

국산 카세트형 디지털 평판 디텍터를 이용한 유방 촬영 영상의 화질 평가: 표준 디지털 유방촬영술 영상과의 비교

이수현 · 장정민

서울대학교병원 영상의학과

목적: 국산 카세트형 디지털 평판 디텍터를 부착하여 얻은 유방촬영 영상과 표준 디지털 유방촬영술 영상의 화질을 비교하고자 하였다.

대상 및 방법: 90명의 여성 (평균 연령, 49세)에서 스크린 필름 유방촬영 시스템(Lorad M-IV, Hologic)에 국산 카세트형 디지털 평판 디텍터(RoseM 2430C, DRTECH Corp)를 부착하여 유방촬영술을 시행하였다. 모든 여성은 이전에 시행한 표준 디지털 유방촬영술 영상을 가지고 있었다. 두 명의 유방영상 전문의가 90쌍의 유방촬영술 영상(A, 디지털 평판 디텍터 유방촬영 영상; B, 표준 디지털 유방촬영술 영상)에 대해 대조도와 선예도 및 정상 구조물의 가시도를 5점 척도(1점, 매우 나쁨; 5점, 매우 좋음)로 평가하고 종합적인 품질을 비교하였다. 병변이 있는 경우 각 병변의 가시도를 4점 척도(1점, 안보임; 4점, 매우 잘보임)를 이용하여 평가하였다.

결과: 디지털 평판 디텍터 유방촬영 영상의 대조도(평균 4.1점)와 선예도(평균 4.0점)는 표준 디지털 유방촬영술 영상의 대조도(평균 4.2점) 및 선예도(평균 4.2점)와 유의한 차이가 없었다($P>0.05$). 90명의 여성 중 39명(43%)에서 두 영상의 종합적인 품질에 차이가 없다고 평가되었으며, 33명(37%)에서는 표준 디지털 유방촬영술 영상의 품질이 더 우수하다고 평가되었고, 나머지 18명(20%)에서는 디지털 평판 디텍터 유방촬영 영상의 품질이 더 우수하다고 평가되었다($P=0.055$). 33명의 여성에서 54개의 병변 (석회화 44례, 종괴 6례, 비대칭 3례, 종괴 및 석회화 1례)이 있었으며, 이들 병변의 가시도는 표준 디지털 유방촬영술 영상 (평균 3.3점)과 디지털 평판 디텍터 유방촬영 영상 (평균 3.4점) 간에 유의한 차이가 없었다 ($P=0.083$).

결론: 국산 카세트형 디지털 평판 디텍터를 부착하여 얻은 유방촬영 영상과 표준 디지털 유방촬영술 영상은 비슷한 영상 화질을 보였다.

Index words: Detector; Image quality; Digital Mammography; Preference

본 연구는 보건복지부의 재원으로 한국보건산업진흥원의 보건 의료기술연구개발사업 (과제고유번호: HI15C1532)과 서울대 병원 위탁과제 (과제번호 06-2017-3330) 지원에 의하여 이루어진 것임

통신저자: 장정민

(03082) 서울시 종로구 대학로 71

서울대학교 의과대학 영상의학교실

Tel. (02) 2072-0190, Fax. (02) 743-6358

E-mail: imchangjm@gmail.com

서론

유방암은 서구 여성에서 발생하는 암 중 빈도가 가장 높으며, 우리나라 여성에서는 갑상선 암 다음으로 많이 발생한다. 유방촬영술은 무작위 대조군 연구를 통해 유방암으로 인한 사망률을 감소시키는 것으로 입증된 유일한 유방암 선별검사법이다(1). 2000년대 후반부터 디지털 유방

촬영술이 스크린 필름 유방촬영술을 대체해왔으며, 기존의 스크린 필름 유방촬영술에 비해 디지털 유방촬영술은 50세 이전의 젊은 여성, 치밀유방을 가진 여성, 그리고 폐경 전 또는 폐경 이행중인 여성에서 진단 성적이 더 높다고 알려져 있다(2, 3). 하지만, 국내외 많은 병원은 여전히 아날로그 방식의 스크린 필름 유방촬영 시스템을 이용하여 유방암 검진을 시행하고 있는데, 그 이유는 디지털 유방촬영기기의 비용이 높기 때문이다. 스크린 필름 유방촬영술은 디지털 유방촬영술에 비해 대조도 등 전반적인 영상 품질이 낮고, 필름의 현상 절차가 번거롭고 현상된 필름의 저장공간 부족 등의 문제가 있고, 컴퓨터보조진단(computer-aided diagnosis) 시스템을 적용하기 어렵다는 단점이 있다.

