

유방의 X-선 촬영과 진단

삼성의료원 진단방사선과

최 연 현

1. 유방촬영장비의 발달

1930년대에는 50~60 kVp, 70 mA, 2~1/2초의 조건으로 일반용 촬영기로 촬영하였으며 1949년에 Lebor-gene이 저관전압(20~30 kVp)과 가벼운 압박에 의한 촬영법을 처음으로 창안하였다. 1960년대 중반까지 유방촬영은 일반용 촬영기로 시행되었으며 산업용 품질의 필름이 사용되었다. 1960년대 중반에 프랑스의 Gros가 유방전용촬영기를 고안하여 1967년 CGR사에 의해 상용화되었으며 X-선관의 회전이 가능하고 몰리브덴을 사용한 0.7 mm focal spot이 선을 보였다. 이후 투명한 플라스틱의 압박기구(Mammorex사), 내장된 reciprocating grid(Philips사), 유방 압박을 위한 foot pedal(1980년대 초), 자동노출, 확대를 위한 미세 초점이 개발되었다. 1968년 이스트만 코닥사가 90초 자동현상기(X-Omat)로 현상할 수 있는 RPM 필름을 개발하였고 1970년대에 정전현상을 이용한 xeroradiography가 출현하였다. Single emulsion film과 텅스텐 스크린에 의해 방사선량이 10~20배 감소되고 이어서 회토류 재료를 이용한 고효율 스크린과 높은 감도의 필름이 이용되기 시작하였다. 1980년에 Min-R screen과 Ortho-M-film의 조합으로 방사선량이 반으로 줄고 two screen-dual emulsion film으로 더 감소되었다. 1942년 첫 자동현상기가 개발된 후 수작업에 의한 번이를 제거할 수 있었으며 1965년 90초 현상이 가능하게 되었다.

2. 유방촬영장비

1) X-선 발생기

Single-phase rectification은 노출시간이 길게 되므로 3-phase 6-pulse 또는 3-phase 12-pulse generator를 사용하게 되면 전압의 주기적인 변화가 없이 고른 출력을 기대할 수 있다. 큰 유방의 촬영을 위해 최소 800 mR/sec의 출력을 가져야 한다.

2) mA와 mAs

노출시간이 1초를 넘으면 움직임에 의한 불선예도가 증가한다. 특히 압박이 불충분할 때는 0.2초에도 움직임에 의한 영향을 받는다. 작은 초점(focal spot)에는 최대 mAs가 상대적으로 낮다. mA는 노출의 지속 시간에 달려 있으며 반복 사용으로 감소한다. source-to-image receptor distance(SID)가 길면 같은 양의 노출을 위해 더 높은 mAs를 필요로 한다.

3) Phototimer

유방의 두께와 무관하게 노출시간을 조절하며, 테이블 위의 phototimer의 위치가 중요하다. Phototimer의 위치가 셋 이상일 필요가 있으며 흉벽에 가장 가까운 것은 MLO view에, 작은 유방의 모든 촬영에 쓰인다. 보통 크기 또는 큰 유방의 상하 촬영에는 phototimer를 유방의 중간 아래에 둔다. Phototimer를 사용하는 경우에도 유방의 두께가 증가하면서 필름 밀도가 감소하며 kVp와 그리드/확대 방식 선택에 따라서도 변한다는 것을 염두에 두어야 한다. 팬텀 영상의 분석을 통해 월 1회 phototimer의 기능을 검사한다.

4) 표적 재료와 여과

몰리브덴(Mo) 표적이 26~30 kVp범위에 쓰이므로 스크린 목적에 유용하다. 텅스텐 표적은 상대적으로 고에너지 스펙트럼을 생산하므로 스크린-필름 체계에 바람직하지 못하다. 몰리브덴 표적은 0.03 mm 몰리브덴 필터와 같이 사용한다. 이 필터는 17.4 keV미만과 20 keV 이상의 X-ray를 흡수한다. 이중 초점 몰리브덴-로듐 표적관도 쓰이고 있다. Mo표적은 얇거나 보통의 유방에 쓰고 원자번호가 높은 표적은 치밀한 또는 두꺼운 유방에 쓰는 것이 좋다. 유방의 두께와 구성상태에 따라 표적재료, 필터 재료, 필터 두께를 변화시킬 수 있으면 유방영상의 질을 개선할 수 있다.

5) kVp범위

그리드를 사용하지 않는 몰리브덴 표적인 경우 25~28 kVp로 검사하고, 텅스텐인 경우 22~26 kVp를 사용

*이 강좌는 본 학회가 주최한 학술세미나(1997. 3. 13, 서울대학교 어린이병원 강당)에서 발표하였음.

한다. 그리드를 사용하는 경우 2kVp를 증가한다. 노출 시간이 길어 움직임에 의한 영상의 흐림이 예상되는 경우에는 kVp를 높여야 한다.

