대한영상의학회지 2005;53:117 - 127

유방촬영술 정도관리를 위한 현장조사, 팬톰검사 및 임상영상 평가[1]

이성훈 · 최연현 · 정수영[2] · 김미혜[3] · 김은경[4] · 오기근[4] · 김학희[5] · 박정미[6] · 박정희[7] · 서보경[7] · 이혜경[8]
손은주[9] · 조나리야[10] · 최혜영[11] · 조병제[12] · 김지영[13] · 차은숙[14] · 전용환 · 한부경 · 임효근

목적: 우리나라 현실에 맞으면서도 국민 건강을 지키고 의료비 상승을 억제할 수 있는 유방촬영술 화질관리 기준을 정립하고, 실태 조사를 통해 그 기준의 타당성을 검증하고자 하였다.

대상과 방법: 팬톰 테스트 및 유방 영상검사 현장 실태 조사를 위해 37개소 현장을 방문하여 43대의 유방영상장비를 대상으로 설문 조사, 각종 측정기를 사용한 팬톰 검사, 방사선량 측정, 현상기 측정을 시행하였다. 수집된 371건의 팬톰 영상을 대한방사선의학회에서 새로 작성한 유방촬영술 화질평가 기준을 통해 유방전문 방사선과의사가 화질 분석을 시행하였다. 촬영 표지, 자세잡기, 대조도와 노출, 잡영과 인공물, 기타 항목에 대해 100점 만점으로 평가하여 60점 미만을 부적합으로 판정하였다.

결과: 현장 조사에 장비의 성능 기준은 모든 장비에서 충족되었으며 평균 유선선량도 평균 114.9 mRad로서 허용 범위에 있었다. 팬톰 화질 평가에 모든 장비가 10점 이상(평균 10.8)으로서 적합하였으나 광학 농도는 9개 장비가 1.2 미만을 보였다. 작성한 기준에 의해 평가한 임상영상 화질 평가에서 83.5%가 적합한 화질을 보였으며 비방사선과 의원 군이 74.6%(91/122)로 가장 낮은 적합율을 보였다. 판정자의 주관적 기준에 의해 적합한 경우는 59.0%(219/371)로서 평균 81.7점(표준 편차 8.9점)이었고, 부적합한 경우는 41.0% (152/371)이었고 평균 61.9점 (표준 편차 11점)이었다. 임상영상평가 양식에 대한 두 관찰자의 일치도를 조사하였을 때 연속적인 49예에 대해 상관계수 0.93으로 관찰자 간의 판정에 일치도가 높았다($p<0.01$).

결론: 현장 조사 및 팬톰 영상 평가 결과로부터 일반적인 팬톰 영상 평가 외에 광학 농도 측정이 필요하며 새로운 기준으로 추가되어야 한다. 이 연구에서 사용한 새로운 임상영상평가 기준이 우리나라 유방촬영술 정도관리의 임상 영상평가에 유용한 것으로 사료된다.

우리나라에서 유방암은 현재 여성암 중 발병율 1위를 차지하고 있으며, 유방암의 위험 요인이 증가하면서 계속 증가하는 추세이다(1). 미국과 유럽 국가에서는 지난 20여년간 유방암 조기 발견을 위한 선별 유방촬영술을 국가적 차원에서 시행하여 왔으며 유방암으로 인한 여성의 사망률을 감소시키고자 노력하고 있다.

우리나라 여성들의 유방은 유방촬영술상 구미 여성들에 비해 치밀한 밀도로 보이는 경우가 많기 때문에 유방암의 발견이 용이하지 않으므로 양질의 유방촬영술을 시행하여야 검진의 성과를 거둘 수 있다. 양질의 유방촬영술 영상을 얻기 위해서는 유방촬영장비와 종사자에 대한 엄격한 규제 및 교육이 필요하며, 선진국에서는 이미 유방촬영장비의 화질관리에 대한 인증제도가 정착화 되었다. 우리나라에서도 엄격하게 검증된 유방촬영장비의 사용과 관리기준이 필요하며, 유방촬영술 영상의 화질관리 및 진단에 대한 정기적인 교육의 시행이 필요하다.

본 연구의 목적은 우리나라 현실에 맞으면서도 국민 건강을 지키고 의료비 상승을 억제할 수 있는 유방촬영술 화질관리 기준을 정립하고, 실태 조사를 통해 그 기준의 타당성을 검증하

[1]성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 영상의학과
[2]한림대학교 의료원 강남성심병원 영상의학과
[3]김미혜 유크리닉
[4]연세대학교 의과대학 신촌세브란스병원 영상의학과
[5]가톨릭대학교 의과대학 강남성모병원 영상의학과
[6]울산대학교 의과대학 서울아산병원 영상의학과
[7]건국대학교 의료원 서울병원 영상의학과
[8]순천향대학교 의과대학 부천병원 영상의학과
[9]연세대학교 의과대학 영동세브란스병원 영상의학과
[10]서울대학교 의과대학 서울대학교병원 영상의학과
[11]이화여자대학교 의과대학 목동병원 영상의학과
[12]성균관대학교 의과대학 삼성제일병원 영상의학과
[13]인제대학교 의과대학 상계백병원 영상의학과
[14]가톨릭대학교 의과대학 성빈센트병원 영상의학과
이 연구는 2002년도 식품의약품안전청 용역연구개발사업 지원에 의한 것임.
이 논문은 2005년 5월 3일 접수하여 2005년 6월 10일에 채택되었음.

고 국가적 화질관리의 기틀을 마련하는 데 있으며, 궁극적으로 모든 시설기관의 유방촬영술 화질을 향상시키는 데 있다.

