

Image Display and Quality Control for Digital Mammography

정 해 조

연세대학교 의과대학 BK21의과학사업단

1. 서 론

Breast Imaging은 지난 20년 동안 비약적인 기술 발전을 하여왔다. 유방촬영은 유방암의 조기 검진의 보다 중요한 수단으로 널리 인식되어왔다. 기술적인 발전은 적합한 x-선 튜브와 타겟 물질의 선택과 사용, 부가적인 빔 필터, 그리고 보다 낮은 최고 전압 설정과 같은 특수 목적의 유방촬영장치의 발전을 포함한다. 이러한 모든 것들은 영상의 대조도를 향상시킨다. Radiographic grid와 향상된 compression paddle의 보편화된 사용은 영상의 질을 떨어뜨리는 산란선의 발생을 줄였으며, 짧은 노출 시간과 보다 작은 초점 크기는 영상을 흐리게 하는 것을 감소시켰다. 또한 geometric magnification의 사용은 검진에서 판독되는 병변의 상세함을 향상시켰으며, 유방 생검시에 요구되는 것에 관한 보다 사려 깊은 의사 결정을 가능하도록 하였다.

1970년대 이후 디지털 검출 기술과 컴퓨터 기술의 발달로 digital radiography와 PACS(Picture Archiving and Communication System)의 사용이 실용화 되었다. 현재 Digital mammography가 screen-film mammography에 비하여 공간 분해능 등의 일부 단점은 있지만 넓은 x-선 노출에 대하여 신속하게 고대조도 영상을 획득할 수 있고, 이렇게 얻어진 digital 영상은 복사, 전송, 그리고 저장 시에 원 영상의 질을 떨어뜨리지 않으며, 어느 정도 저/과 노출에 의한 영상을 교정하여 재촬영을 줄이며, 보다 정확한 판단과 부가적인 정보를 얻기 위하여 다양한 영상 처리를 할 수 있는 등 여러 장점을 지니고 있다.

1992년 미국에서 Mammography Quality Standard Act(MQSA)의 제정은 유방 영상의 질적인 향상을 가져왔다. MQSA는 American College of Radiology(ACR) Mammography Accreditation Program(MAP)에 따라서 자발적으로 품질 표준을 만족하도록 각 병원에 법

적인 요구를 만들었다. ACR에서는 “Mammography Quality Control Manual을 발간하여 정도관리 항목, 방법, 그리고 주기와 임상 의사, 의학물리사, 방사선사가 하여야 할 임무들을 기술하였다. U.S. Food and Drug Administration(FDA)에 의하여 시행되는 법규정은 장비 성능평가의 현재 진행 중인 개발의 문서화에 관한 요구뿐만 아니라 임상 의사, 의학물리사 그리고 유방촬영 방사선사를 대상으로 하는 보수교육의 표준과 현재 진행되고 있는 경험을 제공하고 있다. 또한 이 법규는 매 3년마다 허가 받은 단체에 의하여 임상 및 팬텀 영상 검사뿐만 아니라 매년 모든 유방촬영기 설치 병원의 현장 조사를 요구하고 있다. 2000년 2월 미국에서 최초의 digital mammography 장치(General Electric Senography 2000D)가 승인 받은 이후, 다른 두 업체도 2002년 가을에 승인 받았다. Digital mammography는 screen-film mammography와 비교하여 x-선을 검출하는 방법이 전혀 다르다. 현재 Digital mammography의 정도관리는 제조회사가 screen-film 정도관리 체계를 모델로 자체 digital mammography 성능평가 및 정도관리를 마련하여 FDA(Food and Drug Administration)에 승인을 받은 후 사용자에게 공급하고 있다. 2001년, 미국 National Cancer Institute(NCI)의 제정 지원에 의하여 The American College of Radiology Imaging Network (ACRIN)은 Digital Mammography Imaging Screening Trial(DMIST)을 실시하여 screen-film mammography와 digital mammography의 진단적 정확도에 대한 포괄적인 평가를 하도록 하고 있다. DMIST의 연구과제 중 하나는 digital mammography를 위한 일련의 테스트, 테스트 대상, 팬텀 그리고 정도관리 매뉴얼 개발을 하고 있으며 이러한 연구 결과는 digital mammography 정도관리 체계를 만들어 가는 데 유용하게 사용 될 것이다.