6) 그리드(Grid)

유방촬영술에는 1~2mm 높이의 납선이 있는 얇은 그리드를 사용한다. 그리드는 50%이상의 방사선을 흡수하므로 선량을 2배 이상 증가시켜야 한다. Speed가 빠른 필름을 쓰고 2kVp를 증가시키면 그리드를 사용하지 않은 경우와 비슷한 선량을 유지할 수 있다. 유방 두께가 6cm 이상이 아니면 일단 그리드를 사용하지 않고 촬영한 다음 유선 조직의 음영이 50% 이상을 차지하면 그리드를 사용하고 그렇지 않으면 그리드 없이 촬영하는 방법이 있다. 실제로는 시간의 제약으로 그리드를 넣은 상태로 모든 환자를 촬영하는 것이 보통이다.

7) 확대

확대촬영은 선예도를 증가시키고 고해상도 영상을 제공한다. 다만 필름으로 부터 멀어지므로 흐림(blur)이 생긴다. 1.5배 확대를 위해서는 측정된 초점이 0.3mm 이하여야 한다. 확대촬영할 때는 mA 출력이 감소하며 노출시간이 길어진다. 이런 때는 source-to-image receptor distance를 줄일 수 있는 장비가 좋다. 1.5배, 1.75배, 2배 확대촬영때 유방에 흡수되는 방사선량은 각각 2, 3, 8.5배이므로 가급적 1.5배 확대를 사용한다.

8) X-선관

mA와 mAs출력은 X-선관의 출력등급에 의해 제한된다. 양극 열용량이 90,000 heat units 이상이면 적합하다.

3. 스크린과 필름

Single emulsion film과 single intensifying screen을 사용하여 촬영하는 것이 보통이다. Screen은 Lanthanide 계열의 형광체를 함유하며 $Gd_2O_3 : Tb$ 은 382~622 nm 범위의 가시광을 발산한다.

4. Quality Control(정도 관리, 화질 관리)

영상의 획득과 처리 과정 뿐 아니라 분석과 관독까지 포함된 관리 개념이다. 정도관리를 통해 일정한 영상의 질을 유지하고, 방사선량 감소, 검사 효율 향상 등을 추구한다. QA 교범에는 검사 수행자 명단, 검사 기록 및 빈도, 각 검사의 수용 범위, 검사 과정 기록, 장비 목록, 문제 해결 프로토콜 등이 기술되어 있어야 한다.

1) 의학 물리학자에 의한 장비의 기초조사

2) 스크린

스크린의 가장자리에 번호를 부여하여 스크린 번호가 각 필름에 나타나도록 한다. 카세트내의 필름과 스크린이 잘 밀착되는지 보기 위해 가는 철망으로 검사한다.

3) 현상과정

가장 취약한 부분이기도 하며 노출과 현상은 똑같이 중요하다. 현상에는 적절한 현상액, 현상액 온도, 보충 주기(replenishment rate), 교반(흔들), 현상기 관리의 요건이 있다. 현상시간과 온도는 적절한 필름 농도로 맞추기 위해 조정되어야 한다. 유제의 두께와 필름 입자의 모양에 의해 현상 시간이 결정된다. 표준 주기는 90~150초, 연장 주기는 190~210초이다.

현상 중 발생하는 인공물은 wet pressure mark, emulsion pickoff(뜯김), drying spots, handling marks 등이다. 암실환경이 매우 중요하며 청결하여 먼지가 없어야 한다. 필요한 필름외의 보관물이 없어야 하며 환기가 잘되고 습도가 40~60% 상대습도를 유지하도록 한다. 천정에서 타일로 부터 먼지가 떨어지는 일이 많으므로 콘크리트 천장이 좋다. 빛의 차단이 잘되어야 하고 적절한 색과 강도의 안전등이 작업장소에서 약 1m 거리에 있어야 한다.

4) Check List

암실 청결상태, 스크린 청결상태, 팬텀 영상, 육안 관찰 목록, 재촬영(repeat) 분석, 정착액 잔류 상태, 암실 fog, 스크린-필름 밀착, 압박정도.

5) 인공물 분석

원인 : 현상기, 촬영장비, 환자 자신

일반원칙 :

(1) Emulsion side down processed film의 artifact : outside roller, turn around roller

(2) Emulsion side up processed film의 artifact : inside roller, crossover roller

(3) Plus density (black) artifact : 노출후 필름에 압박이 가해졌을 때, developer문제

(4) Minus density (white) artifact : 노출전의 압박, fixer 문제

5. 유방촬영 자세잡기

1) 압박

촬영전 충분히 설명하여 압박이 영상의 질과 진단에 중요함을 알린다. 충분히 압박하였을 때 유방이 움직이지 않고 선량도 감소한다. 압박은 점차로 가하고 피부가 팽팽해질 때까지 압박한다. 압박기구의 뒷 가장자리가

직선이어야 하고 필름의 후면과 일치해야 한다.

