

Comparison of Image Quality between Mammography Dedicated Monitor and UHD 4K Monitor, Using Standard Mammographic Phantom: A Preliminary Study

유방 표준 팬텀을 이용한 유방촬영술 판독용 모니터와 범용 고화질 모니터의 화질 비교: 예비연구

Ji Young Lee, MD, Soon Joo Cha, MD*, Sung Hwan Hong, Su Young Kim, MD, Yong Hoon Kim, MD, You Sung Kim, MD, Jeong A Kim, MD

Department of Radiology, Inje University Ilsan Paik Hospital, Goyang, Korea

Purpose: Using standard mammographic phantom images, we compared the image quality obtained between a mammography dedicated 5 megapixel monitor (5M) and a UHD 4K (4K) monitor with digital imaging and communications in medicine display, to investigate the possibility of clinical application of 4K monitors.

Materials and Methods: Three different exposures (autoexposure, overexposure and underexposure) images of mammographic phantom were obtained, and six radiologists independently evaluated the images in 5M and 4K without image modulation, by scoring of fibers, groups of specks and masses within the phantom image. The mean score of each object on both monitors was independently analyzed, using *t*-test and interobserver reliability by intraclass correlation coefficient (ICC) of SPSS.

Results: The overall mean scores of fiber, group of specks, and mass in 5M were 4.25, 3.92, and 3.28 respectively, and scores obtained in 4K monitor were 3.81, 3.58, and 3.14, respectively. No statistical difference was seen in scores of fiber and mass between the two monitors at all exposure conditions, but the score of group of specks in 4K was statistically lower in the overall ($p = 0.0492$) and in underexposure conditions ($p = 0.012$). The ICC for interobserver reliability was excellent (0.874).

Conclusion: Our study suggests that since the mammographic phantom images are appropriate with no significant difference in image quality observed between the two monitors, the 4K monitor could be used for clinical studies. Since this is a small preliminary study using phantom images, the result may differ in actual mammographic images, and subsequent investigation with clinical mammographic images is required.

Index terms

Mammography
Phantoms, Imaging
Radiologists
Radiology Information Systems

Received November 29, 2016

Revised January 10, 2017

Accepted January 24, 2017

*Corresponding author: Soon Joo Cha, MD
Department of Radiology, Inje University
Ilsan Paik Hospital, 170 Juhwa-ro, Ilsanseo-gu,
Goyang 10380, Korea.
Tel. 82-31-910-7394 Fax. 82-31-910-7369
E-mail: chasoonj@paik.ac.kr

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

우리나라에서 유방암은 여성의 경우 갑상선암 다음 두 번째로 많이 발생하는 암으로 1999년 국가암 발생 통계가 산출된 이후 매년 증가하고 있다. 유방암 진단의 경우 유방촬영술이 가장 기본적인 검사이고 40~69세 사이에는 선별검사로 시행된 유방촬영술이 유방암에 의한 사망률을 감소시킨다는 것은 잘 알려진 사실이다(1). 국가 암 검진이 본격적으로 시행된 2002년

이후 검진유방촬영술은 급격하게 증가하였으며 유방촬영술의 판독에 대한 요구도 증가하였다. 유방 질환 관련 영상은 미세한 병변을 포함 하는 경우가 많기 때문에 영상자체의 질이 매우 중요하지만 이 영상을 판독하는 데 이용되는 모니터의 화질도 중요하여 Digital Imaging and Communications in Medicine gray scale (이하 DICOM) 계조도가 지원되는 판독용 모니터를 사용해야 하며 그 중에서도 5백만 화소(5 megapixel resolution), 고대조도(high contrast ration), 최소 8비트(minimum of