영상 디스플레이 장치는 디지털 의료영상 체계의 최종 단계에 있으며, 장치 자체의 고유한 물리적 특성 및

주위 조명 조건들이 표시되는 영상 화질에 중요한 영향들을 준다. 영상 디스플레이 장치의 성능과 특성들을 평가하고, 임상 사용에 적합하게 설정하고, 그리고 정도관리 등의 연구와 개발에 많은 노력들을 하여왔다. 1980년대 중반 SMPTE(The Society of Motion Picture and Television Engineers)는 SMPTE RP 133: Specifications for Medical Diagnostic Imaging Test Pattern for Television Monitors and Hardcopy Recording Cameras 문서를 출간하였으며, SMPTE 테스트 패턴을 이용하여 시각적으로 초기 설정, 일상적인 점검과 휘도, 공간분해능, 대조도, 그리고 균일도 등을 조절할 수 있는 방법을 제시하였지만, 적합한 성능규격 등은 규정하지 않았다. 다른 여러 단체 및 기관에서도 유사한 표준들을 제시하였다. 1987년 독일은 DIN V 6868-57: Imaging quality assurance in x-ray diagnostics, Acceptance testing for image display devices로 진단용 디스플레이 장치의 성능검사 및 정도관리를 법제화하였다. 최근에, AAPM(The American Association of Physicists in Medicine) task group 18에서는 의료용 영상 디스플레이 장치의 성능 평가를 할 수 있는 표준 지침서를 마련하여 여러 개정을 통하여, 2005년에 AAPM on-line report No. 03: Assessment of Display Performance for Medical Imaging Systems을 발표하였다 (1). 아직 AAPM on-line report No. 03이 법적인 규제 수단이 되고 있지는 않지만, 의료용 표시 장치에 관련된 의료기기 제조업체 및 학술단체 및 국가에서는 이를 모델로 정도관리 체계를 마련하고 있다. 또한, 최근에 IEC(International Electrotechnical Commission)에서도 AAPM on-line report No. 03을 기반으로 영상 표시 장치의 성능검사 표준을 만들려는

작업이 진행되고 있다.

2. 본 론

가. Physics of Digital Mammography

전통적인 screen-film mammography는 유방을 투과한 x-선이 형광판(fluorescent screen)에 흡수되어 방출되는 빛들을 x-선 필름에 영상을 형성하는 것이다. Screen-film mammography에서 유방을 투과한 x-선과 표시되는 영상의 optical density 사이의 관계는 Fig. 1에서와 같이 비선형적(nonlinear)이다. 표시되는 대조도는 필름 특성 곡선(H&D curve)의 기울기(gradient or slope)에 영향을 받는다. 낮은 x-선 intensity에서 optical density의 변화는 작으며, 높은 x-선 intensity에서 흑화도가 거의 증가하지 않은 포화 상태에 도달한다 (Fig. 1 참조). 비록, 많은 부분에서 전통적인 screen-film mammography의 성능이 우수함에도 불구하고, 기술적으로 몇가지 제한점이 있다. 이러한 부분이 개선된다면 유방암 진단의 진단율을 향상시키고 보다 정확한 방사선학적 진단이 가능할 것이다. Screen-film mammography의 제한점은 다음과 같다.

- Nonlinearity and saturation of the response of the film.
- Inability to adjust bright and contrast on the film image.
- Incomplete absorption of x-rays by the fluorescent screen-quantum noise.
- Granularity of the film emulsion.
- Scattered radiation.

Digital mammography에서는 투과되는 x-선이 검출

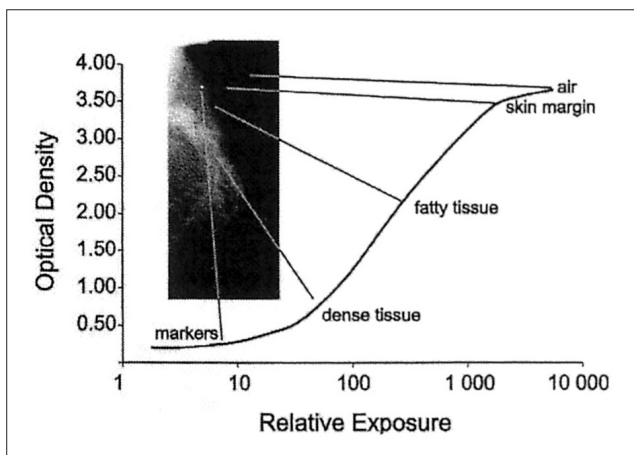


Fig. 1. Characteristic (H&D) curve of a mammographic screen-film system. Optical density (OD) of the processed film is plotted versus the log of the relative x-ray exposure to the fluorescent screen.

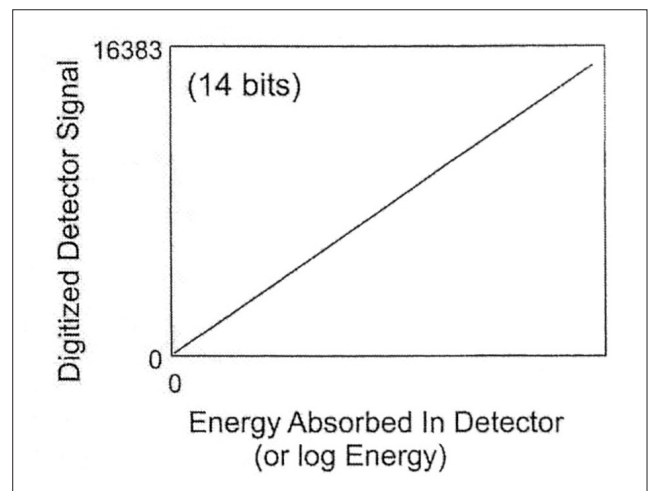


Fig. 2. Characteristic curve for a digital mammography detector. Response is highly linear with x-ray input.

기와 작용하여 전기 신호를 생성하며, 이 신호를 디지털화하여 저장한다. Digital mammography에 사용되는 검출기의 특성 곡선은 Fig. 2에서와 같다. Digital 검출기는 방사선 강도에 따라서 발생하는 전기 신호가 선형적(또는 지수적)으로 변환되며, screen-film mammography에서와 같이 저/고 intensity에서 평편한 부분이 발생하지 않는다. Digital mammography에서 영상 데이터는 일련의 화소(pixel element or pixel) 집합으로 표시 장치에 표시하거나 필름 형태로 출력하여 진단하며, 밝기나 대조도 뿐만 아니라 영상의 선명도까지 조절이 가능하다.