최근 기존의 아날로그 유방촬영 장비에 부착하여 디지털 영상을 얻을 수 있는 카세트형 디지털 평판 디텍터가 국내에서 개발되었다. 대부분의 아날로그 유방촬영 시스템에 호환이 가능하며 기존의 스크린 필름 또는 전산화방사선(computed radiography, CR) 유방촬영기 내부에 삽입하면 X선을 전기신호로 변환하여 디지털 유방촬영 영상을 얻을 수 있다. 하지만 아날로그 장비를 이용하여 디지털 변환을 통해 얻어진 유방촬영 영상의 품질이 표준 디지털 유방촬영술 영상에 상응하는지 알려져 있지 않다. 본 연구는 스크린 필름 유방촬영 시스템에 국산 카세트형 디지털 평판 디텍터를 부착하여 얻어진 업그레이드 디지털 유방촬영 영상과 표준 디지털 유방촬영술 영상의 화질을 비교 평가하고자 하였다.

대상 및 방법

2017년 10월부터 2018년 6월까지 서울대병원에서 유방촬영이 예정된 만 30세 이상의 여성 중 최근 2년 이내에 본원이나 외부에서 시행한 디지털 유방촬영술 영상을 가지고 있는 사람을 대상으로 모집하였으며, 총 90명의 여성(평균 연령, 49세; 연령 범위, 32-66세)이 본 연구 참여에 동의하였다. 이들 여성에서 유방촬영술 검사의 목적은 대부분 무증상 검진(89명)이었고, 한 명의 여성은 유방에 만져지는 종괴가 있었다.

연구에 참여하는 여성들은 양측 유방에 대해 표준 상하위(craniocaudal view) 및 내외사위(mediolateral oblique view) 유방 촬영을 시행하였으며, 스크린 필름 유방촬영 시스템(Lorad M-IV, Hologic, U.S.A.)에 국산 카세트형 디지털 평판 디텍터(RoseM 2430C, DRTECH Corp, Korea)를 부착한 디지털 업그레이드 장비를 이

용하였다. 압박한 유방을 투과한 X선이 디텍터에 도달하면 신틸레이터(CsI:Tl)층을 통과하면서 가시광선으로 변환되고 이러한 가시광선이 각 픽셀에 위치한 포토다이오드를 통해 전기신호로 변환되며, 디지털 데이터는 의료영상저장전송시스템(picture archiving and communication system, PACS) 서버에 전송되어 영상 판독에 사용되었다. 디텍터의 해상도는 3840 x 3072 픽셀, 픽셀 사이즈는 76 μ m로 입력화면의 크기는 29 x 23 cm이며, TRUVIEW ART (DRTECH Corp, Korea)라는 영상 후처리 알고리즘을 통해 신틸레이터에서 발생한 산란신호를 줄이고 영상의 흐림(image blurring)을 감소시켰다(4). 90명의 여성에서 얻어진 디지털 업그레이드 영상에 대해 각각 7년과 11년의 경험을 가진 두 명의 유방영상 전문의가 유방밀도와 병변의 유무, Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS) 최종 카테고리를 평가하였다. 유방밀도는 지방형 유방(Grade a) 1명(1%), 산재된 섬유유선조직형(Grade b) 14명(16%), 비균질 치밀유방(Grade c) 56명(62%), 고도 치밀유방(Grade d) 19명(21%)이었다. BI-RADS 최종카테고리는 정상(category 1) 55명(61%), 양성(category 2) 32명(36%), 추가검사필요(category 0) 2명(2%), 악성의심(category 5) 1명(1%)이었다.