8-bit depth) 조건의 고해상도 모니터를 사용하도록 권장하고 있다(2). 그러나 이러한 고해상도의 모니터는 고가의 장비로 많은 부서에서의 이용이 제한된다. 제품의 비용 측면과 최근 디스플레이 산업의 발전을 고려하여 고해상도의 모니터와 그보다 해상도가 더 낮은 모니터들과의 비교 연구가 있어 왔고, common color liquid crystal display (LCD)가 medical monochrome LCD를 대체할 수 있는지에 대한 연구도 있었고 이들을 사용하여도 진단에는 영향을 주지 않는다는 연구 결과가 나온 바 있다(3-9). 그러나 이런 연구들은 의료용 판독 모니터보다 비용이나 유용성 면에서는 월등히 유리하나 해상도 등의 성능 면에서는 낮은 모니터를 비교 대상으로 하였고 또 낮은 해상도를 보완하기 위해 영상을 볼 때 확대 기능(zoom or magnifying modulation)이나 창높이(window level)와 창폭(window width) 조절 등의 추가적인 조절이 필요하였다. 최근 UHD TV의 보급에 힘입어 3840 × 2160 픽셀 이상(8백만 화소)을 지원하는 고해상도 모니터(UHD 4K monitor; 이하 4K 모니터)의 보급이 늘어

나고 있으며, 휘도 및 DICOM 계조도 지원 등의 판독용 모니터 규정을 뛰어넘는 사양을 가지는 일부 모델들이 출시되어 판독용 가이드라인 규정상(10) 의료용으로 쓸 수 있는 조건의 충족이 예상된다. 이에 저자들은 유방 표준 팬텀 영상을 이용해 유방촬영술 전용 판독 모니터(mammography dedicated 5 megapixel monitor; 이하 5M 모니터)와 4K 모니터 간 화질을 비교하여 그 차이를 알아보고, 다음 단계로 4K 모니터를 이용한 임상영상 연구 가능성을 알아보고자 하였다. 또한 이 예비연구를 통하여 향후 연구에서 고려해야 할 사항들과 연구 방향을 제시받고자 한다.

대상과 방법

데이터 획득

이 연구는 팬텀을 이용한 연구로 인제대학교 일산백병원의 임상시험 심사위원회(Institutional Review Board)의 심사대상에서 제외되었다.

이 연구에 사용된 유방 팬텀은 Nuclear Associates (18~220) (Fluke Biomedical Radiation Management Services, Cleveland, OH, USA)로 미국방사선의학회(American College of Radiology; 이하 ACR) 유방촬영술인증체계에서 인정된 표준 모델로 팬텀 내부에는 세 종류의 모조 병소들 즉 6개의 섬유(fiber), 5개의 작은 알갱이 집단들(groups of specks), 5개의 종괴(mass)가 포함되어 있고, 1개의 작은 알갱이 집단에는 6개의 작은 알갱이로 구성되어 있다(Fig. 1). 팬텀 촬영은 디지털 유방촬영기(Lorad Selenia; Hologic Inc., Danbury, CT, USA)를 사용하여 노출 조건을 달리해서 자동노출(autoexposure, 94 mAs), 노출과다(overexposure, 138 mAs), 노출부족(underexposure, 47 mAs)(공통 27 kVP)의 세 가지 조건으로 촬영하여 유방 팬텀 영상을 획득하였다.

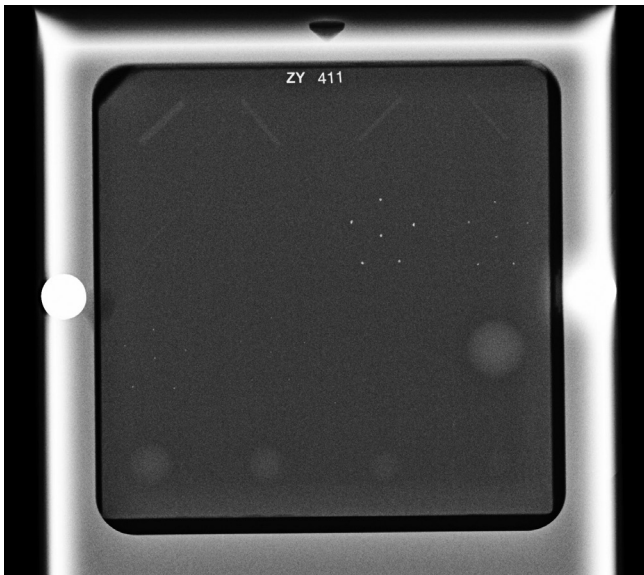


Fig. 1. ACR mammographic phantom image composed of fibers, groups of specks and masses. ACR = American College of Radiology

