Journal of Radiation Industry 12(4) : 287~290 (2018)

유방촬영의 영상획득 방법에 따른 해상력 차트의 비교 분석

김재훈[1] · 지연상[2,*] · 동경래[2] · 곽종길[3,4]

[1]목포한국병원 영상의학과, [2]광주보건대학교 방사선과,
[3]동신대학교 보건의료학과, [4]KS 병원 종합건진센터

Comparative Analysis According to Acquisition Type by Using the Resolution Phantom for Mammography Equipment

Jae-Hoon Kim[1], Yun-Sang Ji[2,*], Kyung-Rae Dong[2] and Jong-Gil Kwak[3,4]

[1]*Department of Diagnostic Radiology, Mokpo Hankook Hospital, 483, Yeongsan-ro, Mokpo-si, Jeollanam-do 58643, Republic of Korea*
[2]*Department of Radiological Technology, Gwangju Health University, 73, Bungmun-daero 419 beon-gil, Gwangsan-gu, Gwangju 62271, Republic of Korea*
[3]*Dpartment of Public Health and Medicine, Dongshin University Graduate School, 185, Geonjae-ro, Naju-si, Jeollanam-do 58245, Republic of Korea*
[4]*Comprehensive medical examination center, KS Hospital, 220, Wangbeodeul-ro, Gwangsan-gu, Gwangju 62248, Republic of Korea*

Abstract - Nowadays, diseases related with breast are increasing rapidly and because of this high quality of resolution images is required to get clear detail specially for early detection and diagnosis. It has a tendency to use digital equipments than analog one in clinic. In this experiment, DR, CR, and Film are used for the resolution applied by AEC. Resolution phantom in DR was 7 LP·mm^{-1} in both verticality and horizontality. In CR, however, it was 6 LP·mm^{-1} in both which was lower this standard. The resolution stayed in range of standard in Film but it showed differences between 11~14 LP·mm^{-1} Overall, the difference of resolution was displayed Film, DR and CR, in order, which means the study is needed for more high quality of digital images.

Key words : DR, CR, Film, AEC, Resolution phantom

서 론

최근에 빠른 추세로 유방에 관한 질환이 증가하고 있어 조기 진단을 위한 건강 검진시 유방촬영술에 대한 관심도가 날로 증가하고 있으며 많은 의료기관에서 시행하고 있다. 유방조직은 병변과 유선조직이나 지방조직 등의 주위 조직과 엑스선 흡수차가 작아 미세 석회화를 찾아 낼 수 있는 영상의 질을 만들어야 진단이 가능하다. 유방촬영에 사용되는 저에너지 엑스선은 흡수선량 측정이 어렵고 유방조직의 깊이에 따라 직접적으로 흡수선량 측정은 불가능하다(Haus 1982; Yang *et al*. 2007). 유방의 병변과 진단은 유방영상의 질에 의해 많은 영향을 받게 되는데 대조도와 해상도가 적절하게 유지되어야만 좋은 질의 영상을 얻게 되어 정확한 진단을 할 수 있다. 유방의 병변을 잘 관찰할 수 있는 것은 미세석회화(micro-calcification)가 영상에 발견될 수 있도록 촬영되어야 한다(Kwoen *et al*. 2003; Kim and Kim 2012). 미

* Corresponding author: Yun-Sang Ji, Tel. +82-10-3636-2008, Fax. +82-62-958-7669, E-mail. jiysg@ghu.ac.kr

세석회화만을 잘 묘출한다는 것이 좋은 검사가 되거나 병변을 조기에 발견할 수 있는 최상의 영상이라고 할 수 없지만 유방촬영에 있어 잘못된 촬영은 2차적인 문제를 발생시킬 수 있기 때문에 적정한 선량은 유지하면서 최상의 영상으로 병변을 진단할 수 있는 올바른 방법이 제시되어야 한다. 유방촬영은 필름-스크린 타입, CR (Computed Radiography), DR (Digital Radiography) 등에 관계없이 유방촬영해상력 팬텀을 이용하여 판단 기준을 정하고 있다(Lee *et al*. 2002; Tabar *et al*. 2003; Shin *et al*. 2007).