모든 여성은 본원 또는 외부병원에서 이전에 시행한 표준 디지털 유방촬영술(full-field digital mammography) 영상을 가지고 있었으며, 이전 영상과의 간격은 평균 15개월(중앙값, 13개월; 범위, 7일-28개월)이었다. 표준 디지털 유방촬영 영상은 상용화된 장비를 이용하여 시행되었으며, 모두 외산 디지털 유방촬영장비(GE Healthcare사의 Senographe 장비 59명, Hologic사의 Selenia Dimension 장비 30명, Siemens Healthcare사의 Mammomat Inspiration 장비 1명)에서 시행되었다. 총 90 쌍의 유방촬영술 영상(A, 국산 디지털 평판 디텍터 유방촬영 영상; B, 외산 표준 디지털 유방촬영술 영상)의 대조도(contrast)와 선예도(sharpness), 피부, 흉벽, 액와부 등 정상 구조물의 가시도(visibility)와 전반적인 영상품질(overall image quality)을 각각 7년과 11년의 경험을 가진 두 명의 유방영상 전문의가 함께 평가하였다. 평가 시 영상을 획득한 유방촬영장비에 대한 정보는 주어지지 않았고, 영상 순서는 무작위로 배치하였다. 대조도와 선예도 및 정상 구조물의 가시도는 5점 척도(1점, 매우 나쁨; 2점, 평균 수준보다 낮음; 3점, 평균 수준; 4점, 평균 수준보다 높음; 5점, 매우 좋음)로 평가하였으며, 전반적인 영상 품질은 A 영상이 월등히 우수하면 -3, A 영상이 우수하면

-2, A 영상이 약간 더 우수하면 -1, A 영상과 B 영상이 비슷하면 0, B 영상이 약간 더 우수하면 +1, B 영상이 더 우수하면 +2, B 영상이 월등히 우수하면 +3 으로 평가하였다. 또한 병변이 있는 경우 병변의 종류를 기술하고, 병변의 가시도에 대해 4점 척도(1점, 안보임; 2점, 희미하게 보임; 3점, 잘보임; 4점, 매우 잘보임)를 이용하여 평가하였다. 한 사람에서 여러 개의 병변이 있는 경우 각각 평가하였으며, 한쪽 유방의 미만성 양성 석회화는 하나의 병변으로 간주하였고, 양측 유방의 병변은 따로 평가하였다.

Wilcoxon signed-rank test를 이용하여 외산 표준 디지털 유방촬영술 영상과 국산 디지털 평판 디텍터 유방촬영 영상의 대조도와 선예도, 정상 구조물 및 병변의 가시도, 전반적인 영상품질에 대한 주관적인 선호도에 통계적으로 유의한 차이가 있는지 분석하였다.

결 과

디지털 평판 디텍터를 통해 얻어진 유방촬영 영상의 대조도는 평균 4.1 ± 0.8 점, 선예도는 평균 4.0 ± 0.9 점이었으

며, 흉벽과 피부 및 액와부 등 정상 구조물의 가시도는 모두 평균 4.0점 이상으로 표준 디지털 유방촬영 영상과 비교하여 모든 항목에서 유의한 차이가 없었다 ($P > 0.05$) (Table 1). 디지털 평판 디텍터 유방촬영 영상과 표준 디지털 유방촬영술 영상의 종합적인 품질에 대한 주관적인 선호도 평가는 90명의 여성 중 39명(49%)에서 두 영상의 품질에 차이가 없다고 평가되었으며 (Fig. 1), 33명(37%)

Table 1. Image quality assessment for the mammograms acquired with the cassette-type retrofit digital flat panel detector (DFPD) and the standard full-field digital mammography (FFDM) using a 5-point scale (1, poor; 2, below average; 3, average; 4, above average; 5, excellent)

Parameter	DFPD	FFDM	P-value
Contrast	4.1 ± 0.8	4.2 ± 0.5	0.066
Sharpness	4.0 ± 0.9	4.2 ± 0.5	0.063
Chest wall visibility	4.4 ± 0.6	4.4 ± 0.5	0.640
Skin visibility	4.3 ± 0.7	4.3 ± 0.5	0.181
Axillary structure visibility	4.3 ± 0.6	4.4 ± 0.5	0.349