Table 1. Specification of 5M and 4K Monitors

	5M	4K
Technology	21.3 inch, monochrome, TFT active matrix	31 inch 17:9 wide, color, AH-IPS
Pixel pitch	0.165 × 0.165 mm	0.0567 × 0.1701 mm
Contrast ratio	800:1	1000:1 (DFC 10000000:1)
Luminance	750 cd/m ²	320 cd/m ²
Resolution	2560 × 2048	4096 × 2160
Grayscale display (color depth)	11.9 bit	10 bit
DICOM display	Support	Support

AH-IPS = AH-In-Plane Switching, DICOM = digital imaging and communications in medicine, TFT = thin film transistor, 4K = UHD 4K monitor, 5M = mammography dedicated 5 megapixel monitor

영상 평가

영상 평가에 사용된 두 가지 모니터는 각각의 Picture archiving and communication system (PACS) 워크스테이션에 연결하였는데, 유방 판독 모니터는 Totoku MDL2116A (Totoku Electric Co., LTD., Tokyo, Japan)를, UHD 4K 모니터 LG 31MU97 (LG Display, Seoul, Korea)를 사용하였고 각각의 사양은 Table 1과 같다. 획득된 유방 팬텀 영상을 각 모니터에서 PACS 영상관찰대용 프로그램(Marosist; Infinit Co., Ltd., Seoul, Korea)을 사용하여 분석하였다.

한국의료영상품질평가원에서 정한 유방기기에 관한 평가 기준에 따라 팬텀 내부에 포함된 모조 병소의 요소들(6 fibers, 5 group of specks, 5 masses)을 관찰하였는데, 각각의 요소들의 크기가 큰 것부터 작은 것의 순서대로 평가하여 점수가 0 혹은 0.5가 나오면 세기를 멈춘다. 각 요소들의 평가 기준은 다음과 같이 하였다. 섬유유의 모든 길이가 다 보이고 위치와 방향이 올바르면 1점을 준다. 섬유유의 모든 길이가 다 보이지 않지만 1/2 이상 보이고 위치와 방향이 올바르면 0.5점을 준다. 작은 알갱이 집단은 6개의 알갱이 중에 4개 이상이 올바른 위치에서 관찰되면 1점을 준다. 6개의 알갱이 중 2~3개가 제 위치에서 보이면 0.5점을 준다. 종괴의 둘레가 3/4 이상에서 보이고 제 위치에서 보이면 1점을 준다. 대조도가 떨어지더라도 종괴가 제 위치에서 둥근 모양을 보이면 1점을 준다. 그러나 종괴가 제 위치에서 보이나 둥근 모양으로 보이지 않으면 0.5점을 준다. 유방 팬텀 영상의 품질 평가 시 작은 알갱이 집단을 관찰할 때는 2배 이상의 확대경을 사용하여야 하지만 본 연구에서는 모니터의 영상 표시를 위하여 확대기능은 사용하지 않았고 창폭 또는 창높이는 조절하지 않았다.

여섯 명의 영상의학과 전문의가 관찰자로 참여하였고(각각 유방 영상의학 경험 2년 미만 3명, 2년 이상 5년 미만 2명, 5년 이상 1명) 각 관찰자는 유방 팬텀 영상을 유방촬영술판독용인 5M 모니터와 4K 모니터에서 독립적으로 관찰하여 팬텀 영상에서 보이는 세 가지 모조 병소 요소들을 점수화하였다. 각각의 요소들에 대해 한 모니터당 총 18개의 점수가 비교값으로 얻어졌는데, 두 모니터에서 보인 각 요소들의 평균 점수를 구하였고, 노출 조건에 의한 화질 차이의 영향을 알아보기 위해 노출조건에 따른 영상별로 각 요소들의 평균 점수를 분리하여 값을 획득하였다.

