방변성이 거의 없는 미만 성 유선조직이 충실한 경우인 Dense Breast(DY)로 구별하여^{7, 8, 13)} 각각의 압박 힘별 유방두께 변화와 유방 두께에 따른 kVp, mAs의 변화치를 평가하였다.

III 결 과

157명의 여성 중 Dense breast는 29예 116건, Mixed type breast는 83예 332건, Fatty breast는 45예 180건 이었다.

Dense breast가 적은 경우는 검사군의 평균 연령분포가 29세 이하 9명(5.7%), 30~39세 20명(12.7%), 40~49세 54명(34.5%), 50~59세 51명(32.5%), 60~69세가 23명(14.6%)으로 40세 이상 군이 128명으로 전체 81.5%를 차지하여 평균 연령 분포가 높은 것에 기인하며 40대 여성의 경우 유방실질음영의 충실도가 높은 군이 많은 것은 김승형⁹⁾ 등의 보고와 같이 40대 한국여성의 유방음영의 충실도가 서양여성보다 훨씬 높은 것을 알 수 있다(Fig. 1).

각 압박 힘별 평균 두께변화는 10 daN에서 15 daN으로 압박 힘을 변환 시켰을 때 평균 0.44 cm(n=3~6), 15 daN에서 20 daN으로 압박 힘을 변환시켰을 때 평균 0.63 cm(n=5~8)씩 더 감소하여 압박 힘이 강할수록 두께 감소치가 더 커졌다.

검사 대상군의 각 압박 힘별 평균두께 분포는 (Fig. 2)와 같다.

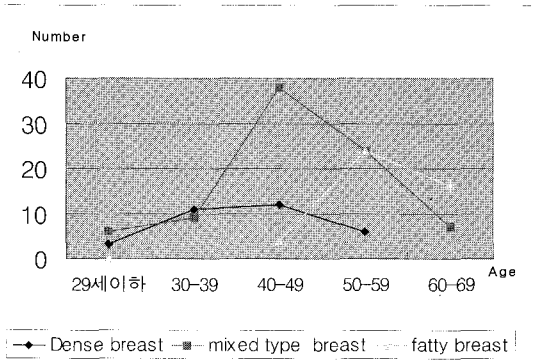


Fig. 1. Number of Patient to Parenchymal Density Pattern

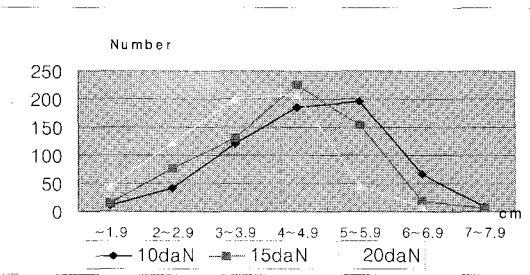


Fig. 2. Number of Patient to Compression Force from Average Thickness

검사 대상군의 평균 분포가 가장 많은 두께 치는 평균 압박 힘인 15 daN에서 3~6 cm 사이의 두께가 511건으로 전체 81.3%이었고 6 cm 이하가 603건으로 전체 96%를 차지했다.

각 유형별, 두께별 평균 촬영조건의 변화에서는 두께별 변화보다 유방음영 실질 층질별 조건의 변화가 더 크게 있었다(Table 2, 3). 3 cm 이상인 평균 두께 이상에서는 두께가 작아도 Dense breast의 경우가 더 두께가 큰 Fatty breast의 경우보다 조건이 같거나 더 많았다. 작은 두께로 갈수록 두께별, 유방실질 음영별 조건의 차이가 큰 두께로 갈수록 보다 작아졌다. 이는 유방의 두께가 서구여성¹⁰⁾ 보다 평균적으로 작은 한국여성은 더 강한 압박이 촬영조건 감소에 그만큼 영향이 작음을 의미한다. 작은 두께로 갈수록 Dense breast의 예가 많았고, 큰 두께로 갈수록 Fatty breast의 예가 더 많았다. 같은 두께에서 더 Dense 할수록 mAs의 양이 더 많았고, kVp는 두께와 관련이 있어 4.5 cm 이하 군은 거의 26 kVp, 4.5 cm 이상 군에서는 27, 28 kVp가 대부분이었다(26 kVp 486건, 27 kVp 110건, 28 kVp 32건).

