

# 디지털 유방확대촬영술에서 Air gap technique의 유용성 평가

## - Evaluation of the Usefulness for Air Gap Technique in Digital Magnification Mammography -

단국대학교병원 영상의학과

김미영

### — 국문초록 —

이 연구는 디지털 유방확대촬영술에서 방사선 피폭을 감소시키며 영상의 질을 유지하기 위한 최적의 촬영 조건을 알아보았다.

자동노출방식의 평균유선선량이 수동노출방식에 비해 높은 것으로 나타났다. 자동노출방식은 그리드(grid) 사용 여부에 따라 평균유선선량과 화질평가에 차이가 많았으나, 수동노출방식은 팬텀영상평가 점수에서만 차이가 있었다. 그러나 air gap technique을 사용할 경우 모든 노출방식에서 신호대잡음비의 증가가 뚜렷하게 나타났다.

따라서 유방확대촬영 시 air gap technique을 사용한다면 환자의 평균유선선량을 감소시키고 신호대잡음비를 높여 양질의 화질을 유지할 수 있을 것이다.

**중심 단어:** 유방확대촬영, 그리드, air gap technique

## I. 서 론

한국유방암학회에서 발간된 2013 유방암백서에 따르면 유방암은 우리나라 여성에게 발생하는 전체 암 중 갑상선암에 이어 두 번째로 흔한 암으로, 2010년 현재 유방암은 전체 여성암의 15.4%를 차지하고 있다. 이러한 유방암 환자 수는 1996년에 비해 2010년 약 4.3배의 증가를 보이고 있으며, 유방암 발병률이 높은 미국과 유럽 국가들의 발생률은 감소하는 추세인 반면 우리나라의 발생률은 가파른 상승곡선을 띄고 있다<sup>1)</sup>. 조기 유방암을 발견하는

것은 초기 병기진단과 치료의 성공을 위해 매우 중요한 일이다.

유방암 선별검사는 유방암의 조기진단과 사망률 감소를 목적으로 시행되고 있으며 대표적인 검사로는 유방촬영술이 있다. 특히 디지털 유방촬영술은 신호대잡음비(SNR, signal-to-noise ratio)가 우수하며 치밀유방의 평가와 미세석회화의 발견에 우수한 것으로 알려져 있다<sup>2)</sup>.

유방촬영술상의 석회화 유무는 종괴 및 음영의 증가, 구조의 왜곡(architectural distortion)과 더불어 유방암을 시사하는 중요한 소견이다. 특히 밀집된 미세석회화(microcalcification)의 침착은 관상피내암(DCIS, ductal carcinoma in situ)의 경우 70-85%에서 발견되는 중요한 소견이다<sup>3)</sup>. 하지만 미세석회화는 매우 작은 크기로 인하여 이를 발견하고 분류하는데 어려움이 따른다. 이러한 어려움을 해결하기 위해서는 상대적으로 높은 민감도와 특이도를 가지는 최적의 기술을 적용하는 것이 무엇보다 필요하다.

\* 접수일(2014년 3월 19일), 1차 심사일(2014년 5월 12일), 2차 심사일(2014년 6월 2일), 확정일(2014년 6월 16일)

교신저자: 김미영, (330-715) 천안시 동남구 안서동  
단국대학교병원 영상의학과  
Tel : 041-550-6915  
E-mail : 1004-atom@hanmail.net

유방확대촬영술은 공간분해능이 뛰어나 선별검사에서 발견되는 비정상 의심 병변에 대해 추가적으로 실시할 수 있는 촬영법으로서 초점과 유방사이의 거리를 감소시켜 확대를 하는 방법이다. 확대촬영의 효과는 해상도효과(sharpness effect), 잡음 효과(noise effect), 공기층 효과(air gap effect) 등이 있다. 확대도의 증가에 따라 함께 증가하게 되는 유방과 검출기 사이의 공기층은 검출기에 도달하는 산란선을 감소시킴으로서 산란 방지 격자 사용이 필요하지 않게 한다<sup>4)</sup>. 그러나 확대촬영시에는 유방과 초점사이의 거리가 감소함에 따라 피폭선량이 증가한다는 단점도 발생된다.