유방촬영은 세 가지 촬영 형식에 따라 해상력의 차이가 존재한다. 본 논문에서는 해상력 팬텀을 이용하여 영상획득 형태에 따른 이미지를 평가해 임상진단에 양질의 영상을 얻는데 효과적인 유방촬영방법에 도움을 주고 미세석회화와 같은 병변을 찾아 진단적 효과를 높이고자 한다.

재료 및 방법

1. 실험기기

DR 장치에 LORAD Selenia (hologic), Simens DR, CR 장치에 Genoray MX-300, METALTRONICA (FLAT), TNSTRUMENTARIUM이며, 영상획득장비는 Kodak CR975 : EHR M2 Cassette 및 IP, Konica CR Regius 110HQ Mammo Cassette 및 IP, Fugi CR XG5000 Mammo Cassette 및 IP, Agfa CR 85-X Mammo3.0 Cassette 및 IP, Regius, FUJI-증감지: AD Mammo medium이며, 측정장비는 4CM Acryl Phantom, Mammography Resolution Phantom, Unfos X-ray Dosimeter: Model: Raysafe X2, Densitometer (Cadinalhealth)이다. 부가장치는 판독용모니터(TOTOKU/DV5MC-HB), 7000 Lux 이상의 LED Viewbox (Lumimed), 확대경(배율 7배이상), 현상기 Pro 14이다.

2. 실험방법

실험 조건 설정은 2 cm 두께의 유방촬영용 아크릴팬텀 2개를 Mammo 촬영대 위에 올려놓고 Chest wall 앞쪽 2 cm 지점 아크릴팬텀 사이에 해상력 팬텀을 위치시켜 1.4 이상 - 2.1 이하의 필름농도를 얻을 수 있도록 AEC및 센서를 설정해 kVp를 24, 26, 28, 30으로 변화시켜가면서 해상력 팬텀을 2회(수직. 수평) 촬영한다. DR 및 CR 해상력 분석은 DR 및 CR로 얻은 영상은 3M Pixel 이상의 판독용 모니터와 PACS Viewer를 통해 LP·mm^{-1}를 분석한다. Film 해상력 분석은 Film 영상에서 Densitometor로 농도를 측정하고 7000 Lux 이상의 View box와 확대경을 이용하여 해상력 팬텀의 LP·mm^{-1}를 분석한다. 또한 모든 데이터는 각 평균값과 특수의료장비관리기준 해상력 팬텀기준과 비교분석한다.

3. 실험관리기준

실험을 위한 모든 장비는 1년 안에 품질관리기준을 통과한 장비를 사용하여야 하며, 유선선량은 3 mGy가 넘지 않아야 한다. 또한 맘모 해상력 팬텀을 보기 위한 판독용 모니터의 조건은 3M Pixel 이상이어야 한다. 필름에서의 Base density는 1.4 이상으로 팬텀영상 촬영조건과 같아야 하고 View box의 밝기는 7000 Lux 이상, 영상판독을 위한 실내에 밝기는 50 Lux 이하여야 한다.

결 과

Amorphous Selenium type인 두 회사의 DR 장비를 비교했다. 촬영조건은 실제 유방촬영조건과 동일화하기 위하여 AEC를 사용하였고, heel effect의 영향을 고려하여 앞서 정한 기준치대로 수직 수평 2번의 촬영을 하였다. A사의 경우 kVp를 변화시켰을 때 평균 유선 선량값은 수직일 때 1.49 mGy, 수평일 때 1.53 mGy이 나왔다. 또한 해상력은 수직일 때와 수평일 때 모두 7 LP·mm^{-1}로 크게 변하지 않았다. B사의 경우 수직일 때 1.48 mGy, 수평일 때 1.49 mGy이 나왔고 해상력 팬텀의 값은 A사와 7 LP·mm^{-1}로 동일하게 나타났다. 현재 사용되고 있는 4개 회사의 CR 장비를 비교하면, 각 회사는 50마이크롬 맘모 장비를 기준으로 하였으며, 촬영조건은 Table1과 같다. D사의 경우 kVp를 변화시켰을 때 유선 선량값이 수직에서 2.45 mGy, 수평에선 2.49 mGy로 다른 CR 장비에 비해 다소 크게 나왔으며, 해상력 팬텀값은 6 LP·mm^{-1}으로 일정했다. 이에 반해 F사의 경우 수직과 수평 모두 1.03 mGy으로 작게 나왔고 해상력 팬텀값은