CR study와 film-screen type study의 조건 하에서

는 평균 두께 치인 3~6 cm 사이 군에서 비교해 볼 때 CR study에서 26%의 촬영조건 감소로 적정 영상을 얻을 수 있었고 전체로는 평균 35.4%의 촬영조건 감소로 적정 영상을 얻을 수 있었다(Table 2, 3).

각 압박 힘별 두께 변화 연구(Fig. 2)에서는, 10 daN의 압박 힘의 경우에 Fatty breast이거나 Medio-lateral oblique position에서는 일반 적으로 유방의 탄력이 없게 만져져 압박 정도에 영향을 미치지 못하여 Film대조도의 불충실성을 의미했으며, 좋은 화질의 유방 촬영 영상을 유지할 수 있는 유방이 팽팽해지는 탄력의 힘은 유방실질음영이 Dense할수록 과 유방 면적이 더 작게 포함되는 Cranio-caudad position에서 더 작은 압박 힘으로 가능했고(8~12daN), 유방 실질 음영이 Fatty 할수록 과 면적이 넓고 pectoralis muscle이 포함되는 Medio-lateral oblique position에서 더 강한 압박 힘

Table 2. Change of Exposure Technic to Each Breast Parenchymal Density Pattern and Thickness for CR-HP IP study(20daN Compression Force)

Breast (cm) Thickness range on compression	Case	Breast Parenchymal Density	mAs	Average mAs
~1.9	3	Dense	18	14
	15	Mixed	17	
	11	Fatty	9	
2~2.9	18	Dense	29	23
	43	Mixed	23	
	16	Fatty	16	
3~3.9	10	Dense	43	36
	68	Mixed	35	
	25	Fatty	32	
4~4.9	16	Dense	67	55
	76	Mixed	52	
	61	Fatty	45	
5~5.9	6	Dense	88	72
	11	Mixed	71	
	15	Fatty	57	
6~6.3	×	Dense	×	94
	2	Mixed	95	
	4	Fatty	94	

Table 3. Change of Exposure Technic to Each Breast Parenchymal Density Pattern and Thickness for Film-screen Type Study(20daN Compression Force)

Breast(cm) Thickness range on compression	Case	Breast Parenchymal Density	mAs	Average mAs
~1.9	5	Dence	26	22
	8	Mixed	21	
	1	Fatty	17	
2~2.9	22	Dence	47	41
	14	Mixed	39	
	10	Fatty	30	
3~3.9	26	Dence	70	59
	56	Mixed	57	
	15	Fatty	46	
4~4.9	11	Dence	101	82
	28	Mixed	83	
	16	Fatty	68	
5~5.9	×	Dence	×	111
	12	Mixed	114	
	2	Fatty	96	
6~6.3	×	Dence	×	140
	2	Mixed	140	
	×	Fatty	×	

을 필요로 했다(12~17daN). 즉,

1. 유방이 작고 Dense한 경우; Cranio-caudad position 은 8~12 daN 정도의 압박힘, Medio-lateral oblique position은 12~15 daN 정도의 압박 힘을,

2. 유방이 크고 Fatty한 경우; Cranio-caudad position 은 10~15 daN 정도의 압박힘, Medio-lateral oblique position은 15~17 daN 정도의 압박 힘을 필요로 하였다.

두께가 작을수록 촬영 조건의 변화치가 작고 유방실질염증충실률이 조건변화의 큰 변수여서 C-C의 경우 15 daN 이상, MLO의 경우 20 daN의 무리한 압박으로 는 기대되는 효과가 크지 않았다.

IV 고찰 및 결론

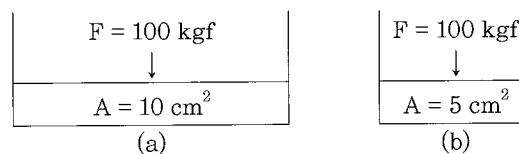
유방촬영술의 객관적 화질평가방법은 영상의 대조표

(contrast), 해상도(resolution), 속도의 감도(sensitivity of speed), 잡음(noise) 등의 물리적 계측에 의하여 결정되어, 유방촬영술의 만족스러운 조건이란 유선조직이나 유관조직과 지방조직을 식별할 수 있는 최대 대조도와 가능한 한 많은 양의 유방조직을 영상에 포함시켜야 한다.