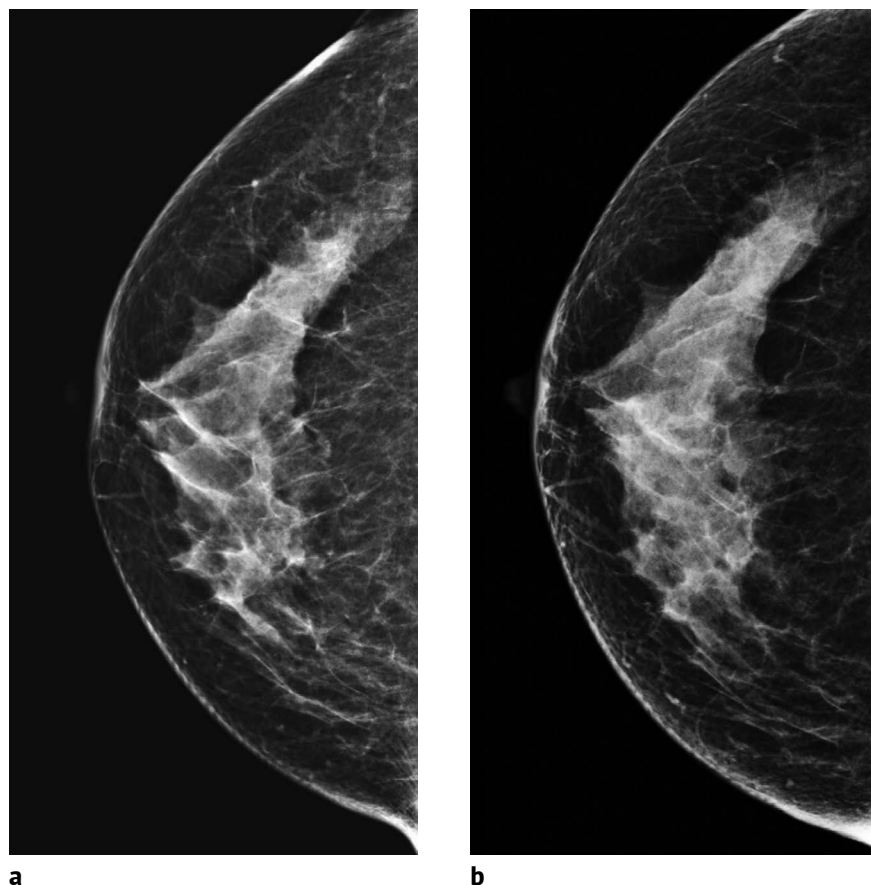


Fig. 1. Digital mammograms acquired with the cassette-type retrofit digital flat panel detector (a) and the standard full-field digital mammography (b) in a 65-year-old woman. Contrast and sharpness of both images were evaluated as excellent (score 5). The overall image quality was assessed as similar (no preference).

에서는 표준 디지털 유방촬영술 영상의 품질이 더 우수하다고 평가되었고, 나머지 18명(20%)에서는 디지털 평판 디텍터의 유방촬영 영상의 품질이 더 우수하다고 평가되었다($P = 0.055$) (Fig. 2). 표준 디지털 유방촬영 영상을 GE 사의 Senographe 장비로 획득한 경우($n=59$)와 Hologic 사의 Selenia Dimension 장비로 획득한 경우($n=30$)에 대해 세부 분석을 시행하였을 때에도 종합적인 품질은 디지털 평판 디텍터 유방촬영 영상과 표준 디지털 유방촬영술 영상 간에 유사하였다 ($P=0.108$ 과 0.414). 전체 90명 중 35명의 여성에서 56개의 병변이 관찰되었으며, 병변의 유형은 석회화 44례, 종괴 6례, 비대칭 5례, 석회화를 동반한 종괴 1례였다. 전체 56개의 병변 중 52개 병변(석회화 43례, 종괴 5례, 비대칭 3례, 석회화를 동반한 종괴 1례)은 BI-RADS 카테고리 2로 평가되었으며 이전에 시행한 표준 디지털 유방촬영술 영상과 디지털 평판 디텍터 유방촬영 영상에서 모두 보였고 변화가 없었다. 한 명의 여성에서 양측 유방에 각각 피부 비후를 동반한 미만성 종괴와 의심스러운 군집성 석회화로 보인 두 개의 병변은 모두 BI-RADS 카테고리 5로 평가되었으며 7일 전에 외부병원에서 시행한 표준 디지털 유방촬영술 영상과 본원에서 시행한 디지털 평판 디텍터 유방촬영 영상에서 모두 보였다. 양측 유방에 대한 조직검사에서 우측 유방의 종괴는 침윤성 유방암, 좌측 유방의 석회화는 상피내암으로 진단되었다 (Fig. 3). 두 명의 여성에서 2개의 병변은 이전에 시행한 표준 디지털 유방촬영술 영상에서는 보이지 않고 디지털 평판 디텍터 유방촬영 영상에서 새로 보이는 비대칭 병변으로 BI-RADS 카테고리 0로 평가되었으며, 초음파 시행 후 정상 실질조직의 겹침에 의한 것으로