2) 표준위(standard views)

내외사위(mediolateral oblique view, MLO view) : 90도 lateral view보다 더 많은 조직을 포함하고 더 압박할 수 있는 방법이다. Pectoral muscle의 방향에 따라 압박판의 각도를 맞추어 촬영하며 흉근으로부터 유방을 들어 올려 많이 포함시키는 것이 목적이다(그림 1). 유방의 측하방이 더 움직임이 좋으므로 이 부위를 내상방으로 들어 올려 압박해야 유방 조직의 손실을 막을 수 있으며 이것은 매우 중요하다(그림 2). 흉근은 유두 수준하방까지 내려와 있는 것이 영상 속에 보여야 한다. 흉근이 이

완되어 측방 유방조직과 함께 내측으로 이동하면 영상 속에 흉근의 앞 테두리가 불룩하고 긴장된 상태(팔을 뒤로 하거나 밖으로 뻗은 상태)에는 오목해진다(그림 3, 4). 만일 흉근이 너무 포함되어 압박이 잘 되지 않았다고 판단되면 흉근을 빼고 다시 촬영한다. 모든 유방 조직의 후방에 지방층이 있는 것을 확인해야 하며 그렇게 하여야 유방조직의 일부가 제외되는 것을 피할 수 있다. 유방이 큰 경우 액와부위(axilla)를 위해 다시 촬영할 수 있다. 피부의 접힌 부위가 유방조직 음영과 겹치지 않도록 주의한다. 손으로 유방을 받치지 않은 상태에서 압박을 하면 유방이 처지게 된다. 유방이 크면 24×30 cm receptor를 사용한다.



그림 1. MLO view의 위치를 잡을 때 대흉근의 각도를 결정한다.



그림 2. 측하방의 유방이 잘 움직임이므로 내상측은 고정되어 있으므로 측하방의 유방을 내상측으로 밀어 압박한다.

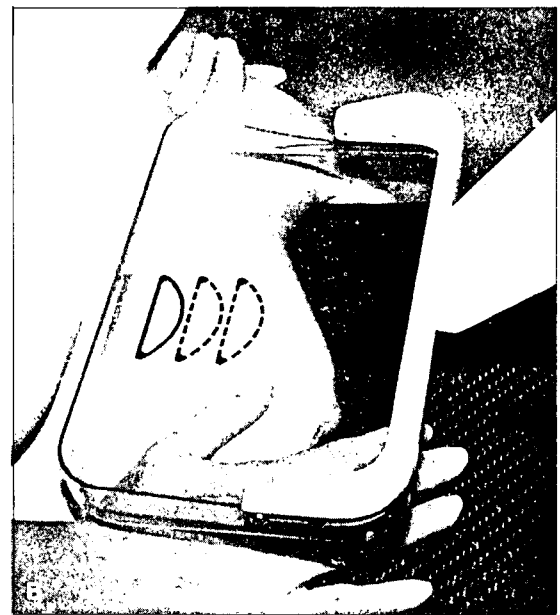
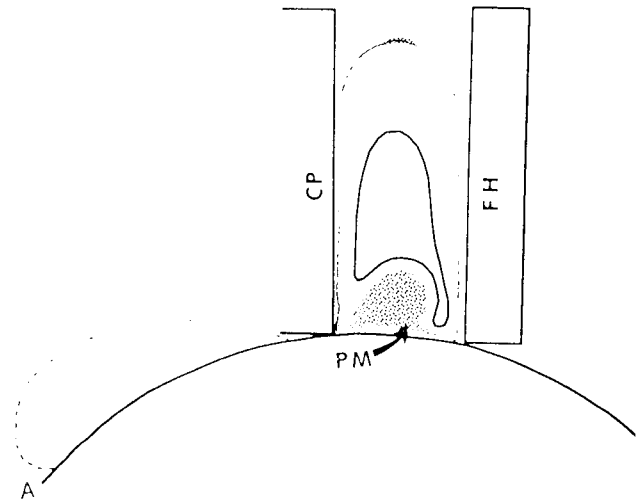
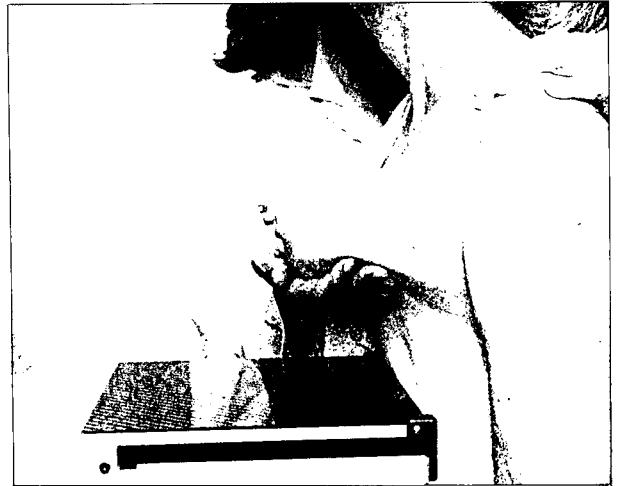


그림 3. 측부 유방과 흉근(PM)을 내측으로 밀고 필름고 정대로 정한다(A). 아래의 내측 유방을 손으로 당겨 촬영면내에 놓이도록 하면 내측 유방이 보다 많이 포함된다(B).