통계분석

통계는 SPSS ver. 10.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 사용하여, 두 모니터에서 보이는 모조 병소 세 가지 각 요소들의 점수를 평균 \pm 표준편차로 표시하였고, 독립표본 t -

test (independent-sample t -test)를 이용하여 그 값을 비교하였으며 유의확률(p -value)은 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 하였다. 여섯 명의 관찰자 간 신뢰도는 급내 상관 계수(intra-class correlation coefficient; 이하 ICC)를 이용하여 검증하였다.

결과

두 모니터 간 화질 비교의 전체적인 결과는 5M 모니터에서 섬유유는 4.25 ± 0.73 , 작은 알갱이 집단은 3.92 ± 0.19 , 종괴는 3.28 ± 1.29 가 나왔고, 4K 모니터에서는 섬유유는 3.81 ± 0.97 , 작은 알갱이 집단은 3.58 ± 0.65 , 종괴는 3.14 ± 1.21 으로 5M 모니터에서 전체적으로 높은 점수가 나왔으나 섬유유와 종괴의 경우는 통계적으로 유의한 차이는 아니었다($p > 0.05$). 그러나 작은 알갱이 집단의 경우 4K 모니터가 조금 더 낮게 나왔고 모니터간 화질 차이가 통계적으로 유의하였다($p = 0.0492$) (Table 2).

노출의 영향에 따라 나누어 비교하였을 때 자동노출의 경우 5M 모니터에서 섬유유 4.42 ± 0.74 , 작은 알갱이 집단 4.00 ± 0.00 , 종괴 3.17 ± 1.08 이었고, 4K 모니터에서 섬유유 4.08 ± 0.97 , 작은 알갱이 집단 3.92 ± 0.20 , 종괴 3.17 ± 1.08 로 세 가지 요소들 모두 두 모니터에서 통계적으로 유의한 화질 차이는 없었다($p = 0.518$, $p = 0.363$, $p = 1.000$, $p > 0.05$). 노출과다의 경우도 5M 모니터에서 섬유유 4.58 ± 0.49 , 작은 알갱이 집단 4.00 ± 0.00 , 종괴 4.17 ± 0.61 , 4K 모니터에서 섬유유 4.33 ± 0.41 , 작은 알갱이 집단 4.00 ± 0.00 , 종괴 3.83 ± 0.75 로 세 가지 요소들 모두 통계적으로 유의한 화질 차이가 없었다($p = 0.360$, $p = 1.000$, $p = 0.418$, $p > 0.05$). 노출부족의 경우는 5M 모니터에서 섬유유 3.75 ± 0.76 , 작은 알갱이 집단 3.75 ± 0.27 , 종괴 2.50 ± 1.55 였고, 4K 모니터에서 섬유유 3.00 ± 0.95 , 작은 알갱이 집단 2.83 ± 0.61 , 종괴 2.42 ± 1.43 의 값으로 나와 4K 모니터에서 모조 병소 세 요소

Table 2. Overall Results of Comparison of Mammographic Phantom Images between 5M and 4K Monitors

Object	Monitor Type	N	Mean \pm SD	Significance (p -Value)
Fiber	5M	18	4.25 ± 0.73	0.131
	4K	18	3.81 ± 0.97	
Specks	5M	18	3.92 ± 0.19	0.0492
	4K	18	3.58 ± 0.65	
Mass	5M	18	3.28 ± 1.29	0.741
	4K	18	3.14 ± 1.21	

N = mammographic phantom image numbers, SD = standard deviation, 5M = mammography dedicated 5 megapixel monitor, 4K = UHD 4K monitor