Digital 검출기는 digital mammography 시스템에서 핵심 요소로 유방을 통과한 x-선 영상정보를 기록하는 역할을 한다. Digital 검출기의 동작 단계는 다음과 같다.

1. Interaction with the x-rays transmitted by the breast.
2. Absorption of the energy carried by the x-rays.
3. Conversion of this energy to a usable signal - generally light or electrons.
4. Collection of this signal.
5. Secondary conversion (in the case of light).
6. Readout, amplification, and digitization.

영상 특성을 최대화하기 위하여, 이러한 모든 작동이 절절하게 최적화되어야 한다. Digital 검출기는 양자 상호작용 효율(quantum interaction efficient), 민감도(sensitivity), 공간분해능(spatial resolution), 잡음(noise), 동적범위(dynamic range), 그리고 반응의 선형성(linearity of response)에 의하여 특성화된다.

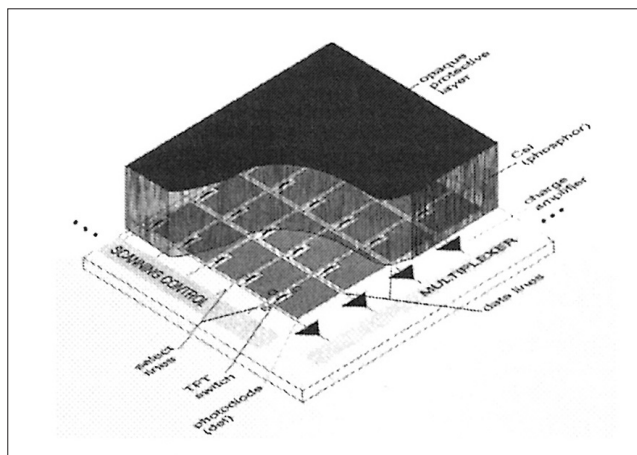


Fig. 3. Concept of the CsI-amorphous silicon photodiode flat panel detector.

Digital 검출기는 x-선 영상 정보를 어떻게 빛이나 전자 신호로 바꾸느냐에 따라서

1. Phosphor Flat Panel: x-선이 CsI(Tl) 형광체와 반응하여 빛을 방출하고, 이 빛들이 비정질 실리콘(a-Si) 포토다이오드 반응하여 전기 신호를 만들어 낸다 (Fig. 3),
2. Phosphor CCD System: x-선이 CsI(Tl) 형광체와 반응하여 빛을 방출하고, 이 빛들을 광섬유를 통하여 CCD (Charge-coupled Device)로 보내어 전기 신호로 변환한다 (Fig. 4),
3. Computed Radiography (CR) System: x-선이 형광판(photostimulable luminescence)에 흡수되어 전자들을 여기시키고, 이 전자들은 일시적으로 형광체 결정 속에 속박(trap)되어 있게 된다. 이 형광판에 붉은 레이저 빔을 조사하면 속박된 전자들이 낮은 에너지 상태로 전이하면서 푸른빛을 방출하고, 이 빛들을 광증배관(photomultiplier tube: PM tube)에 의하여 전기 신호로 변환한다 (Fig. 5),
4. Selenium Flat Panel: x-선이 직접 비정질 셀레늄(a-Se)에 작용하여 직접 전기 신호를 발생한다 (Fig. 6)로 구분되며, 현재 상용화되어 사용되고 있는 digital mammography 시스템은 Table 1에서와 같다 (2).

Digital mammography의 잠재적인 장점으로는 다음의 것들을 포함한다.

- Improved contrast between dense and non-dense breast tissue.
- Faster image acquisition (less than a minute).
- Shorter exam time (approximately half that of film-based mammography).

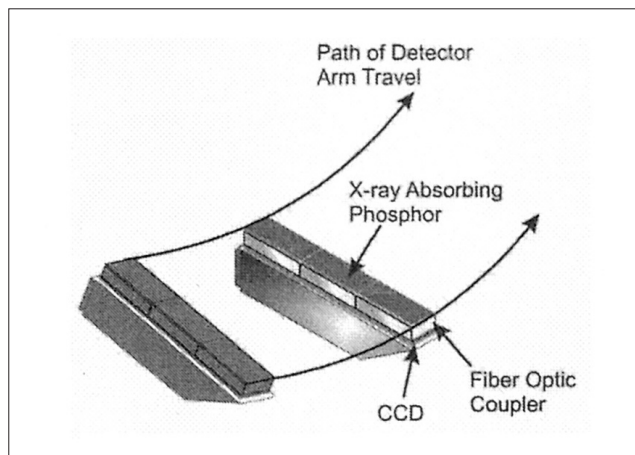


Fig. 4. Schematic of detector used in a scanned slot TDI (Time-delay Integration).