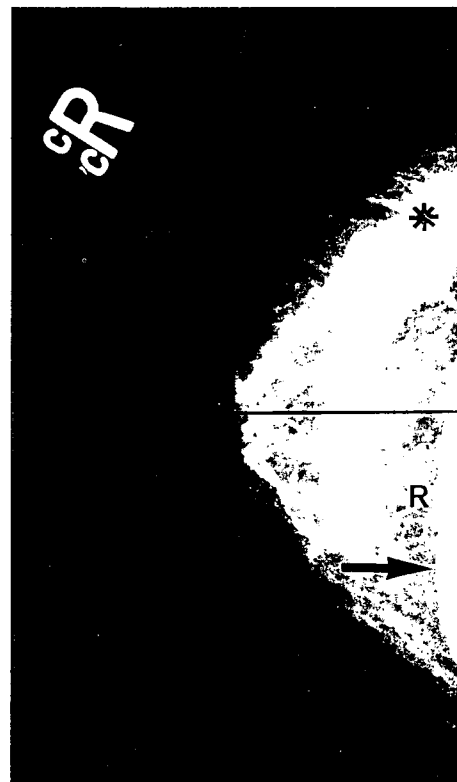


그림 4. 유두로부터 대흉근의 전면에 직각인 또는 필름 끝에 이르는 선을 그었을 때 이 길이와 CC view에서의 대응하는 길이와 1cm 이상 차이가 없어야 하며 대흉근의 하단은 이선 이하로 보여야 한다. 유방 아래의 피부 접힌 부위가 펴져 있어야 한다.



상하위(craniocaudal view, CC) : 내측 유방이 잘 포함되었는지 확인해야 한다. 내측 피부의 접힌 부위를 볼 수 있으면 좋다. 움직임이 좋은 아래 유방을 최대한 들어 올려 손으로 필름 홀더의 위치를 결정한 다음 압박판으로 압박한다(그림 5, 6). 잘 된 영상에서는 흉근의 일부가 포함된 것을 볼 수 있다(약 30%에서). 외측 유방조직을 더 포함시키기 위해 외측 유방을 마지막으로 약간 당긴다. 이 때에도 내측유방이 빠져나가지 않도록 각별히 주의한다. Exaggerated CC view(XCC)는 외측 유방을 더 포함시키기 위한 view이다. 잘 된 CC view에는 posterior nipple line(nipple로부터 흉근이나 필름 가장자리까지의 거리)의 길이가 MLO view에서와 비교하여 차이가 1cm 이내여야 한다. 유두는 영상의 중간에 위치해야 한다.

그림 5. CC view 위치 잡기. 유방 아래 피부 접힘선을 최대한 위로 올려서 두 손으로 유방을 그리드 위로 당긴다. 유방의 유선 조직 음영이 모두 포함되어 있는 것을 그 뒤의 지방 조직이 있음으로 확인한다. 30%에서 흉근(화살표)이 영상면내에 포함된 것을 확인할 수 있다.



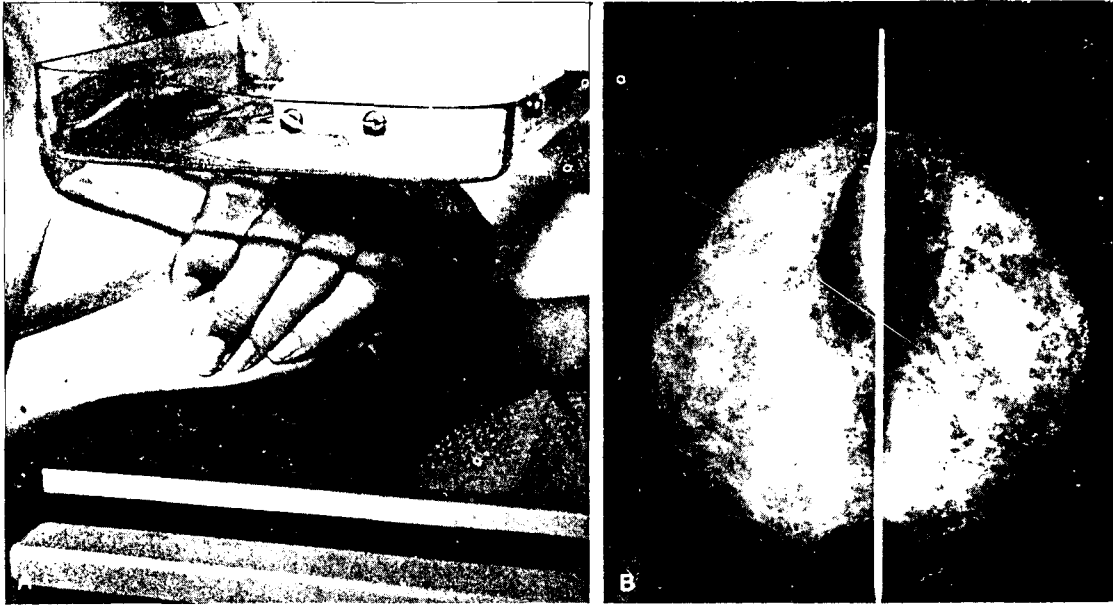


그림 6. CC view. 측부 유방이 포함되도록 압박대를 놓기 직전에 측부 유방을 안쪽으로 당긴다.