판정되었다. 33명의 여성에서 디지털 평판 디텍터 유방촬영 영상과 표준 디지털 유방촬영술 영상 모두에서 보였던 54개의 병변(석회화 44례, 종괴 6례, 비대칭 3례, 석회화를 동반한 종괴 1례)에 대해 가시도를 비교하였으며, 디지털 평판 디텍터 유방촬영 영상의 병변 가시도는 평균 3.4 ± 0.8 점, 표준 디지털 유방촬영술 영상의 병변 가시도는 평균 3.3 ± 0.8 점이었으며 통계적인 차이는 없었다 ($P=0.083$) (Table 2). 석회화 병변의 가시도 점수는 디지털 평판 디텍터 유방촬영 영상과 표준 디지털 유방촬영술 영상에서 각각 3.3 ± 0.8 점, 3.3 ± 0.9 점이었고 (Fig. 3), 종괴 병변의 가시도 점수는 각각 3.8 ± 0.4 점, 3.8 ± 0.4 점이었다 (Fig. 4).

고 찰

본 연구의 결과에 따르면 스크린 필름 유방촬영 시스템에 국산 카세트형 디지털 평판 디텍터를 부착하여 얻은 디지털 유방촬영 영상은 높은 수준의 영상 품질을 보였으며, 같은 환자에서 표준 디지털 유방촬영술 외산 장비로 획득한 유방촬영 영상과 비교하였을 때 대조도와 선예도, 정상 구조물 및 병변의 가시도에 있어서 유의한 차이를 보이지 않았으며, 종합적인 영상품질도 차이가 없었다. 본 연구는 아날로그 유방촬영 시스템에 카세트형 디지털 평판 디텍터를 부착하여 디지털 업그레이드를 시행하였을 때 표준 디지털 유방촬영술과 유사한 품질의 유방촬영 영상을 얻을 수 있다는 것을 보여준다.

디지털 유방촬영술이 보급되면서 아날로그 유방촬영 장비가 디지털 유방촬영장비로 전환되었으나, 여전히 국

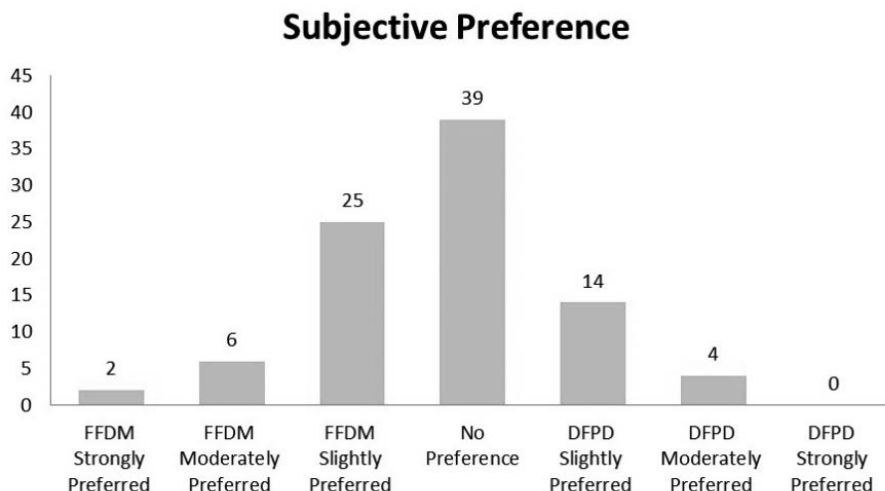


Fig. 2. Readers' subjective preferences for mammograms acquired with the cassette-type retrofit digital flat panel detector (DFPD) and the standard full-field digital mammography (FFDM) based on overall image quality.