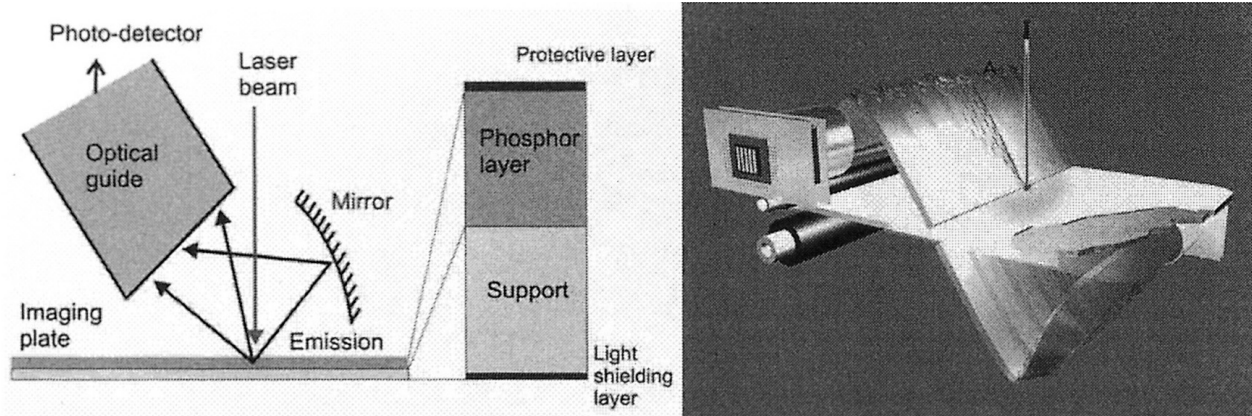


Fig. 5. Photostimulable phosphor system. (Left) Single side reader. (Right) double-sided reader.

Table 1. Current digital mammography systems.

Model	Del size	Matris size	Bit depth	Technology
Fischer Senoscan	50 μ	4 $\times$ 5.6 k	12	Csl, CCDs, Slot-scan
Fuji CR	50 μ	4.7 $\times$ 6 k	10 (log)	dual side CR
GE 2000D	100 μ	2 $\times$ 2.3 k	14	CSI on a-Si
Lorad Selenia	50 μ	3 $\times$ 4 k	14	a-Se

- Easier image storage.
- Transmittal of images over phone lines or a network for remote consultation with other physicians.
- Ability to correct under or over-exposure of films without having to repeat mammograms.
- Physician manipulation of breast images for more accurate detection of breast cancer.

나. Quality Control for Digital Mammography

Mammography 장치는 허용 방사선량 내에서 최상의 영상의 질을 얻을 수 있도록 고안/제작되고 있다. 이러한 것을 실현하기 위하여 장치는 초기 성능검사와 주기적인 정도관리 프로그램에 의하여 적절하게 설치되어야하고 관리/유지되어야 한다. 1992년 미국에서는 MQSA를 제정하여 ACR의 후원에 의하여 자발적인 screen-film mammography의 정도관리를 법제화하였다. 이 프로그램은 일정한 주기에 따르는 정도관리 실시시 필요한 장치 그리고 구체적인 테스트 방법과 유방촬영방사선사, 의학물리사 그리고 임상 의사가 하여야 할 각자의 임무를 포함하고 있다. 정도관리 테스트는 다음 요소를 포함한다.

1. 유방촬영 시스템의 전체적인 기계 및 전기 안전 상태 평가.

2. 시스템의 x-선 collimation과 alignment의 평가.
3. Focal spot 분해능 평가.
4. kV의 정확도.
5. Beam quality.
6. 자동노출장치(AEC)의 평가.
7. 스크린의 민감도 균일성 평가.
8. 방사선량.
9. 판독 조건.
10. 영상의 질 과 인공물.

정도관리는 mammography 시스템의 영상 성능을 유지하는데 필수적이다. 하지만 정도관리를 수행하는데 인력과 비용이 발생하며 테스트하는 동안 장비를 사용할 수가 없다. 현재 4 개 업체의 digital mammography 시스템이 미국 FDA에 승인되어 임상에 사용되고 있으며, ACR에 의하여 digital mammography의 인증 프로그램이 개발되고 있다. 비록 이러한 것들이 screen-film 시스템의 인증 프로그램과 일치되지는 않지만, FDA의 잠정적인 묵인 하에 사용되고 있다. 또한, 현재는 digital mammography 정도관리 프로그램은 각 제조회사가 screen-film mammography의 성능검사 및 정도관리를 위하여 개발된 테스트 프로그램을 기반으로 마련된 방법에 의하여 실시하고 있다. 따라서 digital mammography 검출기의 특성에 따라서 정도관리 항목 및 방법도 제조회사마다 다소 차이가 있다. 예를 들어, GE

2000D digital mammography의 정도 관리 항목은 다음의 것들을 포함한다.

- Mammography unit evaluation.
- Flat field uniformity.
- Artifact evaluation.
- AOP mode and SNR check.
- ACR phantom and contrast - to - noise ration (CNR) check.
- MTF measurement.
- Collimation Assessment.
- Evaluation of focal spot.
- Breast entrance exposure, average glandular dose, and reproducibility.
- Beam quality (HVL).
- kVp accuracy and reproducibility.
- Radiation output
- Viewing condition check and setting.
- Monitor calibration.
- Image quality with SMPTE pattern
- Analysis of RWS screen uniformity.