3) 보조위 또는 문제해결 자세

XCC view : 약 11%의 여성에 axillary tail이 두드러지게 발달하여 있으며 이 때 유용하다. 환자는 흉벽을 필름 홀더에 붙이기 위해 몸을 돌려야 하며 상완골두(humoral head)를 피하기 위해 5도 MLO view로 촬영한다(그림 7).

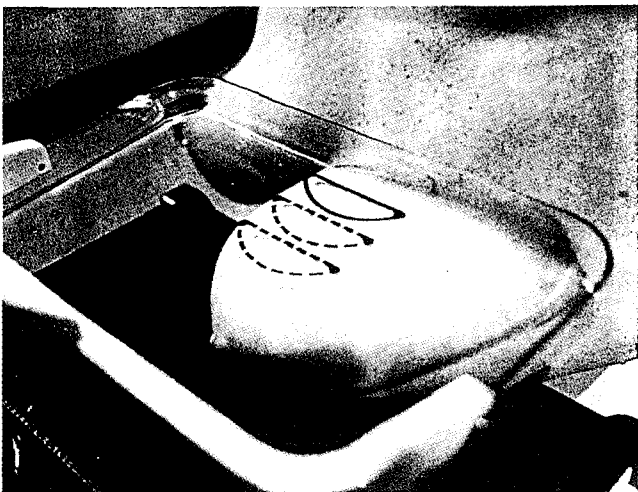


그림 7. 외측 유방 CC view(exaggerated CC view). 환자가 우측으로 몸을 더 돌리게 하고 좌측 유방을 촬영하면 외측의 조직이 영상면에 더 포함된다.

직각 촬영(tangential view) : 표면에 가까운 병변 또는 피부의 석회화 확인을 위해 사용한다. BB와 양면 테잎(미끄러짐 방지용)을 쓰면 좋다(그림 8).

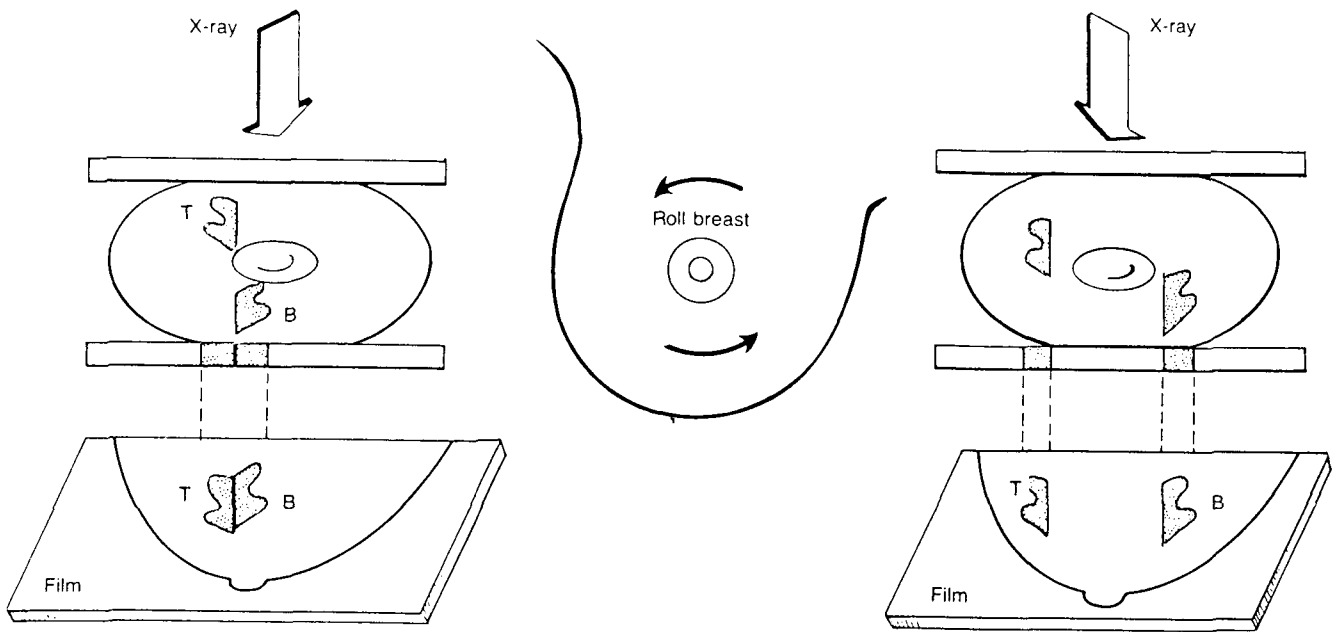


그림 8. 직각 촬영. 납알(lead BB)을 만져지는 부위나 피부의 석회화 부위에 두고 이것에 직각으로 촬영한다.