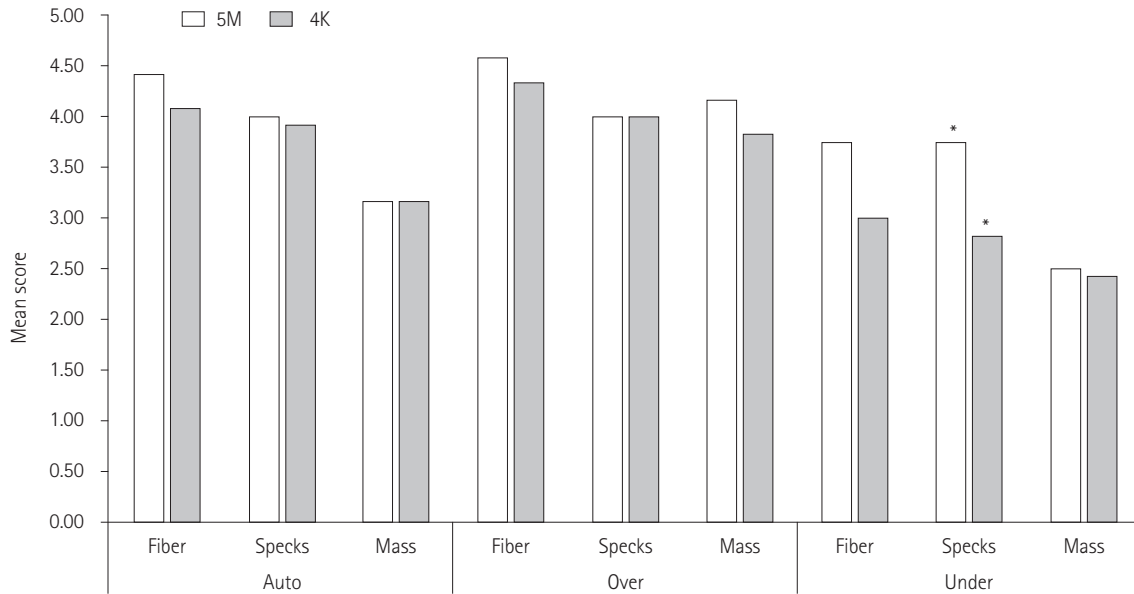


Fig. 2. Bar graph comparing object scores of mammographic phantom images between 5M and 4K monitors, according to different exposure conditions. Difference of mean scores of each object between 5M and 4K monitors are not significant ($p > 0.05$) in auto and overexposure conditions, but the score of group of specs in underexposure condition is significantly lower in 4K than in 5M monitor ($p \leq 0.012$, asterisk). Auto = autoexposure, Over = overexposure, Under = underexposure, 5M = mammography dedicated 5 megapixel monitor, 4K = UHD 4K monitor

Table 3. Interobserver Reliability for Object Scores

Observer	N	Mean \pm SD	ICC	95% CI	p-Value
1	18	4.472 \pm 0.5809	0.874	0.756-0.946	0.000
2	18	4.278 \pm 0.4278			
3	18	3.139 \pm 0.8879			
4	18	3.111 \pm 0.8838			
5	18	3.417 \pm 1.0037			
6	18	3.556 \pm 1.0416			

CI = confidence Interval, ICC = intraclass correlation coefficient, N = object's score numbers in two monitors, SD = standard deviation

들 모두 평균 점수가 조금 더 낮았으나, 섬유와 종괴 경우는 통계적으로 유의한 차이가 아니었고($p = 0.161$, $p = 0.925$) 작은 알갱이 집단은 통계적으로 유의한 차이($p = 0.012$)를 보였다(Fig. 2).

모조 병소를 점수에 대한 여섯 명의 관찰자 간 신뢰도 검정 결과는 ICC의 상관계수가 0.874로 나와 매우 신뢰할 수 있는 결과를 보였다(Table 3).