2001년, 미국 National Cancer Institute (NCI)의 제정적 지원에 의하여 The American College of Radiology Imaging Network (ACRIN)은 Digital Mammography Imaging Screening Trail (DMIST)을 실시하여 screen - film mammography와 digital mammography의 진단적 정확도에 대한 포괄적인 비교 평가를 하도록 하고 있다. DMIST의 연구과제 중 하나는 digital mammography 성능평가 및 정도관리를 위한 일련의 테스트, 테스트 대상, 팬텀 그리고 정도관리 매뉴얼

개발이다. 앞으로 이러한 연구 결과는 digital mammography 정도관리 프로그램을 마련하는데 사용될 것이다. Digital mammography 장치의 성능검사로 요구되는 항목들을 다음 것들을 포함하고 있다.

- The presence of detector or system artifacts.
- The estimated mean glandular dose to the “average” breast.
- Tube output and beam quality (mR/mAs and HVL measurements).
- Focal spot size.
- Modulation transfer function (MTF, effective resolution).
- Noise power spectrum (NPS).
- Overall image quality (MISTY phantom).
- X - ray beam to detector collimation.
- Automatic exposure control evaluation.
- Detector response linearity.
- Quantum vs structured noise.
- Geometric distortion.
- Soft copy display (luminance response).
- Laser printer.

DMIST에 의하여 개발/시험되고 있는 정도관리 (또는 성능검사) 팬텀은 geometric distortion test tool (Fig. 7), MISTY phantom (Fig. 8), Rachel - the Anthropomorphic breast phantom (Fig. 9), 그리고 MTF Tool (Fig. 10)등을 개발하여 테스트하고 있다.

현재, DMIST에 의하여 진행되고 있는 digital mammography 정도관리 프로그램은 영상 질의 평가와 만족할 만한 영상의 질을 만들어내고, 안정적이며 재현

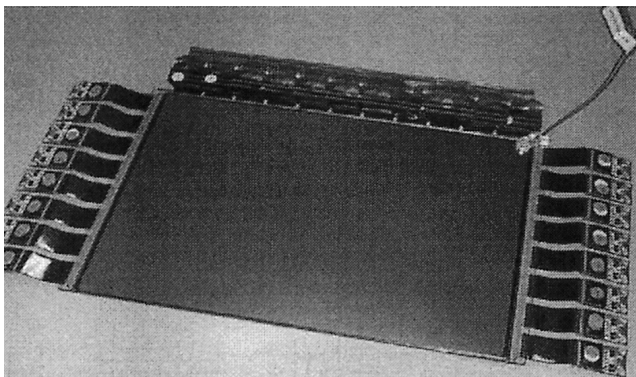


Fig. 6. Amorphous selenium detector on amorphous silicon photo-diode readout for digital mammography.

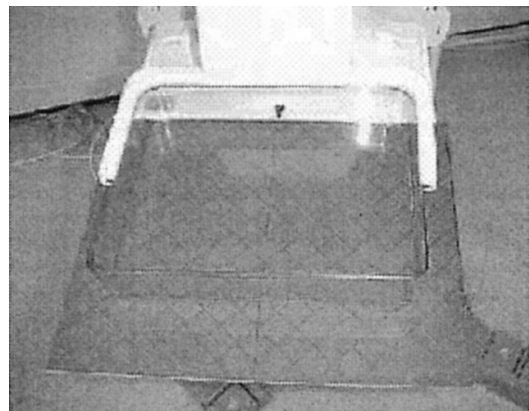


Fig. 7. Geometric Distortion Test Tool: This tool allows assessment of the digital image for geometric distortions. The smoothness and straightness of the lines can be examined visually or with software.

가능한 방법의 성능을 갖도록 시스템에 근거한 장치의 성능평가를 포함한다. 현재 개발되어 상용화된 digital mammography 장치의 종류와 영상을 하드카피(printed film) 또는 소프트카피(on the monitor)로 판독하느냐에 따라서, 정도관리 프로그램은 다음을 포함하여야 한다.

- Daily visual inspection of the unit for obvious problems.
- Daily verification of viewing conditions.
- Daily cleaning of the display monitors.
- Daily or weekly printer sensitometry (depending on type of printer).
- Weekly imaging of a dedicated phantom (to evaluate AEC, detector response, noise and artifacts).
- Weekly monitor QC.
- Monthly evaluation of MTF on systems with

moving parts in the detector.

- Quarterly printed image quality evaluation.
- Quarterly analysis of repeated image causes and rates.
- Semi-annual measurement of maximum compression force.

다. Quality Control for Image Display

Digital mammography에서 표시(display)는 영상 처리의 중요한 요소이다. 소프트카피와 하드카피에 대하여, 판독의사에게 일관성 있는 대조도로 표시하기 위하여 표시장치와 프린터를 DICOM grayscale standard display function에 의하여 calibration하는 것이 중요하다.

소프트카피 표시는 장치가 절절하게 설치되었으며 전동적 영역에 대하여 적절한 밝기와 대조도를 제공하는지 검증하는 것이 중요하다. 이러한 것을 효과적으로

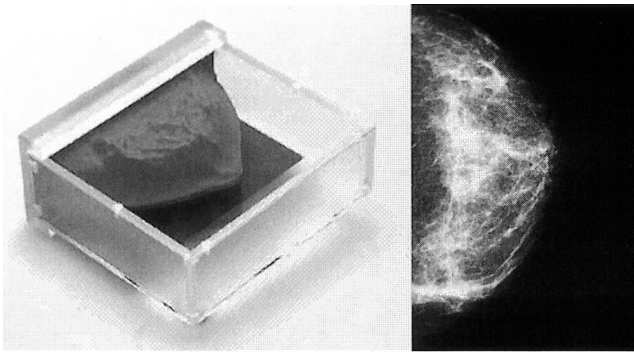


Fig. 8. Rachel - The Anthropomorphic Breast Phantom: This phantom is designed to mimic a breast's anatomic detail when radiographed. The fine level of detail is achieved with a unique three-part construction.