대상과 방법

팬톰 테스트 및 유방 영상검사 현장 실태 조사를 위해 2002년 4월 1일에서부터 2002년 11월 30일 까지 의원급 3, 종합병원 5, 건진 센터 2, 대학병원 27개 등의 총 37개소 장비 43대에 대해 현장 방문하여 조사를 하였다. 조사된 내용은 1단계로 설문 조사, 각종 측정기를 사용한 팬톰 검사, 방사선량 측정, 현상기 측정, 팬톰 영상평가 자료를 수집하였고(Table 1-3), 2단계로 수집된 팬톰 영상을 전문가가 평가하였다. 팬톰 테스트는 대한방사선학회 정도관리팀이 지정한 현장 파견자(정도관리 요원)가 각 유방촬영 단위를 1회 방문하고 표준유방팬톰과 정도관리기구 세트를 사용하여 대한방사선의학회 유방촬영술 정도관리 지침에 의거한 정도관리 검사를 수행하였다. 수행 후 보고서를 작성하여 팬톰 촬영 사진을 대한방사선학회 정도관리팀에 제출하였다.

임상화질평가는 대한방사선의학회에서 새로 작성한 유방촬영술 화질평가 기준을 통해 임상화질을 평가하였다. 이 영상평가 기준은 여러 번의 회의를 거쳐 개정된 것으로서 대한방사선학회 유방정도관리팀인 연구자들이 기존의 복지부에 의해 고시된 임상영상평가 기준표의 문제점을 개선하고 객관성이 있으며 적합한 영상과 부적합한 영상을 판별할 수 있는 기준으로 만들고자 노력하였다(Table 4). 총 371 건을 대상으로 유방전문 방사선과의사 14명이 각각 연속적인 10-30건의 필름에 대해 화질 분석을 시행하였다. 대상 필름은 대학병원에 진료를 위해 내원한 환자가 다른 병의원에서 촬영한 것을 제출한 것으로서 대상 병원은 방사선과 의원 77개소, 비방사선과 의원 122 개소, 검진 센터 또는 보험회사 부설 기관 42 개소, 종합병원 74 개소, 기타 13 개소였다. Table 4에 의해 촬영 표지(9점), 자세잡기(49점), 압박(10점), 대조도(4점), 노출(6점), 잡영과 인공물(16점), 기타 항목(6점)에 대해 100점 만점으로 평가하여 60점 미만을 부적합으로 판정하였다. 또한 관찰자의 주관적인 판단과 판정 기준표에 의한 객관적인 채점의 차이를 파악하기 위해 제출된 각 필름에 대해 별도로 주관적인 판정을 내리도록 하였다. 관찰자 사이의 판정 일치도를 조사하기 위해 연속적인 49예에 대해 두 관찰자가 독자적으로 평가한 후에 총점의 상관 계수를 조사하였다.

Table 1. General Question for Mammographic Equipment

1-1	유방영상검사 장비 모델명	
1-2	스크린(카세트) 모델명	
1-3	필름모델명	
1-4	현상기 모델명	
1-5	현상기온도(℃)	℃
1-6	현상시간(분)	분
1-7	유방영상검사건 수	건/달
1-8	가장 많이 쓰는 kVp	kVp

결 과

팬톰 테스트 및 유방영상검사 현장 실태 조사에서 37개소 모두 방사성과 전문의는 상주하였으나, 전담 방사선사가 없는 곳이 1개소였다. 43대 장비 중 그리드가 없는 것이 1대, 자동노출조절장치(AEC)가 없는 곳은 없었으며, 초점은 모두 0.3 mm였다. 장비의 성능 기준(Table 2)은 모든 장비(43 대)에서 충족되었으며, 4.2 cm 유방을 촬영하는 조건으로 표준유방팬톰을 촬영할 때의 조건은 평균 27.9 kVp(25-33 kVp), 47.5 mAs(24-120 mAs)였다. 반가층의 평균 두께는 0.39 mm(0.32-0.45 mm)였으며, 입사선량은 평균 0.57 mR(0.34-1.24 mR)였고, 평균 유선선량도 모든 장비가 허용범위 이내였다(평균 114.9±48.5 mRad, 범위 71.4-219.5 mRad). 현상기의 온도는 평균 34.5℃(범위, 31-35.9℃)였다.

팬톰 화질 평가에서 모든 장비가 총점 10점 이상으로 적합하였다(총점 평균 10.8). 각 군의 평균 점수는 섬유소 4.0, 석회화 군 3.0, 종괴 3.7이었다. 판독자가 주관적으로 판단할 때,

Table 2. Question for Performance of Equipment

		예	아니오	비고
2-1	모든 유방영상검사 장비는 일반 방사선 촬영용이 아닌 유방영상검사를 위해 특수하게 고안된 장비여야 한다.			필수
2-2	Tube-receptor assembly는 촬영각도 어디서나 고정될 수 있어야 한다. 한 번 고정되면 움직이지 않아야 한다.			필수
2-3	격자 (grid)가 있어야 하며 확대촬영시 제거할 수 있거나 어떤 방법으로든 격자가 작동하지 않도록 할 수 있어야 한다.			필수
2-4	1.4배에서 2.0배의 확대촬영이 가능해야 한다.			필수
2-5	초점 크기 (focal spot size)가 1개 이상 선택될 수 있어야 한다 (0.1,0.3-0.4 mm).			필수
2-6	기계적인 요소 선택 및 전시:수동으로 mAs, mA와 시간 중 하나를 선택할 수 있어야 한다. 촬영 후에는 kVp, mAs 가 나타나야 한다. 자동농도조절장치 (AEC, Automatic Exposure Control) 방법을 사용하는 경우 촬영이 되기 전에 조건이 나타나야 한다.			필수
2-7	필름과 증감지는 유방영상검사에 특수하게 고안된 단면증감지와 필름을 사용해야 한다.			필수
2-8	유방영상검사용 필름, 증감지, 현상기 제원 및 사양에 대한 서류를 보관해야 한다.			필수
2-9	압박대의 흉벽쪽 가장자리는 흉벽과 평행해야 하고 수상면과 90도 각도를 이룬다.			필수
2-10	평소에 격자(grid)를 사용한다.			필수
2-11	AEC가 있다.			권장
2-12	AEC를 평소에 사용한다.			권장

과소 노출 6예, 과다 노출 2예, 현상기 불량 5예가 있어서 비록 섬유소, 석회화 군, 종괴 등이 보이는 수는 충족되나 적절한 정도 관리 조치가 필요하다고 생각되었다. 본 연구 대상군의 측정값은 광학농도(optical density, OD)의 경우 평균 1.39 (범위 0.63 - 1.83; 1.2 미만 9개, 20.9%), 4 mm 두께의 아크릴 원판에 의한 농도차이는 평균 0.40 (범위 0.19 - 0.48; 0.4 미만 16개, 37%)이었다.

