

◆ 원 저 ◆

유방촬영시 관찰조건에 따른 임상영상평가

김미현^{1,2} · 김창복¹ · 지연상¹ · 동경래^{1,3}¹광주보건대학 방사선과 · ²전북대학교 방사선과학기술학과 · ³조선대학교 원자력공학과

Evaluation of Clinical Image on Observational Condition in Mammography

Mi Hyun Kim^{1,2} · Chang Bok Kim¹ · Youn Sang Ji¹ · Kyung Rae Dong^{1,3}¹Department of Radiological Technology, Gwangju Health College University ·²Department of Radiation Science & Technology, Chonbuk University ·³Department of Nuclear Engineering, Chosun University

Abstract

High contrast and high resolution are the most important factors for examining mammography images. Despite of the inconveniences of screen-film, most clinics still prefer them to computed radiography(CR) and direct radiography(DR). The reading of screen-film mammography images is influenced by the brightness from the X-ray illuminator, the exam room and incoming light from outside sources. Therefore, a comparative analysis on the results of mammo phantom images would be variated by the changes in the reading environment. There was no influence on reading results from the examiners close distance eyesight($p > 0.05$); however, reading of micro lesions improved with greater darkness in the X-ray film reading room and the brightness of the X-ray illuminator($p < 0.05$). Also, observation of fiber and mass images were maximized at a distance of 50 cm from the reader. Now, it is possible to observe these small classification groups using a magnifying glass without being physically close to the image. For the image of mammography, obtaining high quality images is important but in order to get an accurate clinical lesions of the reading also needs to be considered the optimal environmental factors.

Key Words : Mammography, Illuminator, Fiber, Mass, Calcification

I. 서 론

임상에서 대부분의 유방 촬영 검사는 일반적으로 Screen-

film이 행해지고 있으나 현상 시 암실 사용의 불편함과 현상시간이 길고, 필름현상 과정에서 먼지나 지문 등의 이물질에 의한 병변과 혼동할 가능성이 있어 최근에는 CR(computed radiography)과 DR(digital radiography) 등의 특수의료장비가 도입되어 관심도와 이용도가 증가하고 있다.¹⁻² CR과 DR은 screen-film보다 영상의 획득 및 저장 등이 간편하지만 물리적인 한계로 인해 병변을 관찰하기 힘들기 때문에 일반적으로는 피폭선량이 많이 노출되고 있다.³⁻⁴ 영상판(image plate : IP)과 레이저광학계의 물리적인 한계로 작은 병변의 표현이 어

Received June 14, 2010, 1st Revised July 21, 2010

Accepted for Publication August 20, 2010

Corresponding Author: 동경래

(506-701) 광주광역시 광산구 신창동 683-3번지

광주보건대학 방사선과

Tel: 062) 958-7668 Fax: 062) 958-7669

E-mail: krdong@hanmail.net

럽고 screen-film보다 해상력이 떨어지는 경향이 있다.⁵ DR은 검출기가 발달되어 있어 작은 병변의 표현이 용이하나 고가이고, 현재 보급률이 적으며 피폭선량이 많다.^{6~7} 이러한 CR과 DR의 등장에도 불구하고 유방 영상 검사에서는 고대조도, 고해상력이 가장 중요한 영향요인이므로 screen-film의 사용이 대부분의 임상에서 행해지고 있다.^{8~9} 따라서 screen-film 영상에서 정확한 판독의 중요성이 필요함으로 screen-film mammography 영상의 병소 유무 판독 시 현재 의료영상 품질관리에서 공고되는 사항으로 illuminator의 관찰환경과 판독실의 주변 환경에 의해 어떻게 변화되는지 ACR(American College of Radiology) 팬텀을 이용하여 비교 분석하였다.

II. 실험 기기 및 방법

1. 실험 기기

관찰자의 근거리 시력측정을 위하여 거리측정기와 스넬린 시표(Snellen Visual Chart, Korea)를 사용하여 근거리 시력을 측정하고, Film-Screen 유방촬영장치인 BENNETT MF-150G(BENNETT, UAS)에 ACR에서 인정한 유방팬텀(Nuclear Associates 18-220, USA)을 이용하여 팬텀 촬영 필름의 농도가 1.4 이상이 나오는 촬영조건인 28 kVp, 64 mAs(AEC mode Density : +2)으로 촬영하였다. 촬영한 필름은 FUJI FPM3500(FUJI, Japan)으로 90초간 자동 현상하여 농도계(Speedmaster SM-10T, USA)로 농도 측정하였고 이 영상을 illuminator(Lumimed, Korea)를 사용하여 관찰하였다. 판독실의 조도와 판독대의 조도를 측정하기 위하여 조도계(Custom Lux meter LX-1332, Korea)를 사용하였다.