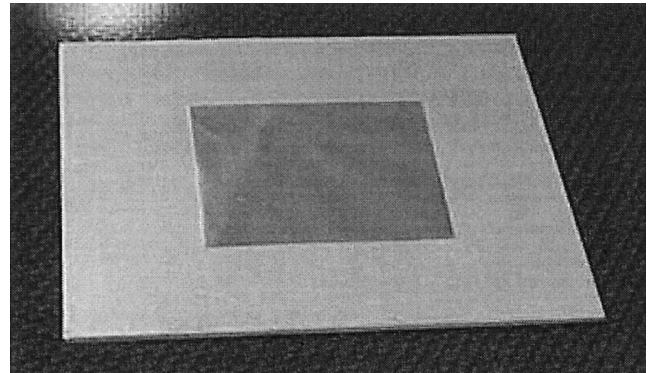


Fig. 10. MTF Tool: This tool can be imaged on a digital mammography system. The resulting slanted edges are segmented by the DMistifier program to generate the rising and falling edge modulation transfer function (MTF) in both the row and column directions.

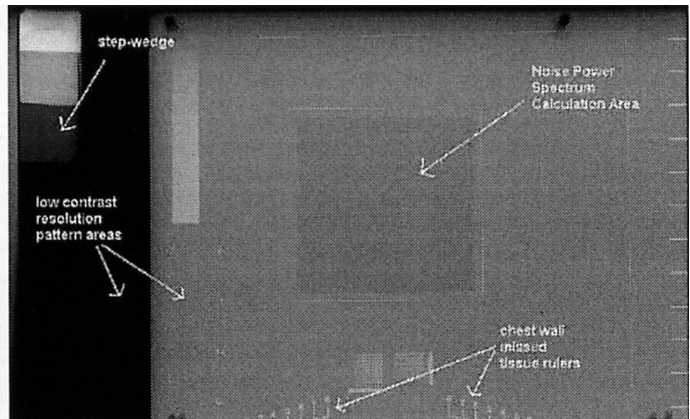
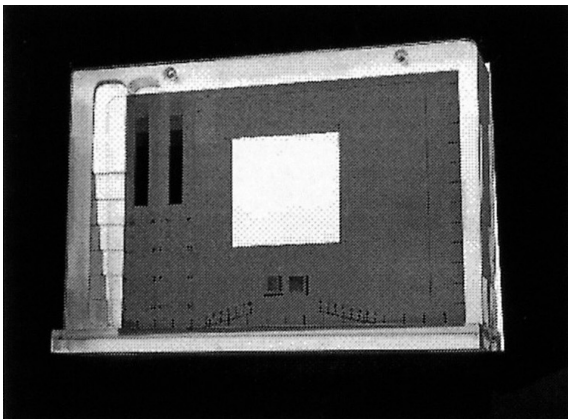


Fig. 9. MISTY phantom: This phantom was designed especially for digital mammography, and is a simplification of a phantom designed by the International Digital Mammography Development Group (IDMDG). It was developed for the DMIST trial. This phantom is made from PMMA, with a mercury-intensified overlay containing high-resolution details. It is used to measure: mid/low contrast resolution, tissue missed at the chest wall, noise power spectrum, and contrast.

수행하기 위하여 표시 장치에 표준 패턴으로 판단 또는 밝기와 대조도를 측정하는 정량적인 방법이 요구된다. 또한, 표시장치의 분해능 테스트는 표시되는 영상의 상세함을 표현할 수 있는 능력을 측정하는 것이다. 가장 일반적으로 사용되는 패턴은 the Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE)에 의하여 개발 되었고, 오랫동안 아날로그 시스템에 대하여 사용되어온 SMPTE 패턴이다. Digital mammography 시스템에도 DICOM SMPTE 패턴 영상이 마련되어 digital mammography 컴퓨터 시스템에 저장하여 필요시 표시장치에 나타내어 일련의 테스트를 할 수 있다. 최근에 AAPM task group 18에서 의료용 영상 표시장치에 대한 성능평가 및 정도관리를 위하여 “Assessment of Display Performance for Medical Imaging Systems”를 개발하여 문서화 하였다. AAPM TG18 보고서는 시각적(visual), 정량적(quantitative), 그리고 고급 수준(methodology)의 3 단계로 구분하여 자세한 성능평가 방법 그리고, 각각의 평가 단계에서 성능 평가에 대한 지침과 기준을 마련하여 제시하고 있다. 초기의 AAPM TG18 보고서는 주로 음극선관(CRT: Cathode Ray Tube) 디스플레이를 대상으로 테스트 방법을 제시하였으나, 최종 문서에는 평판 디스플레이(FPD: Flat Panel Display) 장치의 테스트 방법이 추가/보안되었다. 의료용 디스플레이 장치의 성능평가(및 정도관리) 항목으로 기하학적 왜곡(geometric distortion), 디스플레이 반사(display reflection), 휘도 반응(luminance response), 휘도 공간 그리고 각도 의존(luminance spatial and angular dependencies), 디스플레이 분해능(display resolution), 디스플레이 노이즈(display noise), 베일링 글레어(veiling glare), 디스플레이 색도(display chromaticity) 그리고 CRT디스플레이에 대하여 artifacts, Morire patterns, color artifacts, physical defects, 그리고 flicker와 LCD (Liquid Crystal Display)에 대하여 electronic cross talk, 그리고 pixel defects를 포함하는 기타 테스트들을 포함하였다 (1, 3).