임상영상 화질 평가에서 371 환자(개소)의 평균 득점은 73.5 (표준 편차, 13.9), 범위는 20 - 100점이었다. 이 중 60점 미만 64개소, 60 - 69점 67개소, 70 - 79점 106개소, 80 - 89점 84개소, 90점 이상 44개소였다. 항목별 득점을 보면 표지의 경우 불량한 표지는 촬영자 이름(94%), 카세트 번호(85.9%), MLO/CC view 표시(51.8%), 병록번호(34.5%), 기관이름(24.5%), 나이(22.3%), 종이에 써서 붙인 것(18.9%), 촬영 날짜(14.5%), 환자 이름(7%) 순의 빈도를 보였다. 자세 잡기에서 12개 항목의 평균 점수는 Table 5와 같으며 항목 2 ' 대흉근의 하단이 유두 후방선 보다 같거나 더 아래로 보이는가? ' 와 항목 4 ' 유방하부 주름이 포함되었는가? '의 점수가 불량하였다 (총 득점 평균=33.9, 만점=49).

압박에서 압박 정도의 평균 득점은 3.3 (만점=5), ' 움직임이 있는가 ' 항목의 평균 득점은 5.6 (만점 = 6)으로 양호하였다 (총점 평균=8.8). 대조도와 노출에서 대조도 항목의 평균 득점이 2.9 (만점=4), 노출의 평균 득점이 3.7(만점=6)으로 약간 개선할 점이 있다.

잡영과 인공물의 평가는 평균 13.5점 (만점=16)으로 양호하며, 항목별 득점은 Table 6과 같다.

위 표로부터 점상 인공물(5개 이상=49%), 긁힘, 롤러 자국, 증감지 - 필름 접촉 불량, 기타 인공물의 빈도가 상대적으로 높음을 알 수 있으며 그 외의 인공물은 무시할 만한 수준으로 간

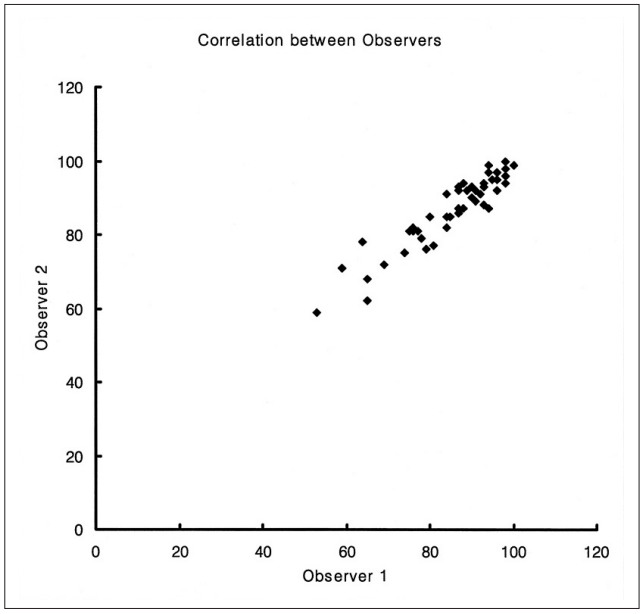

Fig. 1. Graph shows excellent correlation in clinical image evaluation between two observers in 49 patients. The correlation coefficient was 0.93 ($p < 0.01$).

Table 3. Report of Quality Assessment Standard for Mammographic Equipments

다음의 정도관리 시험을 한 후 결과를' 예 ',' 아니오 '로 답해 주시오.

1) 엑스선 조사야 시험*

Source to Image Distance (SID) cm

엑스선 조사야는 수상면(image receptor) 전체를 포함해야 하되 SID의 2%를 초과하여 흉벽쪽으로 엑스선 조사야가 연장되지 않는다. (예 아니오)

2) 압박대 크기시험*

압박대의 흉벽방향의 면은 유방지지대의 4.2 cm높이에서 수상면의 흉벽방향의 면보다 SID의 1%를 초과해서는 안된다.

(예 아니오)

*1), 2)에서 시험한 필름을 정도관리 보고서와 함께 제출하십시오.

3) 평균 유선선량 시험

압박된 4.2 cm 두께의 유방을 촬영할 때의 조사조건으로 표준유방팬톰 (ACR phantom)을 촬영할 때의 평균유선선량은 0.3 rad (300 mrad) 이하이어야 한다.

4.2 cm으로 압박된 유방을 임상에서 촬영하는 조건은? KVp mAs

AEC 사용여부 (O X)

반가층 ( ) mm Al at ( ) kVp

입사선량 mR

평균유선선량** mRad

**평균 유선선량 측정 시 임상에서 사용하는 kVp, mAs를 사용하여야 한다.

4) 팬톰영상 평가시험***

표준 유방팬톰 영상에서 모조병소 16개중 섬유소 4개 이상, 작은 석회화 그룹 3개 이상, 종괴 3개 이상 등 총 10개 이상이 관찰된다.