내 유방촬영 기기 중 상당수가 스크린 필름 유방촬영기와 CR 유방촬영기이다. 아날로그 유방촬영장비에서 얻어진 영상들은 디지털 유방촬영 영상에 비해 대조도가 낮아 특히 치밀유방이 많은 한국 여성에서 유방암 진단율이 낮으며 또한 필름의 현상이나 보관 등 유지 관리가 어렵다. 하지만 디지털 유방촬영장비는 상당히 고가로 기존의 아날로그 유방촬영장비를 가진 병원에서 새로운 장비를 구매하는 것은 비용적으로 큰 부담이 될 수 있다. 최근 국내에서 개발한 카세트형 디지털 평판 디텍터는 기존의 아날로그 장비 내부에 장착하여 필름과 CR 유방 촬영기를 디지털 유방촬영시스템으로 손쉽게 업그레이드할 수 있으며 비용은 절감하면서 높은 품질의 영상을 획득할 수 있다. 따라서, 향후에는 이를 통해 국내 유방촬영 장비의 디지털 영상화가 가속화 될 수 있을 것으로 생각되며 유방암 검진을 위한 유방촬영 영상의 전반적인 품질이 개선될 것으로 기대된다.

본 연구는 몇 가지 제한점이 있다. 한가지 아날로그 유방촬영 시스템에 디지털 평판 디텍터를 적용하였으며 향후 다양한 아날로그 유방촬영 시스템에 적용하여 얻어진 영상에 대한 분석이 필요하겠다. 또한 디지털 평판 디텍터 유방촬영 영상을 같은 여성에서 평균 15개월 (중앙값, 13개월; 범위, 7일-28개월) 이전에 얻은 표준 디지털 유방촬

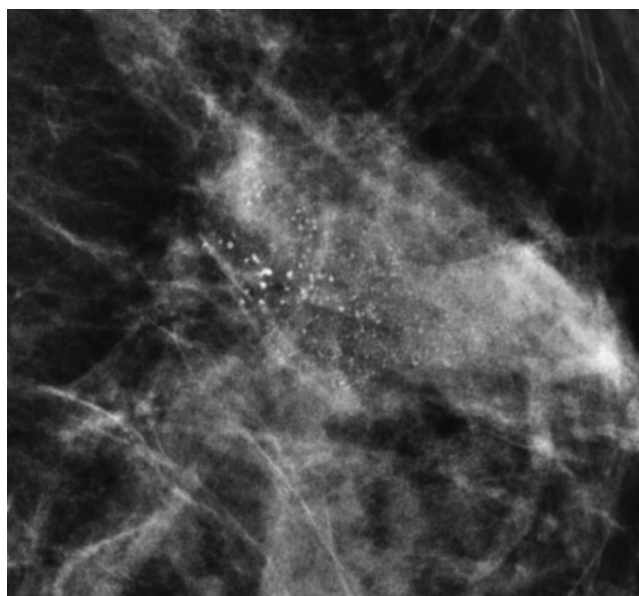
영술 영상과 비교하였으며, 이러한 시간 간격은 유방 병변의 평가에 영향을 줄 수 있다. 하지만 대부분의 병변은 오랫동안 변화가 없는 양성 병변으로 두 영상에서 모두 보였으며 악성 병변의 경우 시간 간격이 짧아 두 영상에서 비교 평가가 가능하였다. 마지막으로 2명의 유방영상 전문의가 합의에 의해 영상 화질을 평가하였으며, 따라서 관찰자간 일치도에 대한 평가가 이루어질 수 없었다.