1. 기하학적 왜곡(geometric distortion): CRT 표시 장치를 대상으로 하며, 원 영상에 대하여 표시되는 영상의 기하학적 변형 정도를 평가하는 것이다.
2. 디스플레이 반사(display reflection): 표시된 영상에 원하지 않는 빛이 추가되는 것으로 주위 실내 불빛이 스크린 표면에서 반사되어 판독하려는 영상들에 빛이 더해져 영상의 질을 저하시키는 현상이다. 반사는 디스플레이 장치 표면에서 입사각과

같은 각도로 반사되는 거울반사(specular reflection)와 표면층 내부까지 확산 후 반사되는 퍼진 반사(diffuse reflection)로 나누어 측정한다.

3. 휘도 반응(luminance response): 디스플레이 시스템의 입력 값(presentation values)과 실제로 표시되는 휘도(luminance)가 DICOM part 14에서 제시하는 함수 관계를 갖는지를 평가하는 것이다.
4. 휘도 공간 그리고 각도 의존(luminance spatial and angular dependencies): 휘도 불 - 균일도는 균일도 테스트 패턴이 표시된 여러 영역에서 휘도의 최대 변동에 관한 것이며, 각도 의존은 디스플레이의 시야각에 따라서 변화하는 휘도 반응을 측정하는 것이다.
5. 디스플레이 분해능(display resolution): 디스플레이 시스템에서 점들의 영상들을 분리하는 능력인 공간 분해능을 측정한다.
6. 디스플레이 노이즈(display noise): 의료영상에서 작은 물체 그리고 낮은 대조도 물체의 검출 능력은 크기와 대조도 뿐만 아니라 주변 환경으로부터 더해지거나 발생하는 노이즈에도 영향을 받는다. 디스플레이 장치의 노이즈 테스트는 정확히 눈에 띄는 휘도 차이의 결정(determination of just noticeable luminance differences)에 기초하여 디스플레이 시스템의 공간 노이즈를 정량화 하는 것이다.
7. 베일링 글레어(veiling glare): 디스플레이 장치 내부에서 빛 산란이 산란된 휘도를 발생시키고, 디스플레이 장치에 표시되는 영상을 감추게 하는 대조도의 감소 정도를 측정한다.
8. 디스플레이 색도(display chromaticity): 여러 대의 흑백 디스플레이 장치를 사용하는 경우, 각 디스플레이 장치 사이의 칼라 색도차를 측정한다.

디스플레이 장치는 사용하는 시간이 길어짐에 따라서 밝기(휘도)가 지속적으로 감소하며, 이에 따라서 DICOM Part 14: Grayscale Standard Display Function에서 제시하는 입력 값과 밝기사이의 관계식인 Grayscale Standard Display Function(GSDF)을 벗어나게 되어 판독에 영향을 미칠 수 있다 (4). 따라서 주기적이고 엄격한 의료용 디스플레이의 정도관리는 의료 영상의 고유한 특성을 유지하고 일관성 있게 표시하여 의료 서비스의 질적 향상을 이루기 위한 필수적 요소이다. AAPM TG18에서도 SMPTE 패턴과 매우 유사한 TG18-QC 테스트 패턴을 사용하여 사용자(임상의사)가 실시하는 매일 주기의 시각적 정도관리를 제시하고