(예 아니오)

유방팬톰 평가시험 (년 월 일) 총 개

***팬톰 영상검사 시 1cm직경의 아크릴 원반을 팬톰 위에 올려놓고 촬영해야 한다.

Table 4. Clinical Image Evaluation Form

- 일련번호	촬영병원	환자이름	환자등록번호		평가자
항목	평가 내용				점수표시
1. 촬영 표지	1. 환자의 이름				1
	2. 성별				1
	3. 나이				1
	4. 환자(병록) 번호				1
	5. 촬영날짜				1
	6. 촬영기관 이름				1
	7. 내외사위 또는 상하위 영상, 좌우와 외측 표지				1
	8. 카세트 번호				1
	9. 촬영자 이름(기호)				1
	10. 필름에 직접 표지하지 않고 종이 등에 써서부착하였을 때				- 4 (감점)
2. 자세잡기 내외사위 영상	1. 대흉근이 잘 보이는가?				
	• 대칭 역삼각형으로 외연이 볼록하거나 직선으로 보인다				5
	• 대흉근이 오목하게 보인다.				3
	• 대흉근이 일부만 포함되었다.				0
	2. 대흉근의 하단이 유두 후방선 보다 같거나 더 아래로 보이는가?				
	• 같거나 더아래로 나온 상태로 보인다				5
	• 대흉근의 하단이 유두 후방선보다 위에 있다.				0
	3. 유방의 아래 부위의 쳐짐(sagging)이 있는가?				
	• 팽팽하다.				5
	• 약간 쳐져 있다				3
	• 많이 쳐져 있다.				0
	4. 유방하 주름(inframammary fold)이 포함되었는가?				
	• 보인다 (포함되었다).				5
	• 보이지 않는다.				0
	5. 신체의 다른 부분이 유방을 가리는가?				
	• 유방의 일부를 전혀 가리지 않는다				3
	• 유방의 일부를 약간 가린다.				1
	• 유방이 많이 가려졌다.				0
	6. 피부의 겹침과 주름은?				
	• 전혀 없다.				3
	• 약간 있다				1
	• 판독에 지장을 줄 정도로 많이 보인다.				0
	7. 유두				
	• 측면상으로 유두의 윤곽 전체가 관찰된다.				3
	• 유방 조직과 약간 겹쳐 있다.				1
	• 유방 조직 속에 보인다.				0
2. 자세잡기 상하위 영상	8. 유두				
	• 유방의 중앙에 측면상으로 유두 윤곽 전체가 관찰된다.				3
	• 유방 조직과 약간 겹쳐 있다.				1
	• 유방 조직 속에 보인다.				0
	9. 유두후방선의 길이를 내외사위 영상과 비교하면?				
	• 차이가 1 cm 이내이다.				5
	• 차이가 1 - 2 cm 이다.				3
	• 차이가 2 cm 이상이다.				0
	10. 내측 유방조직이 포함된 정도는?				
	• 충분히 포함되어 있다.				4
	• 포함되지 않은 부분이 상당히 많다.				0
	11. 유방 후방 지방(retromammary fat)이 포함되었는가?				
	• 많이 포함되었다.				5
	• 약간 포함되었다.				3
	• 전혀 포함되지 않았다.				0
	12. 피부의 겹침과 주름은?				
	• 전혀 없다.				3
	• 약간 있다				1
	• 판독에 지장을 줄 정도로 많이 보인다.				0

3. 압박	1. 압박 정도는?	
	• 충분히 압박되어 유방 조직이 분리되어 보인다.	4
	• 불충분하게 압박되어 유방조직이 많이 중첩되어 있다.	0
	2. 움직임이 있는가(motion artifact)?	
	• 움직임에 의한 영상의 흐림이 없다.	6
	• 움직임에 의한 영상의 흐림이 있다	0
4. 대조도와 노출	1. 지방 조직과 유선 조직이 구분되는가(대조도) ?	
	• 뚜렷이 구분되어 보인다.	4
	• 구별은 가능하나 선명하지 않다.	2
	• 구별이 어렵다.	0
	2. 노출이 판독하기에 적절한가?	
	• 별도의 밝은 전등을 사용하지 않아도 판독이 가능하다(과다 노출이 없다).	6
	• 별도의 밝은 전등을 사용하면 유방 조직이 잘 보인다.	3
	• 유선이 지나치게 밝게 보이며 피부선이 쉽게 잘 보인다(노출 부족).	0
5. 잡영과 인공물	1. 점상 인공물	
	• 5개 이상	0
	• 1 - 4개	1
	• 없다	2
	2. 긁힘	
	• 2개 이상	0
	• 1개	1
	• 없다	2
	3. 지문	
	• 2개 이상	0
	• 1개	1
	• 없다	2
	4. 롤러 자국	
	• 2개 이상	0
	• 1개	1
	• 없다	2
	5. 그리드 선이 보이는가?	
	• 보인다.	0
	• 안 보인다.	2
	6. 현상 과정 전후에 발생한 안개(fog) 모양의 인공물	
	• 2개 이상	0
	• 1개	1
	• 없다	2
	7. 증감지-필름 접촉 불량에 의한 인공물	
	• 2개 이상	0
	• 1개	1
	• 없다.	2
	8. 기타 인공물	
	• 2개 이상	0
	• 1개	1
	• 없다 .	2
6. 기타 사항	1. 필름의 유방 조직 바깥 부분이 검게 유지되었는가? -시준기(collimator) 사용 여부	
	• 필름의 바깥 부분이 검게 남아 있다.	3
	• 필름의 바깥 부분이 희게 촬영되어 있다.	0
	2. 필름을 적절하게 사용하였는가?	
	• 적절한 크기의 필름을 사용하였으며, 한 필름에 한 영상을 촬영하였다.	3
	• 유방의 크기에 비해 필름이 작거나 한 필름에 두 영상을 촬영하였다.	0
총점		

주된다. 시준(가림, collimation)은 가리개 사용으로 투명한 여백이 15.9%(59/371)에 나타났고 필름 크기와 사용은 6.5%(24/371)에 부적절하였다.

기관별 분류는 Table 7과 같으며 비방사선과 의원의 경우 60점 미만이 25.5%로 다른 기관에 비해 많았다.