고찰

의료영상 표시장치로 사용되는 모니터는 의료용 모니터와 임상용 모니터로 구분할 수 있다. 의료용 모니터는 판독용 모니터(영상의학 검사 판독용 모니터)와 의료장비 부착 모니터 등이고, 임상용 모니터는 임상 활동 중 영상 조화를 위한 모니터로 일반 모니터가 이에 해당한다. 판독용 모니터란, 의료기관에서 의학

영상에 대한 전문적인 관찰과 영상의 해석을 위한 용도로 사용하는 법적인 판독을 위한 모니터로서, 최소 8비트 계조분해능 이상의 표현력을 가지고 있으며 자체적 또는 외부 휘도계를 이용한 DICOM Lookup Table 보정 기능을 가지고, DICOM Grayscale Standard Display Function 함수관계에 의한 휘도 반응 테스트(luminance response) 보정 기능이나 휘도 균일도 테스트(luminance uniformity)를 통한 보정 기능 등이 필수적으로 수반되는 모니터를 말하며 가이드라인을 제시하는 국가 또는 단체에 따라 판독용 모니터를 여러 등급으로 분류하고 있다(11). 이 중 유방 촬영술과 관련된 영상은 1급 판독용 모니터 사용을 권장하며 이는 유효화면 19인치 이상, 해상도는 2048×2560 이상(500만 화소), 화소 크기는 19인치 기준 0.165 mm 이하, 휘도는 250 cd/m^2 이상을 요구 하고 있으며 DICOM 계조도로 표현하도록 되어 있다(10). 이번 연구에 이용된 4K 모니터는 일반 범용 모니터이지만 8백만 화소, 휘도 320 cd/m^2 , DICOM 계조도 지원등 위에서 언급한 판독용 모니터의 조건을 충족하고 비용측면에서도 5백만 화소 모니터보다 경제적이다. 유방촬영술을 판독함에 있어서 컴퓨터 보조진단(computer-aided detection)의 활용이 보편화 되고 있고, 유방질환과 관련하여 촬영술 이외 칼라 도플러 초음파나 양전자방출단층촬영술(positron emission tomography)이 이용됨을 고려한다면 칼라 모니터의 임상적 활용이 유용하리라 생각된다.

이번 연구에서 팬텀 영상을 노출 조건을 달리하여 얻었는데, 디지털 유방촬영기의 선량은 대부분 자동으로 노출이 결정되지

만, 환자의 피폭관리나 자동 노출장치의 오작동 문제가 있을 경우를 가정하여 자동노출과 함께 노출과다와 노출부족을 적용하여 세 가지의 영상 얻어서 연구 대상으로 하였다. 자동노출과 노출과다의 경우는 모조 병소인 섬유, 종괴, 그리고 작은 알갱이 집단 모두에서 5M 모니터가 좀 더 높은 점수가 나오긴 하였으나 통계적으로 유의한 수준은 아니었다. 그러나 노출부족의 경우는 섬유나 종괴의 경우 두 모니터 간 화질 차이가 없었으나 작은 알갱이 집단에서는 4K 모니터에서 평균점수가 5M보다 유의하게 낮은 값으로 나와 화질 차이가 있었다. 이는 영상을 만드는데 사용되는 X-선의 광자량이 부족하여 영상 잡음 또는 양자 반점이 많이 발생하였고 이런 환경에서 병소를 구분하는 능력이 4K 모니터보다는 유방전용 5M 모니터가 우수하다고 판단할 수 있다. 그러나 특수의료장비 품질 관리 중 유방 팬텀을 평가할 때 사용되는 합격 기준 즉, 섬유 4개 이상, 작은 알갱이 집단 3개 이상 그리고 종괴 3개 이상이 보여야 한다는 점을 고려할 때 노출부족 영상의 경우 두 모니터 모두 불합격 점수이고 반면 자동노출과 노출과다 영상에서는 4K 모니터에서도 세 가지 요소 모두 합격점수에 해당한다는 점에서 모니터의 화질뿐만 아니라 유방 팬텀 영상 자체의 질이 평균점수에 영향을 미친 것으로 판단된다. 즉 영상의 질이 모니터의 화질 차이에 앞서 정확한 판독에 중요한 요인이 됨을 의미하며 따라서 영상의 품질 관리의 중요성을 상기할 수 있다.

이번 연구에서 비교 평가의 객관성을 유지하기 위해 국가 인증기관인 한국의료영상품질관리원에서 유방촬영기의 평가에 이용하는 미국방사선의학회(ACR) 유방촬영술 인증체계에서 인정된 표준 모델과 점수 체계를 사용하였는데 이는 관찰자의 정량적인 화질 평가 방법으로 적절하다는 평가를 들 수 있다. 또 이 팬텀은 디지털 유방촬영술(Full-Field Digital Mammography)의 화질을 평가하는데 다른 디지털 팬텀보다 좋다고 연구된 바 있다(12).