Table 1. DR Resolution measurement data

kVp	A Company				B Company			
	Vertical		Horizontal		Vertical		Horizontal	
	LP·mm^{-1}	mGy	LP·mm^{-1}	mGy	LP·mm^{-1}	mGy	LP·mm^{-1}	mGy
24	7	1.62	7	1.65	7	1.52	7	1.54
26	7	1.51	7	1.59	7	1.50	7	1.51
28	7	1.43	7	1.49	7	1.47	7	1.49
30	7	1.39	7	1.41	7	1.41	7	1.43
Mean	7	1.49	7	1.53	7	1.48	7	1.49

Table 2. CR Resolution measurement data

kVp	C Company				D Company			
	Vertical		Horizontal		Vertical		Horizontal	
	LP·mm^{-1}	mGy	LP·mm^{-1}	mGy	LP·mm^{-1}	mGy	LP·mm^{-1}	mGy
24	6	2.61	6	2.58	6	2.92	6	2.98
26	6	2.48	6	2.36	6	2.59	6	2.61
28	6	2.16	6	2.12	6	2.23	6	2.27
30	6	1.38	6	1.39	6	2.07	6	2.10
Mean	6	2.16	6	2.11	6	2.45	6	2.49
	E Company				F Company			
24	5	1.52	6	1.55	6	1.05	6	1.05
26	5	1.50	5	1.51	6	1.04	6	1.04
28	5	1.47	5	1.47	6	1.03	6	1.02
30	6	1.43	5	1.45	6	1.01	6	1.01
Mean	5	1.48	5	1.50	6	1.03	6	1.03

Table 3. Film resolution measurement data

kVp	G Company				H Company			
	Vertical		Horizontal		Vertical		Horizontal	
	LP·mm^{-1}	mGy	LP·mm^{-1}	mGy	LP·mm^{-1}	mGy	LP·mm^{-1}	mGy
24	11	2.53	10	2.40	12	2.21	12	2.41
26	10	2.11	12	2.15	11	2.09	13	2.12
28	10	1.92	11	1.91	11	1.89	13	1.89
30	11	1.73	10	1.87	12	1.73	12	1.58
Mean	11	2.07	11	2.08	12	1.98	13	2.0
	I Company				J Company			
24	14	2.41	13	2.39	14	2.44	15	2.38
26	12	2.29	13	2.21	12	2.29	14	2.03
28	12	1.97	13	1.88	11	1.91	14	1.89
30	10	1.72	12	1.59	11	1.79	13	1.59
Mean	12	2.10	13	2.0	12	2.11	14	2.0

6 LP·mm^{-1}으로 동일했다. 또한 E사의 경우엔 표에서 나타났듯이 수직은 1.48 mGy, 수평은 1.5 mGy의 유선 선량값이 나타났으며 같은 수직, 수평 내에서 5,6 LP·mm^{-1} 정도의 작은 해상력 팬텀값 차이를 보였다(Tables 1, 2).