판정자의 적합 여부에 관한 주관적 평가와 항목별 점수는 Table 8와 같으며 병원군별 득점 내역은 Table 9와 같다. 주관적 평가에서 불합격을 하였음에도 점수 채점상 60점 이상의 고득점한 경우들이 있음을 알 수 있으며 이는 주관적 기준이 가미될 필요가 있으며 특히 대조도 항목에 가중치를 부여할 필요가 있음을 시사한다.

임상영상평가 양식에 대한 두 관찰자의 일치도를 조사하였을 때 연속적인 49예에 대해 상관계수 0.93으로 관찰자 간의 판정에 일치도가 높았다(Fig. 1).

Table 5. Evaluation of Positioning

Category	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Average score	3.2	1.6	4.0	1.6	2.7	2.5	2.3	2.3	3.8	3.4	3.6	2.8
Total score	5	5	5	5	3	3	3	3	5	4	5	3

Table 6. Evaluation of Noise and Artifacts

Score \ Category	1	2	3	4	5	6	7	8
0	182	41	8	38	14	10	12	51
1	82	36	11	14	12	18	33	82
2	107	294	352	319	345	343	326	289

Table 7. Clinical Image Scores according to Clinics and Hospitals

	< 60	≥ 60*	Total
Radiology clinics	9 (11.7%)	68 (88.3%)	77
Non-radiology clinics	31 (25.5%)	91 (74.5%)	122
Health Promotion Center & Insurance Company	2 (4.8%)	40 (95.2%)	42
General hospitals	16 (21.6%)	58 (78.4%)	74
University hospitals	1 (2.3%)	42 (97.7%)	43
Unclassified	5 (38.4%)	8 (61.5%)	13
Total	64 (17.3%)	307 (82.7%)	371

* Acceptable score

Table 8. Categorical Scores according to Judgement of Acceptance

Category	Exam. ID	Position	Contrast/Exposure	Noise/Artifacts	Etc.	Average of Total score
Acceptable (n=219, 61.2%)	5.9	38.1	8.3	14.0	5.7	81.7±8.9
Unacceptable (n=152, 38.8%)	4.2	27.8	4.6	12.7	4.8	61.9±11.0

Table 9. Scores in Categories according to Clinics and Hospitals

Category	Acceptable vs Unacceptalbe	Exam. ID	Position	Contrast/ Exposure	Noise/ Artifact	Etc.	Average of Total score
Radiology clinics (n=77)	50 : 27	5.5	33.2	7.1	13.4	5.3	73.6±11.6
Non-radiology clinics (n=122)	57 : 65	4.6	30.7	5.8	13.5	5.5	68.7±13.9
Health Promotion Center & Insurance Company (n=42)	31 : 11	5.1	38.3	2.6	13.4	5.1	78.8±11.6
General hospitals (n=74)	43 : 31	5.1	34.3	7.1	13.4	5.4	73.9±14.1
University hospitals (n=43)	38 : 5	6.7	40.3	8.2	14.3	5.4	84.3±10.6

Table 10. Revised and Suggested Clinical Image Evaluation Form

- 일련번호	촬영병원	환자이름	환자등록번호		평가자

항목	평가 내용	점수표시
1. 촬영 표지	1. 환자의 이름	1
	2. 성별	1
	3. 나이	1
	4. 환자(병록) 번호	1
	5. 촬영날짜	1
	6. 촬영기관 이름	1
	7. 내외사위 또는 상하위 영상, 좌우와 외측 표지	1
	8. 카세트 번호	1
	9. 촬영자 이름(기호)	1
	10. 필름에 직접 표지하지 않고 종이 등에 써서부착하였을 때	- 4 (감점)
2. 자세잡기 내외사위 영상	1. 대흉근이 잘 보이는가?	
	• 대칭 역삼각형으로 외연이 볼록하거나 직선으로 보인다	5
	• 대흉근이 오목하게 보인다.	3
	• 대흉근이 일부만 포함되었다.	0
	2. 대흉근의 하단이 유두 후방선 보다 같거나 더 아래로 보이는가?	
	• 같거나 더아래로 나온 상태로 보인다	5
	• 대흉근의 하단이 유두 후방선보다 위에 있다.	0
	3. 유방의 아래 부위의 쳐짐(sagging)이 있는가?	
	• 팽팽하다.	5
	• 약간 쳐져 있다	3
	• 많이 쳐져 있다.	0
	4. 유방하 주름(inframammary fold)이 포함되었는가?	
	• 보인다 (포함되었다).	5
	• 보이지 않는다.	0
	5. 신체의 다른 부분이 유방을 가리는가?	
	• 유방의 일부를 전혀 가리지 않는다	3
	• 유방의 일부를 약간 가린다.	1
	• 유방이 많이 가려졌다.	0
	6. 피부의 겹침과 주름은?	
	• 전혀 없다.	3
	• 약간 있다	1
	• 판독에 지장을 줄 정도로 많이 보인다.	0
	7. 유두	
	• 측면상으로 유두의 윤곽 전체가 관찰된다.	3
	• 유방 조직과 약간 겹쳐 있다.	1
	• 유방 조직 속에 보인다.	0
2. 자세잡기 상하위 영상	8. 유두	
	• 유방의 중앙에 측면상으로 유두 윤곽 전체가 관찰된다.	3
	• 유방 조직과 약간 겹쳐 있다.	1
	• 유방 조직 속에 보인다.	0
	9.유두후방선의 길이를 내외사위 영상과 비교하면?	
	• 차이가 1 cm 이내이다.	5
	• 차이가 1 - 2 cm 이다.	3
	• 차이가 2 cm 이상이다.	0
	10.내측 유방조직이 포함된 정도는?	
	• 충분히 포함되어 있다.	4
	• 포함되지 않은 부분이 상당히 많다.	0
	11.유방 후방 지방(retromammary fat)이 포함되었는가?	
	• 많이 포함되었다.	5
	• 약간 포함되었다.	3
	• 전혀 포함되지 않았다.	0
	12. 피부의 겹침과 주름은?	
	• 전혀 없다.	3
	• 약간 있다	1
	• 판독에 지장을 줄 정도로 많이 보인다.	0