압박이 덜되면 해상도가 나쁘고, 유방의 음영이 증가된다. 유방압박의 중요성은 유방의 두께를 균일하게 감소시켜서 산란선을 감소시키고 음영대조도를 증가시키며, 환자의 움직임도 줄여 영상의 예리함이 증가하므로, 압박이 덜 된 쪽의 해상도가 나쁘고 유방의 음영이 증가한다¹¹⁾.

그러나 유방의 압박 힘은 피검사자가 느끼는 압력의 개념에서 생각해야 한다.

압력(Pressure)은 단위 면적(Area)당에 가해지는 힘(Force)으로 정의되므로, 이는 $P = F/A$ (식 1)이 된다.



(식 1)에 의해 (a)의 압력은 10 kgf/cm^2 , (b)의 압력은 20 kgf/cm^2 가 된다.

즉, 같은 힘을 받을 때 면적이 작으면 압력이 커지는 것이다. 면적이 작을수록 느껴지는 압력의 고통은 더 커지므로(Fig. 3(a), Fig. 3(b), Fig. 4(a), Fig. 4(b)) 서구 여성보다 유방의 면적이 더 작은 한국 여성에서는 더 큰 압력감을 느껴 검사의 불안감을 증가시키고, 기피하게 하는 요인이 되게 하나, 유방의 면적이 크고 지방조직 함유량이 많은 서구여성보다 지방조직의 함유량이 작아 유선조직의 충실도가 서구 여성보다 더 높은 한국 여성들에서 영상 대조도를 높이기 위해서는 더 강한 압박 힘이 필요하다고 본다.

같은 압박 힘과 유방 면적에서 검사하는 여성의 고통의 강도는 월경 주기별(월경 전 매우 아프고, 월경 후 2~3일이 가장 편안한 상태)과, 유방실질염증의 충실도 별(출산수유 경험이 없고 연령이 낮을수록 유방실질 음영이 충실해지고 유방 실질 음영이 충실해질수록 고통이 증가한다), hormone제의 사용 유무(유방실질염증증가^{2, 3)})에 따라, 포함되는 유방의 면적이 작을수록 고통이 증가한다.

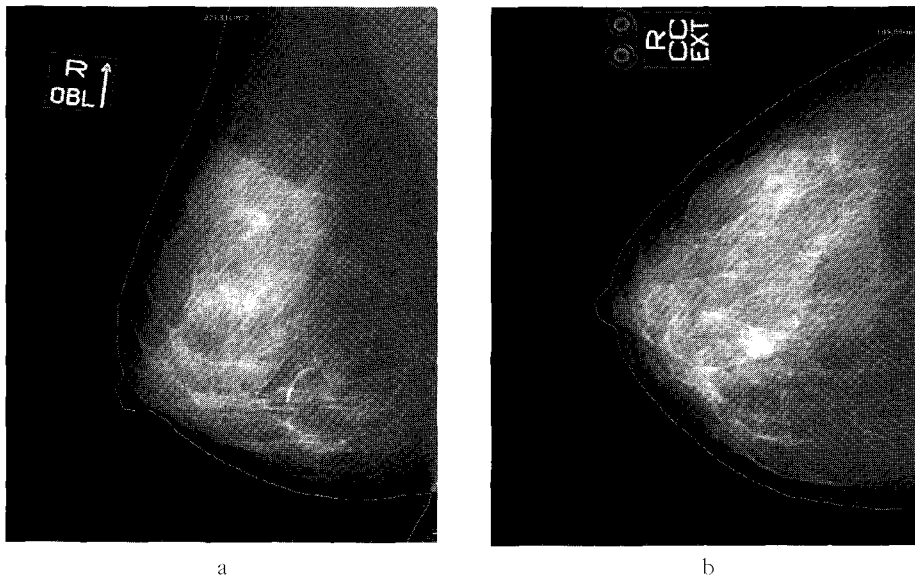


Fig. 3. Pressure of Large breast (15daN compression).
 a. MLO view, 225,31 cm², Pressure = 0,665749 N/cm²
 b. C-C view, 183,64 cm², Pressure = 0,816815 N/cm²