결론적으로, 스크린 필름 유방촬영 시스템에 국산 카세트형 디지털 평판 디텍터를 부착하여 얻은 디지털 유방촬

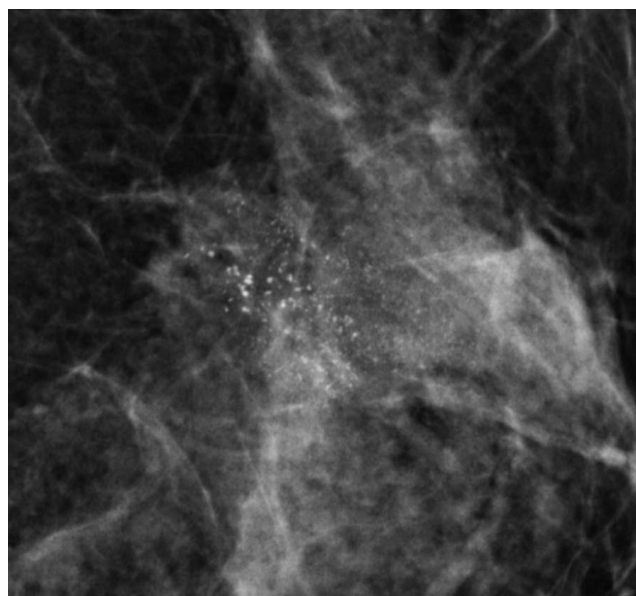
Table 2. Lesion visibility on mammograms acquired with the cassette-type retrofit digital flat panel detector (DFPD) and the standard full-field digital mammography (FFDM) using a 4-point scale (1, not visible; 2, low conspicuity; 3, medium conspicuity; 4, high conspicuity)

Lesion Type	DFPD	FFDM	P-value
Overall (n=54)	3.4 ± 0.8	3.3 ± 0.8	0.083
Calcifications (n=44)	3.3 ± 0.8	3.3 ± 0.9	0.160
Masses (n=6)	3.8 ± 0.4	3.8 ± 0.4	N/A
Asymmetries (n=3)	3.3 ± 0.6	3.3 ± 0.6	N/A
Mass with calcification (n=1)	4.0	3.0	N/A

N/A = not applicable



a



b

Fig. 3. Grouped fine pleomorphic calcifications visualized on left mammograms acquired with the cassette-type retrofit digital flat panel detector (**a**) and the standard full-field digital mammography (**b**) in a 57-year-old woman. Lesion visibility was assessed as medium conspicuity (score 3) on both mammograms. The lesion was assessed as BI-RADS category 5 and core needle biopsy revealed ductal carcinoma in situ.