따라서 최적의 촬영조건을 설정하여 환자의 피폭선량을 감소시키고 영상의 화질을 향상시키는 것은 매우 중요하다. 이를 위해 이 연구에서는 산란 방지 격자의 사용 유무에 따른 팬텀영상을 평가함으로써 air gap technique의 유용성을 알아보고자 하였다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1. 실험장치

#### 1) 유방촬영장치

사용된 유방촬영장치는 Selenia(Hologic Inc., Bedford, MA, USA)이다. 이 장치의 target은 텅스텐(W)이며, filter는 로듐(Rh)과 은(Ag)으로 구성되어 있으며 유방의 조건에 따라 filter를 선택할 수 있다. 자동노출방식 중 auto filter를 선택할 경우 target/filter는 W/Rh으로 설정되며 유방의 크기가 크거나 밀도가 높은 경우 피폭선량 감소를 위해 W/Ag으로 자동 변경된다. 선원과 검출기간 거리(SID, source-to-image distance)는 65cm이며 확대촬영 시 관전류 30mA, 미세초점(0.1mm)을 설정하였다.

2) 유방팬텀은 미국영상의학회(ACR, American College of Radiology)의 Mammographic Quality Control Program에 의거하여 제작된 QC Phantom인 Gammex 156(Gammex Inc., Middleton, WI, USA)을 이용하였다.

팬텀은 4.2cm 두께로 압박된 유방에 해당되며 지방조직과 유선조직이 50:50의 비율로 구성되어 있으며 내부에 모조병소들이 들어 있다. 모조병소들은 6개의 섬유소(fiber), 5개의 미세석회화(speck)그룹(각 그룹은 6개의 미세석회화로 구성), 5개의 종괴(mass)로 구성되어 있다.

### 2. 실험방법

#### 1) 팬텀영상

디지털 유방촬영기에 확대촬영용 거상대(1.8배율)를 설치한 후 국소압박대를 이용하여 확대영상을 얻었다. 국소압박대는 팬텀 전체를 압박하기 위해 10×10cm 크기를 사용하였다.

자동노출방식(auto mode)과 수동노출방식(manual mode)에서 그리드 사용 유무에 따른 각각의 촬영을 실시하였다. 자동노출방식은 압박물질의 내부구성과 압박정도에 따라 노출조건(필터, 관전압, 관전류, 노출시간)이 자동으로 설정되는 auto filter방식을 이용하였다. 수동노출방식은 target/filter 조합을 자동노출방식과 같은 조합(W/Ag)으로 설정한 후 관전압을 27 kVp로 고정시키고 85 mAs에서 시작하여 조건을 10 mAs씩 줄여가며 55 mAs까지 4단계로 촬영하였다.

모든 촬영은 재현성 확인을 위하여 동일한 조건에서 각각 세 번씩 시행하였다.



Figure 1. Magnification device

#### 2) 평균유선선량 측정

평균유선선량(AGD, Average Glandular Dose)은 촬영시 장비에서 자동으로 측정되며 PACS 시스템(ViewRex, Techheim, Seoul, Korea)에서 영상의 DICOM 정보를 이용하여 측정치를 재확인하였다.

3) 팬텀영상 평가

팬텀영상 평가는 주관적 평가와 SNR을 이용한 객관적 평가를 실시하였다. 주관적 평가는 3명의 유방전문방사선사(경력 15년 이상)가 촬영조건을 모르는 상태에서 총 30장의 팬텀 영상을 평가하여 각각 보이는 모조병소의 개수를 기록하여 점수화 하였다. ACR 영상품질평가기준은 섬유소 병소 4개 이상, 미세석회화 병소 3개 이상, 종괴 병소 3개 이상이 보여야 하며 전체 16개 병소 중 10이상이 되어야 합격으로 판정한다.