2. 실험방법

한국의료영상 품질관리원의 팬텀영상점검 기준 농도 1.4 이상인 screen-film 2장을 각각 Dimmer가 부착된 illuminator에 마스크 처리하여 실험하였다. 이는 유방 영상 화질의 차이를 최소화하기 위해서 2장의 영상 중에 화질이 더 우수한 영상을 가진 screen-film을 평가하였다.



Fig. 1. Measurement of short-range vision

1) 근거리 시력

(1) 근거리 시력 측정

근거리 자각식 굴절검사는 일반적으로 사용되어지는 원거리 시력과는 달리 교정시력으로 근거리에 있는 것을 얼마나 잘 파악하는지를 평가하는 검사이다. 보통 임상에서는 영상을 근거리에서 판독하기 때문에 근거리 자각식 굴절검사를 이용하였다. 측정은 40 cm 떨어져 있는 스넬렌 시표를 이용하여 최고 1.0을 기준으로 각자의 근거리 시력을 측정하였다.

(2) 근거리 시력 1.0을 기준으로 평가

의료영상 품질관리 권고치인 illuminator의 조도 7000 Lux 이상 실내조도 50 Lux 이하를 기준으로 하여 근거리 시력 1.0인 집단과 1.0 미만인 집단을 비교 분석하였다(Fig. 1).

2) Illuminator의 조도와 실내조도

Dimmer가 부착된 조도가 조절이 되는 illuminator에 조도계를 이용하여 7000 Lux 이상과 이하일 때를 임의로 조절하고, 실내조도는 50 Lux 이하와 이상일 때를 임의로 조절하여 Table 1과 같이 실험하였다.

Table 1. Measured value of illuminator illuminance and indoor illuminance (unit : Lux)

Illuminator illuminance	Indoor illuminance
3600	10
8200	10
8200	120

3) 측정거리

illuminator의 조도와 실내조도의 조건을 동일하게 하고 illuminator와 관찰자의 거리를 각각 30 cm, 50 cm, 70 cm 거리 별로 병소를 구별하였다.

3. 영상 평가

2010년 1월부터 5월까지 광주에 소재한 종합병원에서 유방촬영 경력 2년 이상인 방사선사가 촬영한 팬텀 영상을 13명의 방사선과 전문의를 통해 영상화질을 평가 분석하였다. 영상 평가 방법은 정도관리 항목 중 영상의 화질 평가방법인 ACR에서 인정된 유방 팬텀 영상 평가를 실시하였다. ACR 팬텀 영상 평가는 섬유소(Fiber), 석회화(Calcification), 종괴(Mass)를 보이는 정도에 따라 점수화하여 나타낸다. 팬텀 촬영 영상에서 섬유소는 6개 중의 4개 이상, 작은 석회화 그룹은 5개 중의 3개 이상, 종괴는 5개 중의 3개 이상 각각 관찰 가능해야 정도관리 기준에 합격을 받을 수 있다. 단, 섬유소의 길이가 반 이상이 보이고 위치와 방향이 바르면 0.5점, 석회화의 작은 알갱이 그룹들 중 2~3개까지 위치에서 보이면 0.5점, 종괴의 등근 변연이 제 위치에 있으나 둥글게 보이지 않으면 0.5점을 준다.

4. 통계처리

자료 분석은 SPSS 통계프로그램 Ver. 15.1을 이용하였으며 관찰자의 근거리 시력차이 분석은 기술통계량과 비모수 통계분석인 Mann-Whitney U Test를 실시하였다. Illuminator의 조도와 실내조도의 변화에 따른 분석과 조도와 실내조도를 동일 조건으로 하고 거리에 따른 분석은 기술통계량과 비모수 통계분석인 Kruskal-Wallis Test를 실시하였다. 본 연구에서는 p값이 0.05 미만일 때 통계학적으로 유의한 것으로 판정하였다.