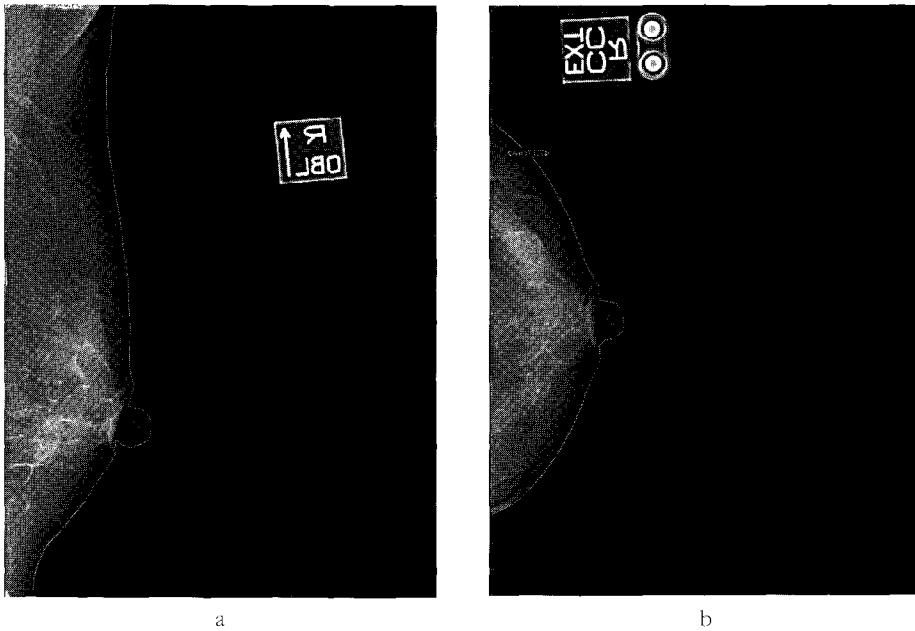


Fig. 4. Pressure of Small breast(15daN compression).
 a. MLO view, 94,09 cm², Pressure = 1,594218 N/cm²
 b. C-C view, 47,17 cm², Pressure = 3,1799872 N/cm²

방사선 조사 선량은 관전압의 3승과 관전류, 노출시간 거리 역자승에 비례하며 유방 내 피폭 선량은 사용 film, 증감지, grid의 종류와 유방두께 및 방사선 질

(energy)에 따라 증감된다¹⁴⁾. 유방조직의 촬영조건은 다른 여러 가지 요인들과 마찬가지로 유선 조직에 대한 피폭선량과 관계가 있으므로 좋은 화질의 유방촬영 영상을

유지하는 범위 내에서 이를 최소화 할 필요가 있다.

유방촬영검사에서 올 수 있는 방사선 노출에 의한 유방암 발생위험도 평가는 표면노출선량 + 중간부분에서의 흡수선량 + 깊이에 따른 흡수 선량 등이 이용되었으나, 이들은 유방암 발생과 직접적 관련이 있는 유선조직에 대한 평가가 아니라 유방조직 전체에 관한 것이라 여러 연구자들에 의해 유선조직에 대한 평균 방사선 흡수선량에 대한 연구가 있었다.^{7, 8, 10)}

Stanton^{10, 12)} 등에 의하면 유선조직의 평균 방사선 흡수선량(Dg)은 피부표면 노출선량(X_{ESE})와 방사선 흡수선량 변환인자(Dg_N)의 곱으로 얻어진다.

$$Dg = Dg_N \times X_{ESE}$$

Dg_N은 유방촬영기의 관전압, X선관의 저지극/여과기의 재료, 반가층(HVL) 및 유방조직의 유형과 두께에 따라 결정된다^{10, 12)}. 유방이 두껍고 유선실질염증이 충실할수록 한 단계 높은 관전압과 Rh 저지극/여과기 사용으로 mAs의 양을 줄일 수 있다.

저지극/여과기가 Mo/Mo, Mo/Rh, Rh/Rh로 갈수록 같은 관전압 하에서도 좀 더 높은 광자에너지가 유방조직을 투과하기 때문에 반가층(HVL) 또한 감소하는 경향을 보이고 유선조직이 치밀한 유방에서도 상대적으로 좋은 대조도를 얻을 수 있기 때문이다. 위의 보고에 의하면 4.5 cm 이상의 두께에서는 두꺼워 질수록 더 높은 kVp와 Rh/Rh사용으로 유선 조직의 평균 방사선 흡수 선량이 통계학 적으로 의의있게 낮게 평가되었다고 한다.^{7, 8, 10, 12, 13)}

하지만 본 연구의 628 study건 중에서 저지극은 100% Mo이었고, 여과기에서는 2건만이 Rh여과기가 필요한 경우였다.