임상에서 사용하고 있는 총 4곳의 필름을 비교하였다. 필름 외의 다른 조건은 모두 같으며 그 결과 유선 선량은 각 회사별로 각각 수직일 때 2.07, 1.98, 2.10, 2.11 mGy, 수평일 때 2.08, 2.0, 2.0, 2.0 mGy으로 비슷한 값이 나왔다. 하지만 해상력 팬텀 값은 서로 다른 차이를 보였다. G사는 수직과 수평이 11 LP·mm^{-1}로 모두 동일하게 나타났고 H사와 I사는 수직12 LP·mm^{-1}, 수평13 LP·mm^{-1}으로 나타났다. J사는 수직 12 LP·mm^{-1}, 수평14 LP·mm^{-1}로 두 단계의 차이를 보였다(Table 3).

각각의 해상력 팬텀값의 평균을 내본 결과 DR의 경우엔 수직과 수평 모두 7 LP·mm^{-1}, CR에선 모두 6 LP·mm^{-1}, 필름의 경우엔 수직 12 LP·mm^{-1}, 수평 13 LP·mm^{-1}으로 나타났다. 평균값을 기준치와 비교하니 DR은 수평에서, CR은 수직에서 기준치와 각 1 LP·mm^{-1}씩 차이가 났으며, 필름은 수직, 수평 모두에서 1 LP·mm^{-1} 차이가 났다. 이는 실험 결과 값과 기준치가 크게 차이가 나지 않음을 보여주며 필름의 해상력이 DR, CR에 비해 우수하고 DR은 CR에 비해 다소 높게 나타난다(Table 4).

Table 4. Compare the average and standard

Equipment	Resolusion			
	Vertical (LP·mm^{-1})		Horizontal (LP·mm^{-1})	
	Mean	Standard value	Mean	Standard value
DR	7	7	7	6
CR	6	7	6	6
Film	12	13	13	12

고 찰

한국의료영상품질관리원 Mammography의 Resolution에

관한 규정에 의한 실험에 따른 기준을 정하였다. 규정에 따르면, DR, CR 및 Film은 육안관찰을 통한 측정치만을 기록하게 되어 있다(Lee *et al*. 1998; Kim and Ji 1998). 이 때문에 개인적인 차이에 의해서 관찰 가능한 해상력 팬텀 수의 차이가 발생할 수 있고 이러한 오차를 줄이기 위해 다수의 관찰자가 필요하다(Kim *et al*. 2000; Shin *et al*. 2007). 본 실험에서 Film 및 CR, DR의 수직과 수평의 해상력 팬텀 수의 차이가 기준치와 크게 상이하지 않는 결과 값을 얻을 수 있었다. 또한 AEC를 사용함으로 kVp를 변화시켜도 대체적으로 비슷한 유선 선량값과 해상력 팬텀 수의 결과 값을 얻는 것을 알 수 있었다. 결과표에서 볼 수 있는 것과 같이 CR보다는 DR이, DR보다는 Film이 좀 더 높은 해상력 팬텀 값이 나타났다. 유선 선량은 DR이 CR과 Film보다는 조금 낮게 측정됨을 볼 수 있다. 하지만 이 부분은 Film과 CR 및 DR의 감도 차이가 있기 때문에 정확한 결과 값이라고 보기는 어렵다. 디지털영상의 경우 후처리(Post processing)이 존재하기 때문에 장비회사 마다의 좀 더 다른 결과 값을 예상했지만 이 또한 기준치 범위 내에서 크게 벗어나지 않는 결과 값을 얻을 수 있었다. 디지털영상에서 해상력의 영향을 주는 인자는 다양할 수 있다. 예를 들어 Pixel의 크기 data 처리를 위한 Bit 수(현재 DICOM 기준 12 Bit 영상처리) 표현 가능한 모니터의 능력, Software의 능력 등이 이에 속한다. 위 실험에서는 이러한 부분들은 단지 직관적으로 관찰함으로써 얻은 결과물이다. 현재 이와 같은 방법으로 관리규정이 정해져 있기 때문에 향후 좀 더 구체적인 보완이 필요할 것으로 사료된다. 디지털에서 얻을 수 있는 장점은 굉장히 다양하다. 하지만, 실험결과에서 볼 수 있는 것과 같이 디지털이 아날로그보다 절대적으로 우위에 있다고 보기 어렵다. 해상력 자체는 DR보다 필름이 좋은 것으로 보아 디지털로 변해가는 것은 시대적 흐름에 따른 것이 분명하다. 필름의 영상수준이 떨어지기 때문이 아니란 것을 알 수 있다. 그렇기에 DR의 영상수준을 필름영상수준으로 끌어올리려는 노력이 필요하다.