III. 결 과

1. 근거리 시력

시력은 스넬렌 시표를 이용하여 근거리 자각식 굴절검사를 통해 최고 1.0을 기준으로 평가하고, illuminator의 조도는 8200 Lux, 실내조도는 10 Lux, 거리는 50 cm인 동일한 조건에서 관찰자의 근거리 시력차이에 따른 병소 판독 차이는 통계분석인 Mann-Whitney U Test를 실시한 결과 Fiber는 Z값이 Negative Ranks인 -1.432, Calcification은 Z값이 Negative Ranks인

Table 2. Differences in lesion for short distance eyesight 1.0 and below 1.0

Vision	Lesion	N	Mean ± S.D.	Z	p
1.0		8	4.50 ± 0.38		
1.0 below	Fiber	5	4.20 ± 0.27	-1.432	0.222*
1.0		8	3.56 ± 0.42		
1.0 below	Calcification	5	3.20 ± 0.45	-1.495	0.171*
1.0		8	3.38 ± 0.23		
1.0 below	Mass	5	3.20 ± 0.27	-1.212	0.354*

Note) Interaction effect using Mann-Whitney U Test model : *p < 0.05

-1.495, Mass은 Z값이 Negative Ranks인 -1.212로 나타났다. 모두 Z값이 Negative로 나타난 것은 병소를 판독할 때 근거리 시력 1.0 이하가 1.0 이상에 영향을 미치는 것을 의미하는데 p값이 Fiber, Calcification, Mass 모두 유의수준 0.05 이상으로 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다(Table 2). 이는 근거리 시력이 병소를 판독에 영향을 미치지 않는 것을 의미한다.

2. Illuminator의 조도와 실내 조도

Illuminator와 관찰자의 거리를 50 cm 동일한 조건에서 illuminator의 조도와 실내조도 변화에 따른 병소 판독을 비모수 분석인 Kruskal-Wallis Test Ranks를 실시한 결과 Fiber가 illuminator의 조도 3600 Lux이고 실내조도가 10 Lux에서 Mean Rank가 12.27, illuminator의 조도 8200 Lux이고 실내조도가 10 Lux에서 Mean Rank가 27.88, illuminator의 조도 8200 Lux이고 실내조도가 120 Lux에서 Mean Rank가 19.85로 Fiber 판독 시 illuminator의 조도와 실내조도 변화에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다(p < 0.05). Calcification 판독 시 illuminator의 조도 3600 Lux이고 실내조도가 10 Lux에서 Mean Rank가 14.85, illuminator의 조도 8200 Lux이고 실내조도가 10 Lux에서 Mean Rank가 24.58, illuminator의 조도 8200 Lux이고 실내조도가 120 Lux에서 Mean Rank가 20.58로 Calcification 판독 시 illuminator의 조도와 실내조도 변화에 따라 통

Table 3. Differences in illuminator illuminance and indoor illuminance according to lesion

Illuminator	Indoor	Lesion	N	Mean ± S.D.	Mean Rank	p
3600	10		13	3.46 ± 0.52	12.27	
8200	10	Fiber	13	4.38 ± 0.41	27.88	0.002**
8200	120		13	3.96 ± 0.72	19.85	
3600	10		13	3.53 ± 0.51	14.85	
8200	10	Calcification	13	4.11 ± 0.54	24.58	0.01*
8200	120		13	3.92 ± 0.60	20.58	
3600	10		13	3.46 ± 0.62	15.04	
8200	10	Mass	13	4.19 ± 0.48	27.65	0.008**
8200	120		13	3.57 ± 0.67	17.31	

Note) Interaction effect using Kruskal-Wallis Test Ranks model : *p < 0.05, **p < 0.01

계학적으로 유의한 차이가 나타났다(p < 0.05). Mass는 illuminator의 조도 3600 Lux이고 실내조도가 10 Lux에서 Mean Rank가 15.04, illuminator의 조도 8200 Lux이고 실내조도가 10 Lux에서 Mean Rank가 27.65, illuminator의 조도 8200 Lux이고 실내조도가 120 Lux에서 Mean Rank가 17.31로 Mass 판독 시 illuminator의 조도와 실내조도 변화에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다(p < 0.05). 모든 병소 판독 시 조도 조건이 illuminator 조도 8200 Lux, 실내조도 10 Lux에서 높은 값이 나타났는데 이는 illuminator 조도는 밝고, 실내조도는 어두울 때 병소 판독이 가장 좋은 것을 알 수 있다(Table 3).