3. 압박	1.압박 정도는?	
	• 충분히 압박되어 유방 조직이 분리되어 보인다.	4
	• 불충분하게 압박되어 유방조직이 많이 중첩되어 있다.	0
	2. 움직임이 있는가(motion artifact)?	
	• 움직임에 의한 영상의 흐림이 없다.	6
	• 움직임에 의한 영상의 흐림이 있다	0
4. 대조도와 노출	1. 지방 조직과 유선 조직이 구분되는가(대조도) ?	
	• 뚜렷이 구분되어 보인다.	6
	• 구별은 가능하나 선명하지 않다.	3
	• 구별이 어렵다.	0
	2. 노출이 판독하기에 적절한가?	
	• 별도의 밝은 전등을 사용하지 않아도 판독이 가능하다(과다 노출이 없다).	6
	• 별도의 밝은 전등을 사용하면 유방 조직이 잘 보인다.	3
	• 유선이 지나치게 밝게 보이며 피부선이 쉽게 잘 보인다(노출 부족).	0
5. 잡영과 인공물	1.점상 인공물	
	• 5개 이상	0
	• 1 - 4개	1
	• 없다	2
	2. 긁힘	
	• 2개 이상	0
	• 1개	1
	• 없다	2
	3.지문	
	• 2개 이상	0
	• 1개	1
	• 없다	2
	4. 롤러 자국	
	• 2개 이상	0
	• 1개	1
	• 없다	2
	5. 그리드 선이 보이는가?	
	• 보인다.	0
	• 안 보인다.	2
	6.현상 과정 전후에 발생한 안개(fog) 모양의 인공물	
	• 2개 이상	0
	• 1개	1
	• 없다	2
	7.증감지-필름 접촉 불량에 의한 인공물	
	• 2개 이상	0
	• 1개	1
	• 없다.	2
6. 기타 사항	1.필름의 유방 조직 바깥 부분이 검게 유지되었는가? -시준기(collimator) 사용 여부	
	• 필름의 바깥 부분이 검게 남아 있다.	3
	• 필름의 바깥 부분이 희게 촬영되어 있다.	0
	2. 필름을 적절하게 사용하였는가?	
	• 적절한 크기의 필름을 사용하였으며, 한 필름에 한 영상을 촬영하였다.	3
	• 유방의 크기에 비해 필름이 작거나 한 필름에 두 영상을 촬영하였다.	0
총점		

고 찰

미국에서는 1980년대 초부터 방사선의학회(ACR)와 식약청(FDA)의 협조 아래 유방촬영술 시행기관에 대한 화질관리 인증제도 프로그램이 시작되었고, 체계적인 정도관리에 대한 교육을 시행하여 왔다(2 - 4). 1992년부터 유방촬영술품질표준법(Mammography Quality Standards Act, MQSA)으로 유방촬영 시설, 방사선량, 유방촬영장비 및 그 종사자에 대한 규제와 정기적인 화질평가 및 인증제도를 강제적으로 시행하고 있다. 1999년 4월 28일 부터 MQSA 최종법규가 효력을 발하고 있다.

일본에서는 1990년 초부터 국가사업의 일환으로 유방촬영술 선별검사(beast cancer screening mammography)가 도호쿠 대학 오후치 교수 주도하에 미야기 현에서 시작되어 현재 그 결과가 나오기 시작하였으며 유방암의 초기 진단에 기여하

고 있다. 이러한 유방촬영술 선별검사가 보편화되기 위해서는 유방촬영술검사의 정도 관리가 우선되어야 하므로 유방촬영에서 판독에 이르기까지의 과정에 대한 주기적인 점검과 교육을 통해 정도 관리를 시행하고 있다.

현재 우리나라에서 사용중인 유방촬영기는 1700대 이상으로 추정되며 유방에 증상이 있는 경우 행하는 진단적 유방촬영술과 유방암 조기진단을 위하여 무증상 여성을 대상으로 시행하는 선별 유방촬영술이 전국의 의료기관에서 한 해에 수십만 건씩 시행되고 있으며 그 검사 건수는 매년 증가하고 있다. 국내에서는 대한방사선의학회 산하 유방방사선과학연구회에서 유방촬영술 정도관리에 대한 연구, 교육, 홍보를 꾸준히 시행해 오고 있으며 2001년에는 유방촬영술 정도관리교범을 발간한 바 있다(5). 그러나 정부 차원의 적극적인 감독이 없이 전국의 유방촬영술 장비에 대해 조사하고 품질을 관리하기는 어려우며, 저질 유방촬영장비를 사용하고 훈련되지 않은 종사자에 의해 촬영되고, 정도 관리가 되지 않은 현상기로 현상한 저질 영상을 판독 자격이 없는 임상 의사가 판독하여 유방암을 놓치거나(misdiagnosis), 위양성 판정을 함으로써 환자의 생명을 위해하고 불필요한 조직 검사를 통해 의료비를 상승시키는 시나리오는 우리나라에서 드물지 않게 볼 수 있다. 따라서 우리나라에서도 엄격하게 검증된 유방촬영장비의 사용과 방사선사, 물리학자, 의사에 대한 관리기준이 필요하며, 유방촬영술 영상의 화질관리 및 진단에 대한 정기적인 교육의 시행이 필요하므로 한국의료영상품질관리원이 이 업무를 담당하고 있다.