SNR은 촬영된 팬텀 영상에서 첫 번째 종괴의 측면에 관심영역(ROI)을 위치시킨 후 얻어진 평균과 표준편차값을 이용하여 계산하였다. 만약 ROI에서 얻은 평균과 표준편차 값이  $49.3 \pm 1.8$ 이라면 SNR 계산방법은 다음과 같다.

$$\frac{(\text{평균} \times 10) - 400}{\text{표준편차}} = \frac{(49.3 \times 10) - 400}{1.8} = 51.66$$

4) 자료처리

자료처리는 SPSS 18.0 프로그램을 이용하여 변인들의 평균비교를 실시하였으며, 그리드 사용여부에 대한 차이를 분석하기 위해 독립표본 T검증을 실시하였다. 통계적 유의수준은  $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

III. 연구결과

1. 촬영조건에 따른 평균유선선량

자동노출방식과 수동노출방식에서 그리드 사용 여부에 따른 mAs과 평균유선선량은 Table 1과 같다.

Table 1. Average mAs and AGD

mode	mAs	grid		air gap technique	
		mAs	AGD	mAs	AGD
auto		83.8	3.13	60.6	2.26
manual	85	84.6	3.16	84.1	3.14
	75	74.1	2.76	74.2	2.77
	65	64.6	2.41	64.3	2.40
	55	54.6	2.03	54.3	2.03

AGD: Average Glandular Dose(mGy)

자동노출방식에서 팬텀을 4.2cm로 압박 후 촬영한 결과 관전압 27 kVp에서 그리드 사용 시 83.8 mAs가 측정되었으며 air-gap technique(non-grid 사용 시)을 사용한 경우에는 60.6 mAs가 측정되었다. 평균유선선량도 그리드를 사용할 경우 3.13 mGy로 air gap technique으로 측정된 2.26 mGy에 비해 높게 나타났다.

수동노출방식에서 관전압은 27 kVp로 자동노출방식과 동일하게 설정하였다. 관전류는 85 mAs로 자동노출방식과 유사한 수준에서 측정을 시작하였으며 10 mAs씩 조건을 감소시키며 촬영을 시행한 결과 75 mAs 이하에서 평균유선선량이 3 mGy 아래로 나타났다.

2. 평균유선선량과 팬텀점수

유방전문방사선사 3인이 평가한 모조병소들의 점수는 Table 2와 같다.

Table 2. Average detection scores

mode	mAs	grid			air gap technique		
		F	S	M	F	S	M
auto		5.67	3.83	4	6	4	3.83
	85	5.16	3.83	3.83	5.5	4	3.83
manual	75	5.33	4	3.83	5.67	4	4
	65	5.83	3.83	3.5	6	3.83	3.83
	55	5.33	3.83	3.33	5.56	3.83	3.5

F:fiber, S:speak, M:mass

자동노출방식에서는 air gap technique을 사용하였을 때 섬유소와 석회화의 점수가 더 높은 것으로 나타났다. 수동노출방식에서도 air gap technique 사용 시 섬유소와 종괴의 점수가 조금 더 높은 것으로 나타났으나 석회화의 경우에는 75 mAs미만 모든 단계에서 차이가 없는 것으로 나타났다(figure 2). 그리드 사용여부에 따른 점수를 확인 한 결과 사용여부와 상관없이 모든 촬영조건에서 품질관리 기준에 합격하는 것으로 나타났다.

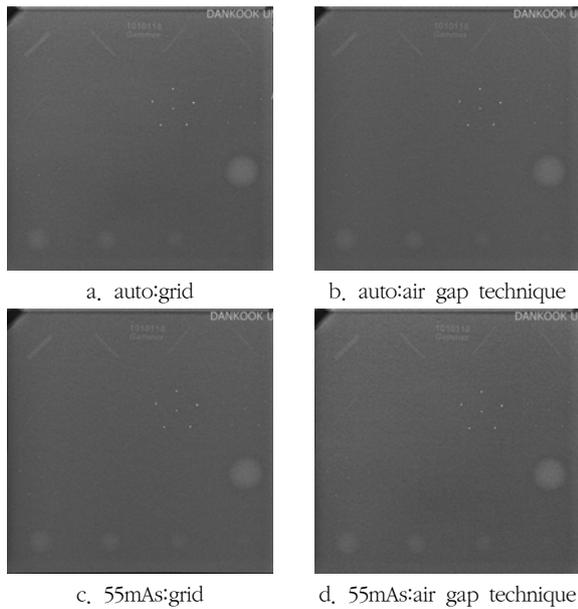


Figure 2. Phantom image

### 3. 평균유선선량과 SNR

이 촬영장비에서는 40이상의 SNR을 권고하고 있는데, 그리드 사용 여부에 따른 평균유선선량과 SNR의 관계는 Table 3과 같다.