3. 측정거리

Illuminator의 조도는 8200 Lux, 실내조도는 10 Lux

Table 4. Difference in distance according to lesion

Lesion	Distance	N	Mean ± S.D.	Mean Rank	p
	30	13	4.30 ± 0.32	17.50	
Fiber	50	13	4.65 ± 0.37	26.73	0.019*
	70	13	4.23 ± 0.38	15.77	
Calcification	30	13	3.69 ± 0.36	22.73	
	50	13	3.53 ± 0.31	20.00	0.042*
	70	13	3.34 ± 0.37	17.27	
Mass	30	13	3.30 ± 0.23	20.58	
	50	13	3.38 ± 0.21	21.62	0.031*
	70	13	3.23 ± 0.19	17.81	

Note) Interaction effect using Kruskal-Wallis Test Ranks model : *p < 0.05

로 동일한 조건에서 illuminator와 관찰자의 거리를 30 cm, 50 cm, 70 cm로 거리에 따른 병소 판독을 비모수 분석인 Kruskal-Wallis Test Ranks을 실시한 결과 Fiber는 거리가 30 cm, 50 cm, 70 cm일 때 Mean Rank가 17.50, 26.73, 15.77로 Fiber 판독 시 거리 변화에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다(p < 0.05). Calcification는 거리가 30 cm, 50 cm, 70 cm 일 때 Mean Rank가 22.73, 20.00, 17.27로 Calcification 판독 시 거리 변화에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다(p < 0.05). Mass는 거리가 30 cm, 50 cm, 70 cm 일 때 Mean Rank가 21.62, 20.58, 17.81로 Mass 판독 시 거리 변화에 따라 통계학적으로 유의한 차이가 나타났다(p < 0.05). 이는 Fiber와 Mass는 판독자와 illuminator의 거리가 50 cm 일 때 가장 많은 병소를 구별할 수 있으며 Calcification은 판독자와 illuminator와의 거리가 30 cm 일 때 가장 많은 병소를 구별할 수 있다(Table 4).

IV. 고 찰

Mammography를 시행하는 모든 병원에서는 매년 팬텀영상 촬영 필름 1부를 표준팬텀 영상검사 기록지와 함께 제출해야하며 검사예정일 1개월 이내에 촬영한 팬텀영상이어야 한다. 한국의료영상 품질관리원에서 제공하는 유방촬영장치의 품질관리검사 안내서에 따르는 표

준 팬텀을 이용한 시험은 최초 정밀검사 등록 날짜로부터 6개월 마다 팬텀 영상 1부를 촬영하여 검사 필름을 보관하도록 한다. 팬텀 촬영 필름의 농도는 1.4 이하여서는 안 된다. 높은 광학농도는 영상의 질을 높여 단단한 유방의 불투과를 피하게 해주기 때문이다. 그러나 높은 광학농도를 얻기 위해서는 mAs양이 증가하므로 평균 유선 선량을 높이게 되고 높은 농도의 필름을 판독하기 위해서는 높은 조도의 illuminator가 필요하다. 팬텀 촬영 영상에서 섬유소는 4개 이상, 작은 석회화 그룹은 3개 이상, 종괴는 3개 이상 각각 관찰 가능해야 한다. 또한 전체 모조병소는 10개 이상 관찰 가능해야 한다. 팬텀 촬영을 위한 필요한 검사장비는 유방팬텀(50% 유방실질, 50% 지방으로 구성되고 4.2 cm으로 압박된 유방) RMI-156, CIRS model 15 및 Nuclear Associates 18-220으로 미국 방사선 의학회 유방 촬영술 인증처에서 인정된 것을 사용해야 된다. 그리고 판독대, 임상사진에 사용되는 카세트와 필름, 확대경($\times 2$ 또는 이상)이 필요하다.^{10~12}

검사방법은 카세트 지지대에 카세트를 넣고 유방팬텀은 카세트지지대위에 위치하고 유방 팬텀의 흉벽쪽 경계를 영상대의 흉벽 쪽에 오게 한다. 유방 팬텀을 좌우 중간에 놓고 압박대를 내려 유방 팬텀의 위에 닿게 한다. 압박대가 손상되므로 유방 팬텀을 압박하지는 않는다. AEC detector가 중간에 있는지 확인하고 전에 했던 유방 팬텀 정도관리 검사 때와 일치하는지 본다. 임상에서 평균 농도의 4.2 cm 유방에 사용하는 조건, target, filter, kVp, 격자, 농도조절 값을 설정하여 촬영한다(Fig. 2).