국소 압박촬영(spot compression view) : 압박을 더 가해 증첩된 조직을 분산시키는 view이며 깊은 후방의 작은 병변을 보기에 좋다. 유륜주위의 유도관을 분산시키는 데도 유용하다.

확대촬영 : 미세석회의 분석과 종괴 테두리 분석을 위해 사용한다. 0.1 mm 이하의 microfocal spot이 필요하다. Cone를 사용하면 scatter radiation이 감소된다.

촬영각바꿔찍기(change-of-angle view) : tube angle



A

그림 9. 돌려찍기. 영상 속의 구성체들의 배열을 바꾸기 위해 유방을 약간 돌려 촬영하면 의심 부위의 구조물들이 영상에 분리되어 나타난다.

을 약간 바꾸거나 유방을 약간 돌려 촬영한다. 다른 각도로(10~20도) 두 번 촬영할 때 병변의 위치가 landmark에 대해 상대적으로 움직인 것으로부터 병변의 위치를 추정할 수 있다(그림 9).

계곡 촬영위(cleavage view) : 내측 유방의 가장 뒷 부분을 촬영하기 위해 두 유방의 내측면을 함께 촬영한다(그림 10).

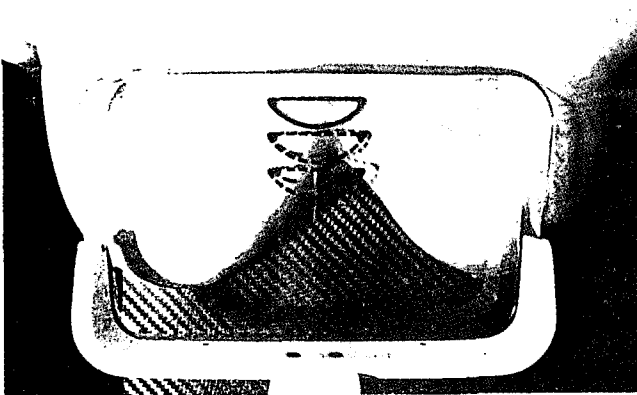


그림 10. 계곡위(cleavage view, valley view). 내측 깊은 부위의 촬영을 위해 양측 유방의 내측면을 모아 촬영한다.

Cleopatra view : 환자의 등을 기울임으로써 측부 유방의 angled view를 얻으며 장비가 발달한 지금은 불필요한 자세이다(그림 11).

90도 lateral view : mediolateral과 lateromedial view가 있다. 필름 가장자리를 흉골로 누르게 하고 촬영하면 내측유방을 보다 잘 볼 수 있다.

필름에 가깝게 촬영하기 : caudocranial/lateromedial view를 들 수 있다.

Mastectomy site view : MLO view만 촬영한다.

Anterior compression view : 흉근을 배제하고 앞유방만 촬영한다.

Axillary view : high kVp(38~42 kV)와 aluminium filter를 사용하고 압박하지 않는다.

Caudocranial view : 심한 kyphosis나 경추 ankylosis가 있을 때.

남성 유방이나 매우 작은 유방 : 좁은 압박판이 유용하며 나무 숟가락이 압박에 도움이 된다.

성형 유방 : 유방을 당겨 삼입물 앞에 두며 삼입물은 가능하면 압박부위에서 멀게 하여 흉벽으로 밀어 붙인다. 표준위로 촬영한 후 다시 유방을 당겨 촬영한다(그림 12). 캡슐이 잘 형성되어 성형물이 움직이지 않는다면 90도 lateral view가 좋다.