Table 3. Average AGD and SNR

mode	mAs	grid		air gap technique	
		AGD	SNR	AGD	SNR
auto		3.13	49.86	2.26	51.46
manual	85	3.16	49.50	3.14	59.98
	75	2.76	48.88	2.77	58.56
	65	2.41	44.63	2.40	55.12
	55	2.03	40.42	2.03	51.76

SNR: signal-to-noise ratio

자동노출방식에서 그리드 사용 시 SNR은 49.86으로 나타났으며, air gap technique을 사용한 경우 51.46으로 나타났다. 수동노출방식에서 평균유선선량이 감소함에 따라 SNR은 감소하는 것으로 나타났다. 그리드 사용여부에 따른 SNR값은 자동노출방식에서와 마찬가지로 air

gap technique을 사용하였을 때 그리드 사용 시 보다 높은 SNR값이 나타났다(Table 4).

Table 4. Comparison of grid and air gap technique

	variance(n)	M±SD	t
AGD	grid	2.70±0.48	.559
	air gap technique	2.52±0.44	
SNR	grid	46.65±4.07	-3.472**
	air gap technique	55.38±3.87	

\*\* p<.01

## IV. 고 찰

유방암을 시사하는 여러 소견 중 미세석회화는 유방촬영술에서 주로 진단되며 조기 유방암 진단의 중요한 소견이다. 특히 비축지성 유방암은 30-50%에서 종괴 없이 미세석회화만으로 보이고, 이러한 미세석회화는 초음파에서 관찰되지 않을 수 있기 때문에 선별 검사에 있어서 유방촬영술을 통한 미세석회화의 발견 및 분석이 무엇보다도 중요하다<sup>5)</sup>. 미세석회화는 2 mm 이하의 석회화로 정의되며<sup>6)</sup>, 밀집된 미세석회화의 의미는 1 cm 이내에 4-5개 이상의 군집된 형태를 말한다<sup>7)</sup>. 유방암 중 악성에서는 주로 0.5 mm 이하의 크기를 가지는 경우가 많은데 유방촬영술을 통한 진단과정에서 일반적인 석회화는 쉽게 발견할 수 있으나, 미세석회화는 발견하기가 쉽지 않다.

미세석회화의 모양과 조직학적 진단의 연관성을 관찰한 보고들에 의하면, 가지 모양(branching), 선상(linear), 다형성(phleomorphism)일 때 악성을 시사하고, 또 크기가 작으며, 군집되어 있을수록 악성의 가능성은 높은 것으로 알려져 있다. 그러나 이러한 소견은 양성질환일 때도 나타날 수 있는데<sup>9)</sup>, Han 등<sup>10)</sup>은 종괴의 동반 없는 군집성 미세석회화가 있는 유방촬영술 사진의 정확성을 연구하여 악성석회화 감별의 정확도는 71.8%이며, 양성 석회화 감별의 정확도는 83%라고 보고 하였다. 이러한 결과들은 단순 유방촬영술 만으로는 악성과 양성의 감별이 어려우므로 확대촬영을 반드시 시행하고 악성이 의심이 되는 경우에는 조직학적 확진을 하여야 한다는 것을 시사하는 것이다.

유방확대촬영술은 미세국소 초점 X-선관을 이용하고

거상대 위에서 유방을 압박하여 1.5-2.0배까지 확대하여 촬영하는 방법으로 공간분해능과 SNR을 높여 미세석회화 검출의 정확성을 향상하고 미세석회화 분석에서 악성과 양성암의 감별 및 이차적 소견의 발견에 우수한 검사법으로 알려져 있다<sup>11)</sup>.

산란선은 피사체 대조도를 감소시키는 원인이 된다. 그리드 사용은 이차선(secondary radiation)을 흡수하여 대조도를 향상시키고 산란선을 흡수하여 선예도를 증가시키는 반면 노출량을 증가시켜 환자피폭선량을 증가시킨다<sup>12)</sup>. 유방촬영시에는 대부분 5:1의 이동 격자를 사용하고 있는데 유방확대촬영의 경우에는 유방과 검출기 사이의 거리를 증가시킨 후 air gap technique을 이용하여 산란선을 제거하고 있다. 이 연구에서는 팬텀영상과 피폭선량의 평가를 통해 미세석회화를 발견하기 위해 시행되고 있는 확대촬영의 air gap technique의 유용성을 알아보고자 하였다.