ACR에서 인정된 RMI-156, Nuclear Associates 18-220, CIRS model 15 유방 팬텀 중 하나를 촬영하여 획득한 유방 모형 내에 보이는 섬유, 작은 알갱이 그룹, 종괴를 크기가 큰 것부터 세기 시작해서 점수가 0 또는 0.5가 되면 세기를 멈춘다. 섬유는 섬유의 모든 길이가 다 보이고 위치와 방향이 올바르면 1점, 섬유반 이상 이 보이고 위치와 방향이 올바르면 0.5점으로 계산하고, 작은 알갱이는 가장 큰 것부터 작은 순서로 채점하고 0 또는 1.5점이 나올 때까지 점수를 더한다. 2배 이상의 확대경을 이용하여 석회화 모양의 작은 알갱이 그룹들을 살핀 후 6개의 작은 알갱이 그룹들 중 4개 이상이 보이고 제 위치에서 보이면 1점, 6개의 작은 알갱이 그룹들 중 2~3개가 제 위치에서 보이면 0.5점을 준다. 종괴는 큰 것부터 작은 것을 점수 매기고 0 또는 0.5점이 나올 때까지 계산 한다. 종괴의 둥근 변연이

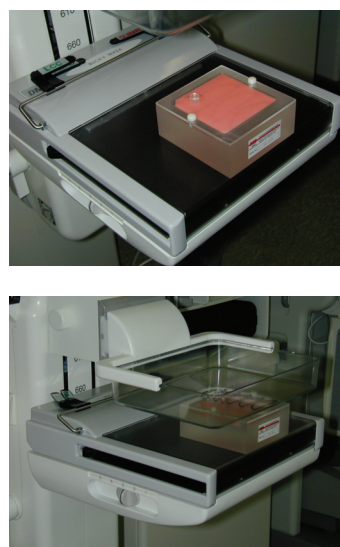


Fig. 2. Image of the location of mammography phantom

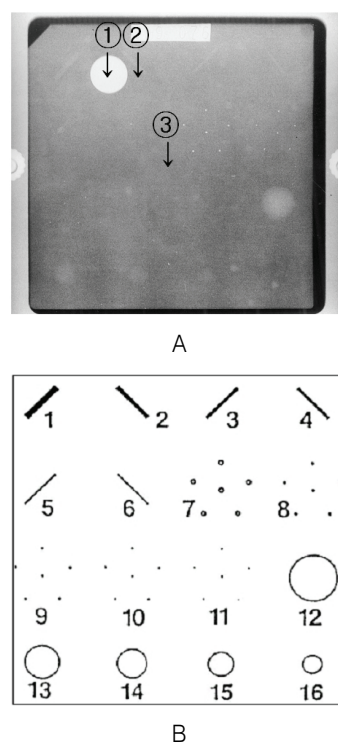


Fig. 3. A image is showed Film image of breast phantom and B image is showed shape and location of each lesion

3/4 이상 보이고 제 위치에 있으면 1점, 제 위치에 종괴가 있으나 둥글게 보이지 않으면 0.5점을 준다. 큰 종괴부터 작은 종괴 순으로 점수를 매기고 0.5점 또는 0점이 될 때 끝낸다(Fig. 3).

판독대는 매주 한번 일정한 요일을 정하여 청소를 실행한 후 기록지에 기록하여 보관하여 관리하고 판독실은 조명, 환기, 온도, 소음의 점검은 매주 실시하며 판독실의 밝기, 외부에서 유입되는 빛이 판독에 영향을 주지 않는지 확인한 후 기록지에 기록하여 둔다. 판독대와 판독실의 조도 측정은 매년 1회 측정하며 유방촬영사진들은 관찰할 때 일반적으로 사용하는 천정등이나 작업등을 포함하는 판독실에서 일반적인 주위 조명 조건들을 재현하는 것이다. 출입문과 창문 가리개는 정상 위치에서 열림 또는 닫힘이 있어야 한다. 만약 다른 판독 대로부터 빛이 평가되는 판독대 표면에 비추어지면 판독대는 그대로 두고 그 판독대의 표면에 필름을 부착하여야 한다. 유방촬영사진 판독에 사용되는 각각의 판독대에 대하여 광원을 점등하여 20분 이상 경과한 후 조도계를 판독면에 밀착하여 조도를 측정한다. 판독대의 중심점 및 그 점으로부터 상하, 좌우로 5 cm 떨어진 점의 조도를 측정하여 평균값을 구하고 평가되는 판독대의 전등들이 소등된 상태에서 조도를 측정한 후 결과를 기록한다. 유방촬영사진을 판독하는데 사용되는 모든 판독대와 촬영 동안에 유방촬영 사진을 대조하기 위해서 방사선사가 사용하는 판독대에 대하여 검사를 반복한다. 판독대의 조도수준을 7000 Lux 이상이어야 하고 방의 조도 수준은 50 Lux 이하로 권고하고 있다.