유방촬영술 팬톰 영상을 시행하는 이유는 방사선 장비, 필름과 카세트의 조합, 현상기에 의해 얻어진 사진에서 필름의 농도, 대조도, 필름의 균일성, 그리고 영상의 질이 적정 수준으로 유지 되는지를 살피는 것이다(6). 미국의 MQSA에 따르면 유방촬영술 팬톰 평가는 표준화된 유방모형을 매주 일정한 조건으로 촬영하여야 하며 16개 모조병소 중 섬유 4개 이상, 작은 알갱이 집단 3개 이상, 종괴 3개로 10개 이상의 병소가 발견되는 것 이외에도 필름의 광학농도에 관해서도 자세하게 규정하고 있다. 또한 촬영시 아크릴 원반(1 cm 직경과 4 mm 두께)을 놓고 촬영하여 유방모형의 배경부위와 아크릴 원반 사이의 대조도가 0.4이상 이고 설정치의 ±0.05 범위이어야 함을 규정하고 있다(7, 8). 한 논문에 MQSA 규정에 따라 화질관리를 하기전과 한 후의 유방촬영 팬톰영상의 합격률이 31.6%(75/247)에서 78.2%(205/262)로 높아진 것을 보고하여 이러한 보고들은 화질관리의 중요성을 시사한다고 하겠다(9).

임상영상 화질 평가에서 있어서는 대한영상의학회가 새로 작성한 유방촬영술 화질평가 기준을 통해 임상화질을 평가하였는데 60점 미만은 371개소 중 64개소로 17.3%였으며 이중 비방사선과의원 122개소중 31개소(25.5%)에서 60점 미만의 점수를 받아 이전 연구들과 마찬가지로(10) 비방사선과의원에서의 불합격율이 다른 기관에 비해 상대적으로 높았다. 이는 시설, 인력 및 관련법규의 미비로 인하여 적절한 정도관리가 이루어지지 않음을 시사한다.

Bassett등의 임상화질평가 연구에서는 자세잡기와 노출이 20%(1,250/6,128)와 15%(944/6,128)에서 지적되었는데(11) 본 연구에서도 대흉근이 충분하게 포함되었는가와 유방하부 주름 포함 여부의 항목에서 점수가 불량하게 나왔으며 대조도와 노출에서 대조도 항목의 평균득점이 2.9(만점=4), 노출의 평균득점은 3.7(만점=6)으로 다른 항목에 비해 낮은 점수가 나왔으며 임상적으로 치밀유방에서의 저노출이나 불충분한 대조도는 위음성 유방촬영의 원인(12) 이 될 수 있어 이 항목에 대한 개선이 필요했다.

필름 광학 농도는 유방촬영영상의 질을 좌우하는 중요한 요소 중의 하나로 유방암의 발견에 영향을 미친다. 영국의 국립유방암 검진 사업(UK National Breast Screening Program, NBSP)에서 실시한 유방암 검진 사업에서 필름의 광학농도가 유방암의 진단에 미치는 영향에 대해 알아보았는데, 여러 기관에서 각각 다른 필름농도를 사용하고 있었으며 필름광학농도의 기준을 1.2로 하였을 때 1.2 미만인 필름을 사용하는 기관의 평균 조기유방암(종양 크기 1 cm 이하)의 발견율은 총 유방암 진단 중 12%였고 광학농도를 1.2 이상으로 사용한 기관의 평균은 17%로 차이가 있어 적절한 광학농도가 조기유방암 진단율을 높이는데 도움이 됨을 알 수 있다(13). 본 연구에서도 모든 장비가 총점 10점 이상으로 적합하였으나 판독자가 주관적으로 판단하였을때, 과소 노출 6예, 과다 노출 2예, 현상기 불량 5예가 있어서 비록 섬유소, 석회화 군, 종괴 등이 보이는 수는 충족되나 적절한 정도 관리 조치가 필요하다고 생각된다. 최근 미국 MQSA 권장 사항에 따르면 광학 농도는 1.20 보다 결코 작아서는 안 되며 최소 1.40 이어야 하고 4 mm 두께의 아크릴 원판에 의한 농도차이는 0.4 이상이어야 한다. 하지만, 우리나라에서는 아직 우리나라의 유방촬영술 관련 개정령에는 ' 팬톰영상 평가시험에서 팬톰영상에서 모조병소 16개중 섬유소 4개 이상, 작은 알갱이 집단 3개 이상, 종괴 3개 이상이 관찰되어야 한다 ' 고만 규정하고 있어 필름 농도의 중요성을 고려할 때 팬톰영상의 광학 농도에 관한 조항이 반드시 포함되어야 할 것으로 사료된다(14).

이 연구의 결과로부터 이전 임상영상평가표보다 대조도 항목의 점수를 높이고 인공물 항목의 점수를 낮춘 새로운 정도관리의 기준을 제안한다(Table 10). 즉, 표준 유방팬톰 영상에서 광학 농도는 1.2 이상이어야 한다.

본 연구의 의의는 유방촬영술의 정도 관리 평가에 있어서 최종 산물이며 가장 중요한 임상영상에 대한 평가의 근거를 마련하였다는데 있다. 정도 관리 실시 후 획득한 팬톰 영상에서 광학 농도의 측정이 단순한 모조 병소의 계수 못지않게 중요하다는 것을 알 수 있었다. 이러한 연구 결과로부터 팬톰 영상평가와 임상영상평가의 기준을 세울 수 있었으며 이 연구에서 사용한 새로운 임상영상평가 기준은 향후 우리나라 유방촬영술 정도관리의 임상 영상평가에 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. 유근영, 노동영, 이은숙. 유방암의 조기 검진. *대한의사협회지*