유방의 유선조직은 방사선 감수성이 높은 조직으로서 유방촬영 시 발암 위험성이 끊임없이 제기되고 있다<sup>13,14)</sup>. 이로 인해 평균유선선량 측정은 유방촬영용 장치의 질 평가를 하는 중요한 항목이 되었다<sup>13)</sup>. 이 연구에서 자동노출방식을 이용한 경우 air gap technique 사용 시의 평균유선선량이 그리드 사용 시의 선량에 비해 약 28% 감소하는 것으로 나타났다. 이는 자동노출방식의 경우 촬영 조건에 따라 방사선 노출량이 자동조절 됨으로서 mAs치가 더 높게 측정되면서 나타난 결과로 생각된다. 한편 팬텀영상을 평가한 결과에서도 자동노출방식의 경우 섬유소와 미세석회화의 점수가 air gap technique 사용 시 더 높은 것으로 나타나 이 노출방식을 이용할 경우에는 그리드를 사용하지 않는 것이 화질과 환자피폭선량관리에 더 유리할 것으로 생각된다. 그러나 수동노출방식의 경우 선행연구<sup>2)</sup>와 동일하게 mAs치의 감소에 따라 평균유선선량은 감소하는 것으로 나타났으나 그리드 사용 유무에 따른 차이는 거의 없는 것으로 나타났다. 이처럼 동일한 노출 조건에서 평균유선선량이 차이가 적은 것은 그리드 변환 계수와 상관성이 있으며 재현성의 차이로 인한 차이로 생각되어진다.

SNR은 디지털 영상의 화질을 정량적으로 평가할 수 있는 방법으로 SNR이 높을수록 잡음이 작아져 영상의 질은 향상 된다<sup>15)</sup>. 이 연구에서는 자동노출방식과 수동노출방식 모두 air gap technique을 사용한 경우 그리드 사용 시보다 SNR이 높은 것으로 나타났다. 특히 수동노출방식의 경우 모든 단계의 mAs치에서 그리드 사용 시보다 약 20-30% 정도 높은 SNR이 나타났다. 이와 관련하여

Tanaka 등<sup>16)</sup>은 유방확대촬영 시 그리드를 사용하면 동일한 확대조건에서 그리드를 사용하지 않을 때보다 높은 잡음이 나타난다고 보고하였다.

디지털 유방확대촬영술의 화질이나 최적의 확대는 초점크기, X-선 에너지 그리고 초점과 검출기와의 거리 등 여러 가지 조건에 의해 달라지는 것<sup>17)</sup>으로 알려져 있다. 따라서 위의 연구 결과들을 참고로 최적의 촬영조건을 선택한다면 환자의 피폭선량을 최소로 하며 최상의 화질을 유지할 수 있을 것이다.

이 연구의 제한점으로서 첫째, 팬텀을 이용하여 측정치를 산출하였으므로 유방의 두께나 유선조직의 구성의 차이를 어떻게 반영할 것인지를 고려해야 할 것이다. 둘째, target/filter 조합에 따라 노출조건과 평균유선선량이 차이가 있을 수 있으므로 추후 연구에서 다양한 target/filter의 조합을 비교 연구한다면 더 좋은 연구결과를 도출할 수 있으리라 생각된다.

## V. 결 론

자동노출방식은 수동노출방식에 비해 높은 선량을 나타내었다. 자동노출방식은 grid 사용 여부에 따라 평균유선선량과 화질의 차이가 많았으나, 수동노출방식은 팬텀 영상평가 점수에서만 차이가 있었다. 그러나 air gap technique을 사용할 경우 SNR의 증가가 뚜렷하게 나타났다.

따라서 유방확대촬영시 air gap technique을 사용하면 환자의 피폭선량을 감소시키고 양질의 화질을 유지할 수 있을 것이다.