본 연구의 제한 점은 첫째, 관찰자들이 실험 대상이 된 두 모니터 중 유방 전용 판독모니터가 어느 쪽인지 미리 알고 있음으로 해서 생긴 바이어스가 있을 가능성이 있다. 그럼에도 불구하고 촬영된 영상들의 경우 두 모니터 간 화질에서 큰 차이는 없었다. 둘째, 화질 비교의 영상이 실제 유방의 디지털 촬영술이 아닌 팬텀이었다는 점이다. 그로 인해 다양한 영상을 얻는 데 제한이 있어 연구 대상수가 작았고 연구 결과의 신뢰도가 떨어질 수 있다. 실제 유방 영상을 대상으로 많은 표본을 포함한다면 일반화할 수 있는 좀 더 신뢰도가 높은 연구가 될 수 있을 것으로 생각된다.

결론적으로 적절한 조건하에 얻어진 유방 팬텀 영상으로 5M 모니터와 4K 모니터 사이의 화질 차이를 평가했을 때 두 모니터

간 유의한 화질차이는 없어 임상적 연구에 4K 모니터의 사용이 가능할 것으로 판단된다. 이는 임상 사용 가능성을 위한 다음 단계의 연구인 실제 유방촬영 영상을 대상으로 하는 후속 연구의 필요성을 제시할 수 있는 예비 연구로 의의가 있다.

REFERENCES

1. Lee EH, Park B, Kim NS, Seo HJ, Ko KL, Min JW, et al. The Korean guideline for breast cancer screening. *J Korean Med Assoc* 2015;58:408-419
2. Kanal KM, Krupinski E, Berns EA, Geiser WR, Karellas A, Mainiero MB, et al. ACR-AAPM-SIIM practice guideline for determinants of image quality in digital mammography. *J Digit Imaging* 2013;26:10-25
3. Kamitani T, Yabuuchi H, Soeda H, Matsuo Y, Okafuji T, Sakai S, et al. Detection of masses and microcalcifications of breast cancer on digital mammograms: comparison among hard-copy film, 3-megapixel liquid crystal display (LCD) monitors and 5-megapixel LCD monitors: an observer performance study. *Eur Radiol* 2007;17:1365-1371
4. Yamada T, Suzuki A, Uchiyama N, Ohuchi N, Takahashi S. Diagnostic performance of detecting breast cancer on computed radiographic (CR) mammograms: comparison of hard copy film, 3-megapixel liquid-crystal-display (LCD) monitor and 5-megapixel LCD monitor. *Eur Radiol* 2008;18:2363-2369
5. Kamitani T, Yabuuchi H, Matsuo Y, Setoguchi T, Sakai S, Okafuji T, et al. Diagnostic performance in differentiation of breast lesion on digital mammograms: comparison among hard-copy film, 3-megapixel LCD monitor, and 5-megapixel LCD monitor. *Clin Imaging* 2011;35:341-345
6. Ong AH, Pitman AG, Tan SY, Gledhill S, Hennessy O, Lui B, et al. Comparison of 3MP medical-grade to 1MP office-grade LCD monitors in mammographic diagnostic and perceptual performance. *J Med Imaging Radiat Oncol* 2011;55:153-162
7. Geijer H, Geijer M, Forsberg L, Kheddache S, Sund P. Comparison of color LCD and medical-grade monochrome LCD displays in diagnostic radiology. *J Digit Imaging* 2007;20:114-121
8. Wu J, Wu TH, Han RP, Chang SJ, Shih CT, Sun JY, et al. Comparison of the commercial color LCD and the medical monochrome LCD using randomized object test patterns. *PLoS One* 2012;7:e37769