4) 표준 기명

병록 번호, view, 내외측 표시, 좌우표시, 카세트 번호, 방사선사 표시

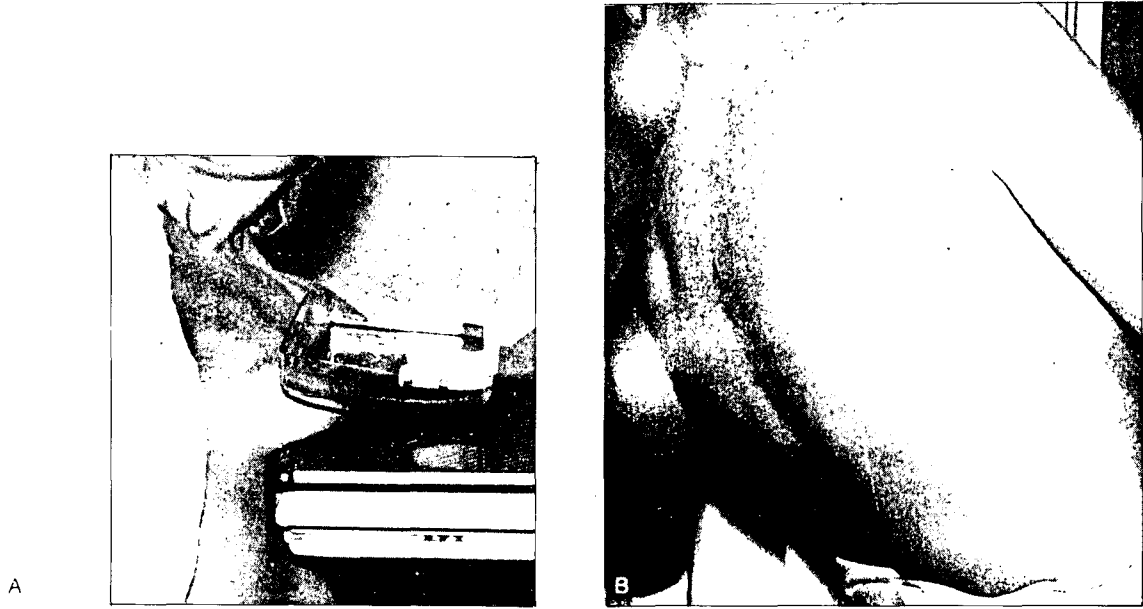


그림 11. 클레오파트라 촬영위. 클레오파트라의 요염한 자세가 연상되는 자세로서 액와부를 기울인 각도로 상하 촬영하는 것이다. 뒤에서 보면 환자는 허리를 뒤로 옆으로 약간 누인 자세를 취한다.

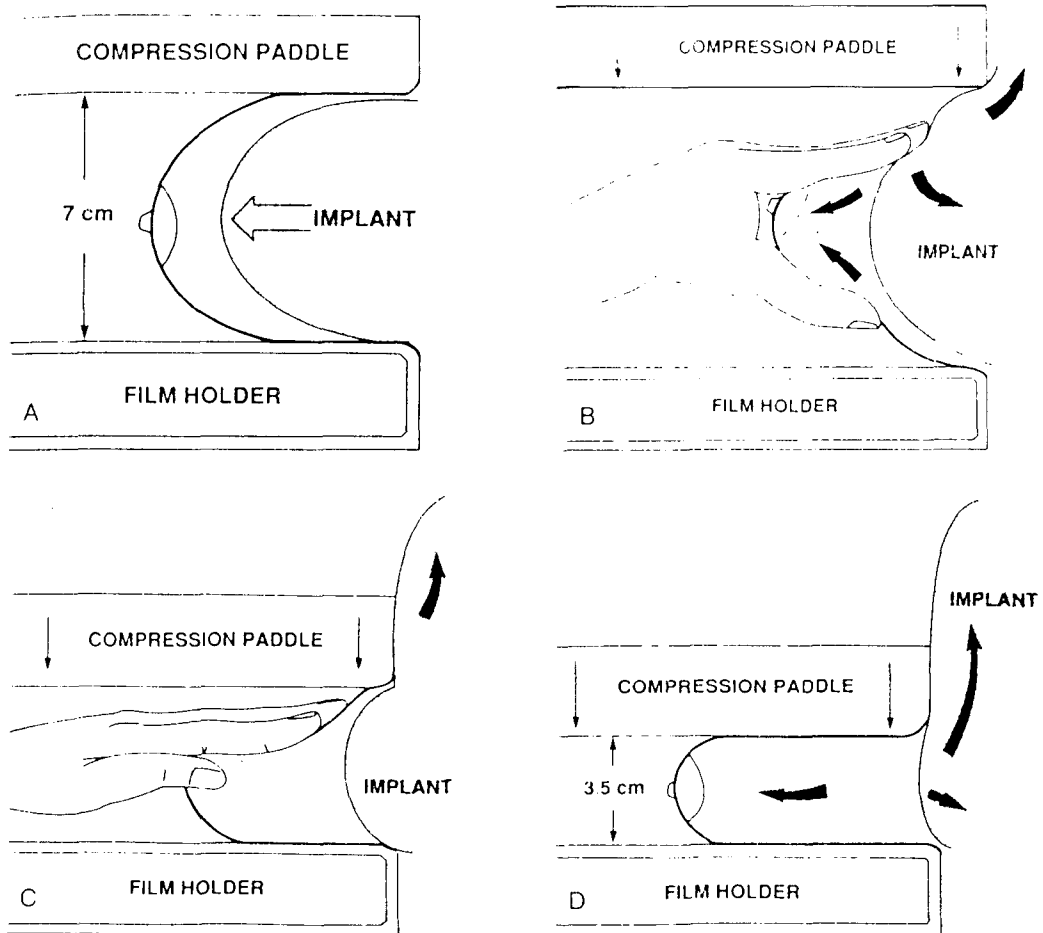


그림 12. 유방 성형환자의 촬영. A. 먼저 유방과 성형물을 함께 촬영한다. B, C. 손으로 유방을 붙잡고 성형물을 흉벽쪽으로 민다. D. 대부분의 성형물을 뒤로 보낸 뒤 유방 조직을 압박하여 촬영한다.