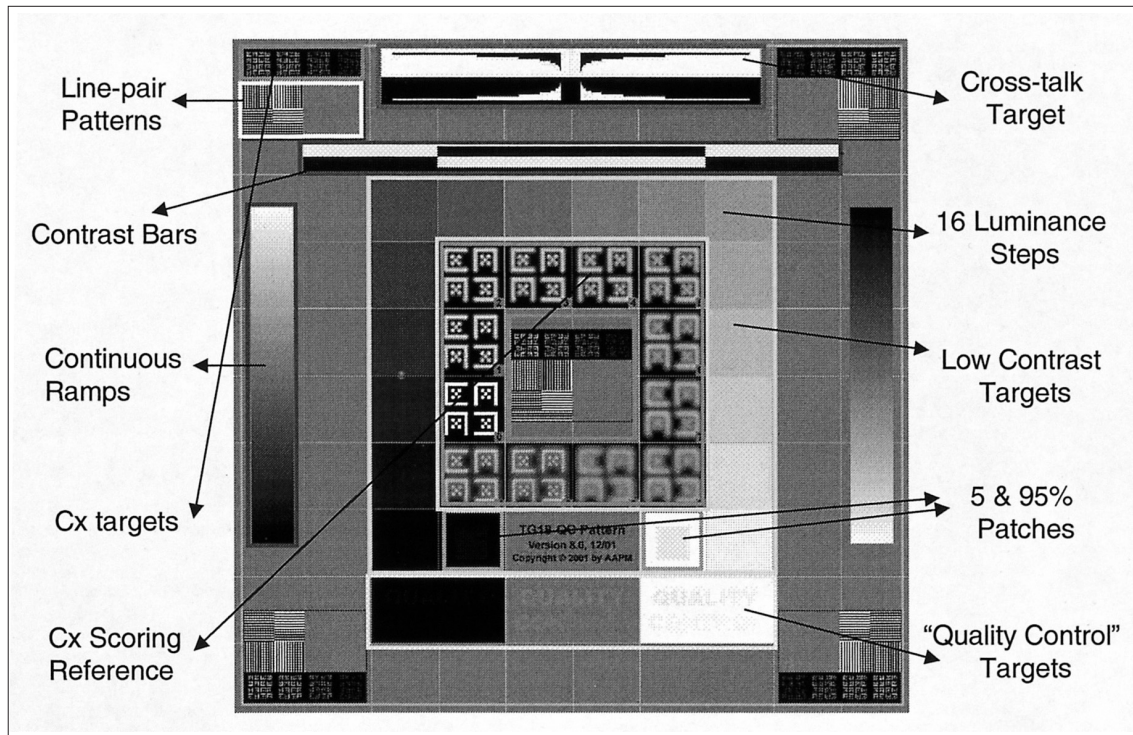


Fig. 11. The TG18-QC comprehensive test pattern.

있다 (Fig. 11).

매월/분기별 정도관리는 의학물리사 또는 의학물리사의 감독하에 정도관리 방사선사가 실시하도록 되어 있으며, 1년 주기의 정도관리는 의학물리사가 수행하도록 되어 있다.

하드카피 표시 장치의 성능 평가도 소프트카피의 것과 유사하다. 하드카피는 일반적으로 전통적인 필름의 화학적(습식) 또는 건식 인화 방식을 사용하는 레이저 필름 프린터이다. 건식은 sensitometry에서 편차를 보정 할 수 있는 자체 테스트 장치를 가지는 경우가 많다. 습식의 경우에는 screen - film mammography에 필요로 하는 sensitometry와 densitometry 기술을 사용하는 필름 현상기에 적절한 주의가 필요하다. 최근에는 IHE (Integrating the Healthcare Enterprise)에서는 의료 분야에서 사용되는 모든 영상이 어느 장치에서도 일관성을 갖도록 영상 표시 및 출력이 되도록 하는 integration profile을 만들어 표준화 실현에 노력하고 있다.

3. 결 론

Mammography는 유방 검진/진단의 고유한 특성에 의하여 영상의학과 영역에서 가장 높은 영상 대조도와 공간 분해능을 요구하는 분야이다. 영상의 질은 영상 획득

전 시스템에 걸쳐서 관련되는 각 요소의 물리적, 기술적 특성에 모두에 의하여 영향을 받는다. 따라서 우수한 영상의 mammography를 얻기 위하여 영상 획득 및 표시 과정에 발생하는 모든 특성을 정확하게 이해하고 있어야만하며, 일정한 성능 기준을 만족하기 위하여 적절하고, 주기적인 정도관리와 합리적인 보수교육이 이루어지기 위해서는 임상 의사, 의학물리학자, 방사선사 모두에게 책임이 있다. 특히 주기적인 유방검진이 요구되고, 민감하고 복잡한 digital mammography 시스템을 사용하게 됨으로서 성능검사 및 정도관리의 중요성은 더욱 중요하게 된다.

PACS 환경에서 디지털 영상정보를 충실하게 표시하기 위하여 성능기준에 적합한 영상표시장치를 사용하는 것이 중요하다. 또한, 전자 장비의 범주에 속하는 영상 디스플레이 장치는 시간에 따라 성능이 점점 저하되며, 초기 설정 조건들도 바뀌게 된다. 또한 반사와 베일링 그레어는 영상표시장치 자체의 고유한 특성이지만, 한편 주위 환경의 조명상태에 따라 특성이 변하게 된다. 따라서 주기적인 QC/QA를 실시하고 판독, 관찰에 적합한 조명 환경을 유지함으로써 디지털 영상데이터가 가지는 고유한 영상화질을 누구에게나, 어디에서나 일관성을 유지하며 표준화된 방법으로 표시할 수 있어야한다 (5).

참 고 문 헌

1. AAPM on-line report No 3: "Assessment of display performance for medical imaging systems", AAPM, <http://deckard.mc.duke.edu/~samei/>, (2002)
2. E.D. Pisano, M.J. Yaffe, C.M. Kuzmiak, Digital Mammography, Lippincott Williams & Wilkins (2003)
3. HJ. Jung, H-J. Kim, WS. Kang, SK. Yoo, K. Fujioka, M. Hasegawa, E. Samei, Assessment of flat pannel LCD primary class display performance based on AAPM TH 18 acceptance protocol, Medical Physics, 2004;31(7): 2155-2164
4. NEMA PS 3.14: "Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) Part 14: Grayscale Display Standard Function", NEMA, <http://medical.nema.org/> (2002)
5. IHE Radiology Integration Profiles의 Consistent Presentation of Images, <http://www.rsna.org/IHE/index.shtml>. (2004)