결 론

유방촬영의 영상획득방법에 따른 해상력 비교를 위한 실험을 한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다. DR에선 임상촬영과 같이 AEC를 사용하여 검사한 결과 해상력 팬텀 값은 수직일 때와 수평일 때가 모두 7 LP·mm^{-1}로 기준치와 같았고, CR의 경우 해상력 팬텀 값이 수직과 수평 모두 6 LP·mm^{-1}로 나타났는데 수직이 7 LP·mm^{-1} 인 기준치에 비해 조금 낮게 나타났다. Film의 해상력 팬텀 값은 각각 수직과 수평에 따라 11~14 LP·mm^{-1}까지 차이를 보였지만 기준치 범위 안에서 벗어나지는 않았고, DR은 7 LP·mm^{-1} Film은 수직 12 LP·mm^{-1}, 수평 13 LP·mm^{-1}, CR은 수직, 수평에서의 6 LP·mm^{-1}으로 기준치 범위 내에서 나타났으나 전체적인 해상력 값의 차이는 Film, DR, CR 순으로 나타났다. 비슷한 유선 선량을 보인 DR, Film과 달리 CR에선 수직일 때 1.03-2.45 mGy, 수평일 때 1.03-2.49 mGy로 큰 차이를 보였지만 해상력은 모두 6 LP·mm^{-1}으로 유선 선량에 의한 영향은 보이지 않았다.

사 사

The Research has been conducted by the Research Grant of Gwangju Health University in 2018 (3018021).

참 고 문 헌

Haus AG. 1982. Physical principles and radiation dose in mammography. *Med. Radiogr. Photogr*. **58**(3):70-80.

Kim MY and Kim HS. 2012. The Evaluation of Radiation Dose by Exposure Method in Digital Magnification Mammography. *J. Radiol. Sci. Technol*. **35**(4):293-297.

Kim SJ and Ji TJ. 2006. Actual condition on accuracy control of mammography equipment in Kyeongsangbuk-do. *J. Radiol. Sci. Technol*. **29**(1):29-37.

Kim SY, Kim MH and Oh KK. 2000. Analysis and Comparison of Breast Density according to Age on Mammogram between Korean and Western Women. *Korean J. Radiol*. **42**:1009-1014.

Kwoen DC, Lee EM and Park P. 2003. Measurement of the Compression Force and Thickness applied during Mammography. *J. Radiol. Sci. Technol*. **26**(2):229-235.

Lee IJ, Kim HS, Kim SS and Huh J. 2002. A Study on the Image Quality of Mammography and the Average Glandular Dose. *J. Radiol. Sci. Technol*. **25**(2):47-55.

Lee IJ, Kim JM and Huh J. 1998. Measurement of X-ray Quality in Mammography Unit. *J. Radiol. Sci. Technol*. **21**(2):5-10.

Shin GS, Kim JM, Kim YH, Choi JH and Kim CK. 2007. Comparison of Avergae Glandular Dose in Screen-Film and Digital Mammography Using Breast Tissue-Equivalent Phantom. *J. Radiol. Sci. Technol*. **30**(1):13-23.

Tabar L, Yen MF, Vitak B, Chen HH, Smith RA and Duffy SW. 2003. Mammography service screening and mortality in breast cancer patients: 20-year follow-up before and after introduction of screening. *Lancet* **361**(9367):1405-1410.

Yang HJ, Ko SK and Joo MH. 2007. Evaluation of MTF Image by Target/Filter Combined of X-ray Tube Using Mammography. *J. Radiol. Sci. Technol*. **30**(2):113-119.

Received: 24 August 2018
Revised: 11 September 2018
Revision accepted: 21 October 2018