2002;45:992-1004
2. *Quality Mammography Standards; Final Rule.* Federal Register. 1999
3. American College of Radiology. *Mammography quality control manual*. Reston, VA: American College of Radiology, 1999;23-77
4. American College of Radiology. *Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS).* 3rd ed. Reston, VA: American College of Radiology, 1998
5. 대한방사선연구회 유방방사선과학연구회. *유방촬영술 정도관리 2001.* 성문각, 2001; 74-86
6. Bassett LW, Valerie PJ, Reza J, Yao, SF, Richard HG. *Diagnosis of diseases of the breast*. 1st ed. Philadelphia : Saunders, 1997;89-91
7. Monses BS. The mammography quality standards act. An overview of the regulations and guidance. *Radiol Clin North Am* 2000;38:759-772
8. American college of radiology. Committee on quality assurance in mammography, 1999. *Mammography quality control manual.* Reston, VA: American College of Radiology 1999;167-188
9. Pisano ED, Michael Schell, Jenny Rollins, C. B. Burns, Beverly Hall, Yuhua Lin, et al. Has the mammography quality standards act affected the mammography quality in North Carolina. *AJR Am J Roentgenol* 2000;174:1089-1091
10. 문우경, 김태정, 차주희, 조경수, 최은완, 이유진 등. 유방촬영술의 임상영상평가. *대한방사선의학회지* 2003;49:507-511
11. Bassett LW, Farria DM, Bansal S, Farquhar MA, Wilcox PA, Feig SA. Reasons for failure of a mammography unit at clinical image review in the American College of Radiology Mammography Accreditation Program. *Radiology* 2000;215:698-702
12. American College of Radiology. ACR standard for the performance of diagnostic mammography and problem-solving breast evaluation. Reston, 1998
13. Young KC, Wallis MG, Ramsdale ML. Mammographic film density and detection of small breast cancers. *Clin Radiol* 1994;49:461-465
14. 손은주, 김은경, 고경희, 김경아, 오기근, 정선양 등. 유방촬영술 팬톰 영상의 실태분석. *대한방사선의학회지* 2003;49:421-425

대한영상의학회지 2005;53:117 - 127

J Korean Radiol Soc 2005;53:117 - 127

Establishment of Quality Assessment Standard for Mammographic Equipments: Evaluation of Phantom and Clinical Images[1]

Sung Hoon Lee, M.D., Yeon Hyeon Choe, M.D., Soo Young Chung, M.D.[2], Mi Hye Kim, M.D.[3], Eun Kyung Kim, M.D.[4], Ki Keun Oh, M.D.[4], Hak Hee Kim, M.D.[5], Jeong Mi Park, M.D.[6], Jeong Hee Park, M.D.[7], Bo Kyoung Seo, M.D.[7], Hae Kyung Lee, M.D.[8], Eun Ju Son, M.D.[9], Nariya Cho, M.D.[10], Hye-Young Choi, M.D.[11], Byung Jae Cho, M.D.[12], Ji Young Kim, M.D.[13], Eun Suk Cha, M.D.[14], Yong Hwan Jeon, M.D., Boo-Kyung Han, M.D., Hyo Keun Lim, M.D.

[1]Department of Diagnostic Radiology, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine
[2]Department of Diagnostic Radiology, College of Medicine, Hallym University
[3]Kimmihye Breast Clinic
[4]Department of Diagnostic Radiology, Radiological Institute of Radiological Science, Yonsei University College of Medicine
[5]Department of Diagnostic Radiology, Kangnam St. Mary's Hospital, College of Medicine, Catholic University
[6]Department of Diagnostic Radiology, Asan Medical Center, College of Medicine, Ulsan University
[7]Department of Diagnostic Radiology, College of Medicine, Konkuk University
[8]Department of Diagnostic Radiology, College of Medicine, Soonchunhyang University
[9]Department of Diagnostic Radiology, Yongdong Severance Hospital, College of Medicine, Yonsei University
[10]Department of Diagnostic Radiology, College of Medicine, Seoul National University
[11]Department of Diagnostic Radiology, College of Medicine, Ewha Womans University
[12]Department of Diagnostic Radiology, Samsung Cheil Hospital, Sungkyunkwan University School of Medicine
[13]Department of Diagnostic Radiology, Sanggye Paik Hospital, College of Medicine, Inje University
[14]Department of Diagnostic Radiology, St. Vincent Hospital, College of Medicine, Catholic University

Purpose: The purpose of this study was to establish a quality standard for mammographic equipment in Korea and to eventually improve mammographic quality in clinics and hospitals throughout Korea by educating technicians and clinic personnel.

Materials and Methods: For the phantom test and on site assessment, we visited 37 sites and examined 43 sets of mammographic equipment. Items that were examined include phantom test, radiation dose measurement, developer assessment, etc. The phantom images were assessed visually and by optical density measurements. For the clinical image assessment, clinical images from 371 sites were examined following the new Korean standard for clinical image evaluation. The items examined include labeling, positioning, contrast, exposure, artifacts, collimation among others.

Results: Quality standard of mammographic equipment was satisfied in all equipment during on site visits. Average mean glandular dose was 114.9 mRad. All phantom image test scores were over 10 points (average, 10.8 points). However, optical density measurements were below 1.2 in 9 sets of equipment (20.9%). Clinical image evaluation revealed appropriate image quality in 83.5%, while images from non-radiologist clinics were adequate in 74.6% (91/122), which was the lowest score of any group. Images were satisfactory in 59.0% (219/371) based on evaluation by specialists following the new Korean standard for clinical image evaluation. Satisfactory images had a mean score of 81.7 (1 S.D. = 8.9) and unsatisfactory images had a mean score of 61.9 (1 S.D = 11). The correlation coefficient between the two observers was 0.93 ($p < 0.01$) in 49 consecutive cases.

Conclusion: The results of the phantom tests suggest that optical density measurements should be performed as part of a new quality standard for mammographic equipment. The new clinical evaluation criteria that was used in this study can be implemented with some modifications for future mammography quality control by the Korean government.

Index words : Mammography
Breast radiography, quality assurance

Address reprint requests to : Yeon Hyeon Choe, M.D., Department of Radiology and Center for Imaging Science, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, 50 Ilwon-dong, Kangnam-gu, Seoul 135-710, Korea.
Tel. 82-2-3410-2509 Fax. 82-2-3410-2559 E-mail: yhchoe@smc.samsung.co.kr