## 참고문헌

1. 대한유방암학회: 2013 유방암백서통권제1호. 2013.
2. Kim MY, Kim HS. The Evaluation of Radiation Dose by Exposure Method in Digital Magnification Mammography. J radiological science and technology. 35(4), pp.293-298, 2012.
3. Kang SH, Chung KY, Kim YS, Choi JS, Lee SS. Pathologic Analysis of Clustered Microcalcification Found on Mammograms: A Review of 77 Case. J Korean Surg Soc. 66(1), pp.5-9, 2004.
4. McParland BJ. Image Quality and Dose in

- Film-Screen Magnification Mammography. *Brit J Radiol.* 73, pp.1068-1077, 2000.
5. Jeon SJ, Kim MJ, Kim EK, Son EJ, Youk JH, Kwak JY et al. Interobserver Variability in the Interpretation of Microcalcification in Digital Magnification Mammographies. *J Korean Soc Radiol.* 63, pp.383-389, 2010.
  6. Tahoces PG, Vidal JJ. The Classification of Mammographic Breast Parenchymal Pattern. *Physics of Medicine and Biology.* 40(1), pp.1103-117, 1995.
  7. Kopans DB, Wood WC. Palpable Breast Masses, The Importance of Preoperative Mammography. *JAMA.* 246, pp.2819, 1981.
  8. Tan PH, Ho J TS, Ng EH, Chiang G SC, Low SC, Ng FC, Bay BH. Pathologic-Radiologic Correlations in Screen-Detected Ductal Carcinoma in Situ of the Breast: Findings of the Singapore Breast Screening Project. *Int J Cancer.* 90, pp.231-236, 2000.
  9. Kim SH, Kim YM, Chung EA, Yang I, Lee Y, Chung SY. Benign Clustered Microcalcifications on Mammography: Comparison with Malignant calcification. *J Korean Radiol Soc.* 32, pp.643-647, 1995.
  10. Han YH, Do YS, Cho BJ, Han H, Choi YH, Park JM et al. Clustered Microcalcifications without Mass on Mammography: Benignancy vs. Malignancy. *J Korean Radiol Soc.* 35, pp.819-824, 1996.
  11. Sickles EA. Further Experience with Microfocal Spot Magnification Mammography in the Assessment of Clustered Breast Microcalcification. *J Radiology.* 137, pp.9-14, 1980.
  12. Hong SS, Kang KM, Seong MS, Lee JW. Study on Dose and Image Quality by Added Filter and Grid Change when Exam Abdominal Fluoroscopy. *Korean J Digit Med.* 14(2), pp.47-56, 2012.
  13. 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.* 45, pp.3225-3240, 2000.
  14. Supawitoo Sookpeng, Potjana Ketted. Mean Glandular Dose from Routine Mammography. *Naresuan University Journal.* 14, pp.19-26, 2006.
  15. GE Medical System: Senographe 2000 D DAP: Quality Control Tests for MQSA Facilities-QC Manual, pp.15-25, 2003.
  16. Tanaka N, Naka K, Fukushima H, Morishita J, Toyofuke F, Ohki M et al. Digital Magnification Mammography with Matched Incident Exposure: Physical Imaging Properties and Detectability of Simulated Microcalcifications. *Radiol Phys Technol.* 4, pp.156-163, 2011.
  17. Boyce SJ, Samei E. Imaging Properties of Digital Magnification Radiography. *Med Phys.* 33(4), pp.984-996, 2006.

• Abstract

---

## Evaluation of the Usefulness for Air Gap Technique in Digital Magnification Mammography

Mi-Young Kim

*Department of Diagnostic Radiology, Dankook University Hospital*

The purpose of this study was investigated optimal exposure condition in digital magnification mammography to decrease radiation dose and increase image quality of the examinee.

Auto mode, the average glandular dose is higher than the manual mode. Average glandular dose and image quality were many differences on between grid and air gap technique in auto mode. However, Average glandular dose and signal-to-noise ratio were not different on between grid and air gap technique in manual mode. The signal-to-noise ratio was increased when using the air-gap technique in both mode.

According to result, air gap technique may reduce average glandular dose and increase signal-to-noise ratio in digital magnification mammography.

---

**Key Words** : Magnification Mammography, Grid, Air gap technique