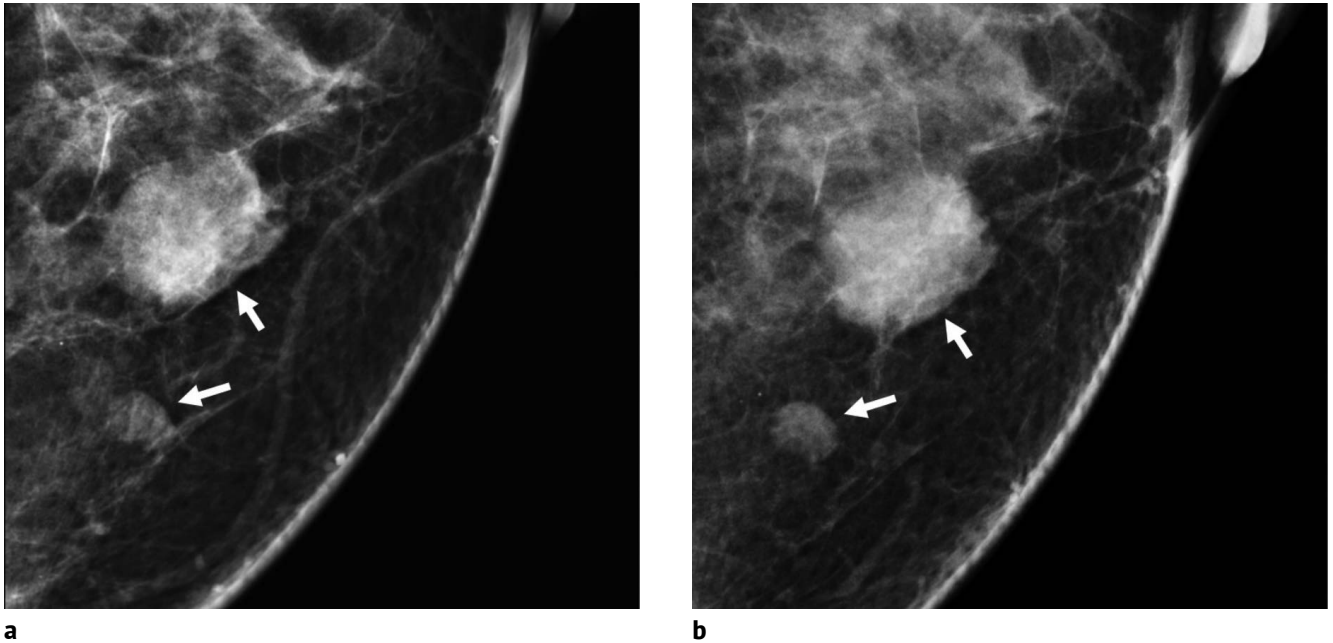


Fig. 4. Oval circumscribed masses visualized on left mammograms acquired with the cassette-type retrofit digital flat panel detector **(a)** and the standard full-field digital mammography **(b)** in a 51-year-old woman. Lesion visibility was assessed as high conspicuity (score 4) on both mammograms (arrows). The lesion was assessed as BI-RADS category 2 and was stable for over 2 years.

영 영상은 표준 디지털 유방촬영술 영상과 비교하여 비슷한 영상 품질을 보였다.

참 고 문 헌

1. Myers ER, Moorman P, Gierisch JM, Havrilesky LJ, Grimm LJ, Gbate S, et al. Benefits and harms of breast cancer screening: a systematic review. *JAMA* 2015;314:1615-1634
2. Pisano ED, Gatsonis C, Hendrick E, Yaffe M, Baum JK, Acharyya S, et al. Diagnostic performance of digital versus film mammography for breast-cancer screening. *N Engl J Med* 2005;353:1773-1783
3. Pisano ED, Hendrick RE, Yaffe MJ, Baum JK, Acharyya S, Cormack JB, et al. Diagnostic accuracy of digital versus film mammography: exploratory analysis of selected population subgroups in DMIST. *Radiology* 2008;246:376-383
4. Chae KJ, Goo JM, Ahn SY, Yoo JY, Yoon SH. Application of deconvolution algorithm of point spread function in improving image quality: an observer preference study on chest radiography. *Korean J Radiol* 2018;19:147-152

Evaluation of Image Quality of Domestic Cassette-type Retrofit Digital Flat Panel Detector: Comparison with Standard Full-field Digital Mammography

Su Hyun Lee, MD, Jung Min Chang, MD

Department of Radiology, Seoul National University Hospital, Seoul, Korea

Purpose: To compare the image quality of mammograms obtained with a domestic cassette-type retrofit digital flat panel detector (DFPD) and the standard full-field digital mammography (FFDM).

Materials and Methods: Mammograms were prospectively obtained with a domestic cassette-type retrofit digital flat panel detector (RoseM 2430C, DRTECH Corp) integrated with an analog mammography system (Lorad M-IV, Hologic) in 90 women (mean age, 49 years) who had previous mammograms obtained with the standard FFDM units. Two blinded radiologists reviewed 90 pairs of mammograms (A, DFPD; B, FFDM) in consensus and the contrast, sharpness, visibility of normal structures, and the overall image quality were evaluated using a 5-point scale (1, poor; 5, excellent). If a lesion presents, the visibility of lesions was evaluated using a 4-point scale (1, not visible; 4: high conspicuity).

Results: The contrast and sharpness of DFPD (mean, 4.1 ± 0.8 and 4.0 ± 0.9 , respectively) were not significantly different from those of FFDM (mean, 4.2 ± 0.5 and 4.2 ± 0.5 ; $P > 0.05$). Of 90 women, the overall image quality was similar between the two images in 39 (43%); FFDM showed better image quality in 33 (37%); DFPD showed better image quality in 18 (20%) ($P = 0.055$). There were 54 lesions (44 calcifications, 6 masses, 3 asymmetries, and one mass with calcifications) in 33 women. The difference of lesion visibility between the FFDM (mean 3.3 ± 0.8) and DFPD (mean 3.4 ± 0.8) was not statistically significant ($P = 0.083$).

Conclusion: The image quality of the mammograms obtained with the cassette-type retrofit DFPD was comparable with that of FFDM.

Index words: Detector; Image quality; Digital Mammography; Preference

Corresponding author: Jung Min Chang, M.D.