V. 결론

Screen-film mammography 영상의 병소 유무 판독 시 현재 의료영상 품질관리에서 공고되는 사항으로 illuminator의 관찰환경과 판독실의 주변 환경에 의해 어떻게 변화되는지 ACR팬텀을 이용하여 분석하였다.

1. 근거리 시력이 1.0 미만인 집단과 1.0 이상인 집단에서 병소 판독 시 통계학적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($p > 0.05$).
2. Illuminator와 관찰자의 거리를 50 cm 동일한 조건에서 illuminator의 조도와 실내조도 변화에 따른 병소 판독은 illuminator의 조도 8200 Lux, 실내조도가 10 Lux로 illuminator의 조도는 밝고, 실내조도는 어두울 때 병소 판독이 가장 좋은 것을 알 수 있다($p < 0.05$).
3. Illuminator의 조도는 8200 Lux, 실내조도는 10 Lux로 동일한 조건에서 illuminator와 관찰자의 거리를 30 cm, 50 cm, 70 cm로 거리에 따른 병소

판독은 Fiber와 Mass는 판독자와 illuminator의 거리가 50 cm 일 때 가장 많은 병소를 구별할 수 있으며 Calcification은 판독자와 illuminator의 거리가 30 cm일 때 가장 많은 병소를 구별할 수 있었다 ($p < 0.05$). 이는 Fiber와 Mass의 적정 관찰 거리인 50 cm에서 확대경을 이용하여 Calcification을 관찰한다면 보상 할 수 있을 것이다.

이와 같은 결과를 종합해 볼 때 mammography 영상 검사 시 양질의 영상을 얻는 것도 중요하지만 병소의 정확한 판독을 위해 최적의 환경요건을 만들어 가는 것도 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Hendrick RE. Quality assurance in mammography: accreditation, legislation, and compliance with quality assurance standards. Radiol Clin North Am 1992; 30: 243-55.
2. Shaw CC, Wang T, King JL, Breitenstein DS, Chang TS, Harris KM, et al. Computed radiography versus screen-film mammography in detection of simulated microcalcifications: a receiver operating characteristic study based on phantom images. Acad Radiol 1998; 5: 173-80.
3. Fleiss JL. Measuring nominal scale agreement among many raters. Psychol Bull 1971; 76: 378-82.
4. Shimamoto K, Ikeda M, Satake H, Ishigaki S, Sawawi A, Ishigaki T. Interobserver agreement and performance score comparison in quality control using a breast phantom ; screen-film mammography vs computed radiography. Eur radiol 2002; 12: 2192-7.
5. Jaff M, Haus AG, Yaffe MJ, Syllabus D. Digital mammography, Categorical course in physics, Technical aspects of breast imaging. RSNA; 1993 Oct; Chicago, USA, 271-82.
6. Cohen JA. A coefficient of agreement for nominal scales. Educat Physiol Meas 1960; 20: 37-46.

7. Krupinski EA, Roehrig H, Furukawa T, Tang C. Influence of monitor luminance and tone scale on observer detection performance. *Proc SPIE* 1998; 3340: 99–104.
8. Higashida Y, Moribe N, Morita K, Katsuda N, Hatemura M, Takada T, et al. Detection of subtle microcalcifications: comparison of computed radiography and screen–film mammography. *Radiology* 1992; 183: 483–6.
9. Kallergi M, Clarke LP, Qian W, Gavrielides M, Venugopal P, Berman CG, et al. Interpretation of calcifications in screen/film, digitized, and wavelet-enhanced monitor–displayed mammograms: a receiver operating characteristic study. *Acad Radiol* 1996; 3: 285–93.
10. Pisano ED, Chandramouli J, Hemminger BM, DeLuca M, Glueck D, Johnston RE, et al. Does intensity windowing improve the detection of simulated calcifications in dense mammograms. *J Digit Imaging* 1997; 10: 79–84.
11. Krupinski EA, Roehrig H, Furukawa T, Tang C. Influence of monitor luminance and tone scale on observer detection performance. *Proc SPIE* 1998; 3340: 99–104.
12. Hong DH, Jung HR, Lim CH. A Comparative Study on Image Quality of Breast Image Tests using ACR Phantom. *Journal of Korean Society of radiological technology* 2006; 29: 241–7.