최대 35 kVp까지의 관전압을 필요로 하는 서구 여성의 연구결과^{7, 8, 10, 12)}와는 달리 26 kVp가 필요한 경우가 전체의 77% 이상이었으며, 그만큼 두께가 작았음을 의미해 Screening 유방촬영술의 경우 29 kVp 이상 노출되지 않았으며, 평균 압박 힘에 비교적 가까운 15daN의 힘에서 6 cm 이하가 96%를 차지해서, 3~8 cm까지의 통계를 보고하는 서구여성의 연구^{7, 8, 10, 12)}를 그대로 적용하기에는 무리가 있었다.

Diagnostic 유방촬영술의 경우에는 Large hard mass, Silicone fluid injection 한 Implant 유방촬영술에서는 32 kVp까지의 관전압이 필요하며, Silicon이나 Saline Bag으로 성형을 한 유방촬영술의 경우에는 Bag의 두께

와 상관없이 유방의 두께로 촬영조건을 결정하고 위의 경우에는 Manual Exposure Technic을 사용하는 것이 바람직하다. 그리고 Silicone이나 Saline Bag 성형, Silicone fluid injection을 한 Implant 유방촬영술이나 Galactogram(=Mammary Ductogram)에서는 rupture와 조직 손상의 위험이 있으므로 5~6 daN 정도의 최소 압박 힘을 사용한다.

좋은 화질을 유지하면서 유방에 대한 방사선 촬영조건을 최소화하기 위해 실제 유방촬영술을 시행할 때는 여러 가지 요인을 고려해야 하나, 압박 힘의 경우에는 압박 힘에 대해 유방의 탄력이 증가하여 film 대조도를 향상시키고, 또한 심한 압박력에 대한 고통을 경감시키는 8daN(Dense할수록, 유방면적이 작을수록, Cranio-caudad view의 경우)~17daN(fatty할수록, 유방면적이 클수록, Medio-lateral oblique view의 경우)사이의 압박 힘 중에서 적정 압박 힘을 선별하여 선택해야 할 것이다.

참고문헌

1. 한국 중앙 암 등록 사업 연례 보고서(1999.1~1999.12) : 한국 중앙 암 등록 본부, 보건복지부 2001 ; 11~13.
2. 정미경, 오기근, 김미혜 : 호르몬 대체요법이 여성 유방에 미치는 영향, 대한 방사선 의학회지, 1995 ; 33 : 457~463.
3. 전 평, 이경상, 김선정 등 : 폐경기 후 여성 호르몬 투여에 따른 유방실질의 변화, 대한 방사선 의학회지, 1994 ; 31(5) : 983~988.
4. American College of Radiology : Illustrated Breast Imaging Reporting and Data System(BI-RADSTM) 3rd ed Reston(VA), American College of Radiology 1998.
5. American College of Radiology : Breast care - your guide to mammography Reston(VA), American College of Radiology 1997.
6. Kopans DB : Breast imaging 1st ed : Philadelphia Lip-pincott 1989 ; 4~6.
7. Wu X, Gingold EL, Barnes GT, Tucker DM. : Spectral dependence of glandular tissue dose in screen-film mammography, Radiology 1991 ; 179 : 143148.
8. Wu X, Gingold EL, Barnes GT, Tucker DM. : Normalized average glandular dose in molybdenum target-rhodium filter and rhodium target-rhodium filter mammography, Radiology 1994 ; 193 : 83~89.

9. 김승형, 김미혜, 오기근 : 유방촬영술상 연령에 따른 한국 여성의 유방 밀도 분석과 서양여성과의 비교, 대한 방사선 의학회지 2000 ; 42 : 1009~1014.
10. Xizeng Wu : Breast Dosimetry in Screen-Film Mammography, Screen-Film Mammography 1991 ; 159~175.
11. 撮影法, In : 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, 京都府 : 望月印刷, 1997 ; 2~3.
12. Stanton L, Villafana T, Day JL, Lightfoot DA : Dosage evaluation in mammography, Radiology 1984 ; 150 : 577~584.
13. 김태훈, 오기근, 신형철 등 : 유방촬영술시 선량측정기를 이용한 유선 조직의 평균 방사선 흡수선량에 대한 연구, 대한 방사선 의학회지, 1996 ; 35(6) : 999~1003.
14. 추성실 : 유방진단장치, X-선, 초음파, 자기공명의 원리, 촬영술 및 성능관리, 연세 의대 연수강좌 유방암의 영상진단, 1993 ; 1~12.