9. Chen Y, James JJ, Turnbull AE, Gale AG. The use of lower resolution viewing devices for mammographic interpretation: implications for education and training. *Eur Radiol* 2015;25:3003-3008
10. 대한영상의학회, 대한의학영상정보학회, 대한디지털로 영상학회, 대한영상의학과개원의협의회, 한국의료영상품질관리원. 판독용 모니터 정도관리 Diagnostic Display Monitor Management & QC. 영상의학 검사 판독용 모니터 가이드라인 개발 테스트포스팀, 2008:75-81
11. Son GG, Sung DW, Jeong JH, Kang HD, Lee JR, Jung HK. A study on the usefulness of the AAPM TG18 evaluation tool for diagnostic monitor QC. *J Korean Radiol Soc* 2008;58:631-638
12. Song SE, Seo BK, Yie A, Ku BK, Kim HY, Cho KR, et al. Which phantom is better for assessing the image quality in full-field digital mammography?: American College of Radiology accreditation phantom versus digital mammography accreditation phantom. *Korean J Radiol* 2012;13:776-783

유방 표준 팬텀을 이용한 유방촬영술 판독용 모니터와 범용 고화질 모니터의 화질 비교: 예비연구

이지영 · 차순주* · 홍성완 · 김수영 · 김용훈 · 김유성 · 김정아

목적: 유방 표준 팬텀 영상을 이용해 유방촬영술 판독용 모니터(mammography dedicated 5 megapixel monitor; 이하 5M 모니터)와 digital imaging and communications in medicine 지원되는 범용 고화질 모니터(UHD 4K monitor; 이하 4K 모니터) 사이의 화질을 비교하여 그 차이를 알아보고 4K 모니터의 임상적용을 위한 연구 가능성을 알아보자 하였다.

대상과 방법: 유방 표준 팬텀을 세 가지 다른 노출 조건(자동노출, 노출과다, 노출부족)으로 촬영하여 각각 영상을 얻은 후 이 영상들 내에 포함되어 있는 모조 병소들 즉 섬유, 작은 알갱이 집단, 종괴(fiber, group of specks, mass)를 여섯 명의 영상의학과 의사가 독립적으로 5M 모니터와 4K 모니터에서 영상의 조정 없이 관찰하였고, 두 모니터에서 보이는 각 모조 병소들의 평균 점수를 구하였다. 통계 분석은 SPSS 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 모조 병소들의 평균 값의 비교는 독립표본 t -test (independent sample t -test)를 이용하였고, 관찰자 간 신뢰도는 급내 상관계수(Intraclass correlation coefficient; 이하 ICC)를 이용하여 검정하였다.

결과: 전반적인 결과는 5M 모니터에서 섬유 4.25, 작은 알갱이 집단 3.92, 종괴 3.28, 4K 모니터는 섬유 3.81, 작은 알갱이 집단 3.58, 종괴 3.14로, 섬유와 종괴는 두 모니터 간 차이가 통계적으로 유의하지 않았으나, 작은 알갱이 집단은 4K 모니터에서 점수가 조금 낮았다($p = 0.0492$). 자동노출과 노출과다의 경우 모조 병소 모두 두 모니터 간 차이는 없었고, 노출부족의 경우 섬유와 종괴는 차이가 없었으나 작은 알갱이 집단은 두 모니터 간 화질 차이가 있었다($p = 0.012$). 여섯 명의 관찰자 간 신뢰도 검정결과는 ICC의 상관 계수가 0.874로 나와 매우 신뢰할 수 있는 결과를 보였다.

결론: 적절한 조건하에 얻어진 유방 팬텀 영상으로 5M 모니터와 4K 모니터 사이의 화질 차이를 평가했을 때 두 모니터 간 유의한 화질차이는 없어 임상적 연구에 4K 모니터 사용이 가능할 것으로 판단된다. 그러나 이것은 팬텀 영상을 이용한 소규모의 예비 연구로 실제 유방 영상은 화질 평가에 있어서 다를 수 있으므로, 다양한 임상 영상 소견을 대상으로 한 임상 유방 영상 연구가 뒤따라야 한다.

인제대학교 일산백병원 영상의학과