6. 디지털 유방촬영술

종래의 필름-스크린 유방촬영술은 다음과 같이 그 효율성을 저하시키는 고유의 물리적 한계가 있다. 넓은 관용도가 필요한 것과 함께 필름 경사가 균형을 이루어야 하며 필름의 noise로 인해 미세석회의 발견과 유방 종괴의 병변을 선명하게 보는 것이 어렵다. 필름 현상 과정의 인공물과 자동현상기 성능의 일일 변이도에 의해 영상의 질이 떨어질 수 있다. 많은 전문가들이 유방 영상진단의 다음 단계 진보는 디지털 유방촬영술에 의존할 것으로 관측하고 있다.

1) 디지털 유방촬영술의 장점

디지털 유방촬영술은 wide dynamic range의 detector와 영상획득후 post-processing 기법을 사용함으로써 영상의 획득, 전시, 저장이 독자적으로 이루어지며 각각의 최적화를 추구할 수 있다. 단순한 대조도 증강에서 histogram의 수정과 spatial frequency filtering에 이르는 여러 조작을 쉽게 할 수 있다. 방사선량이 필름-스크린 체계보다 감소되며 필름 분실의 염려가 없고, 초기 투자 후 유지비용이 저렴하며 필름 보관 공간이 감소된다.

2) 디지털 유방촬영술의 요구 조건

유방의 경우 100% 대조도를 얻기는 어려우며 이로 인해 병변 발견 능력은 해상력이 결정하는 것이 아니고 대조도가 어떠한가 또는 신호 대 잡음비(signal-to-noise ratio)가 어떠한가에 따라 결정된다고 할 수 있다. 어떤 연구에 의하면 해상력이 10 lp/mm 이하인 디지털 시스템이 20 lp/mm급인 필름-스크린 체계 보다 좋은 결과를 보였다.^{1,2)} 디지털 유방촬영술의 해상력은 100 μ pixel이면 수용할 만하며 이상적인 목표는 50 μ 이다. 디지털 영상의 gray scale의 수를 결정하는 것도 역시 중요하다. Detector는 입사 방사선을 효과적으로 흡수해야 하며, 광범위의 입사 방사선강도에 선형 반응을 보이며, 자체의 noise가 낮고, 최소 18×24 cm field size, 영상 취득 시간이 짧고 X-선관의 열부하가 작아야 한다.

3) Detector의 종류

면적 detector와 scanned beam detector가 있다. 면적 detector는 필름-스크린 체계와 같이 full field를 일시에 X-선에 노출시켜 영상을 얻는 장치이다. 유방촬영상을 디지털 형태로 얻는 것 중 하나는 광범위의 phosphor를 charged-coupled device array와 같은 작은 범위의 photodetector로 렌즈나 광섬유 등을 이용하여 연결하는 것이다. 광학 기구가 좋고 적절한 크기의 photodetector가 이용된다면 고해상력의 영상을 얻을 수 있다.

Photostimulable phosphor system은 phosphor에 흡수된 X-선에 의해 생성된 전자를 phosphor crystal의 트랩에 가둔 다음 미세초점의 레이저로 자극하고, 이에 따라 방출되는 단파광을 레이저로 점점이 스캔하여 영상을 얻

는 것이다. 이 체계는 공간 해상력의 문제를 갖고 있는데 레이저가 phosphor의 부피속에 산란되는 것과 레이저 빔의 폭 보다 더 넓은 부위를 자극한다는 것, 방출되는 단파광을 수집하는 것이 불충분하여 signal-to-noise ratio가 감소한다는 것이다. 따라서 실용성이 없다고 여겨져 왔으나 후지 CR(일본 후지필름에 의해 개발된 제품)은 삼성의료원에서 사용하여 본 바 양호한 대조도와 해상도를 보이는 것으로 판단되었다. 무정형 셀레늄은 xeroradiography의 sensor에 쓰이는 것과 같은 것으로 phosphor에 비해 selenium이 광전도체라는 점에서 유리하며 정전현상을 이용한 고해상도 영상을 만들 수 있다. 무정형 실리콘 체계에서는 빛에 민감한 이극관(diodes)이 무정형 실리콘 판위에 배열되고 이러한 요소가 영상의 한 pixel이 된다. 이극관들은 적절한 X-선 흡수 phosphor로 덮히고 전하는 각 이극관의 콘덴서에 저장된 다음 읽히게 된다.

Scanned beam detector는 소범위 detector를 사용하여 차례로 전범위를 스캔하는 방법으로 영상획득 시간이 길다. 장점은 산란선 효과를 감소시킬 수 있으며 signal-to-noise ratio가 높아 진다는 것이다. 점, 선, 슬롯(slot) 기구로 나눌 수 있으며 점 또는 선형 기구는 영상 획득 시간이 길어 비실용적이다.

4) 디지털 영상모니터

악성 석회화와 같은 섬세한 구조물을 모니터에서 확인하기 위하여서는 고해상도 모니터를 필요로 한다. 이상적인 모니터는 4,000×4,000 pixels를 가져야 하나 상용화된 제품은 존재하지 않는다. 실제적인 제안으로 2,000×2,000 pixels 모니터로 전범위의 유방을 전시하고 원하는 부위를 확대창(magnification window)으로 4,000×4,000-pixel 해상도에 해당하는 영상으로 조작하여 보는 것이다.

5) 디지털 유방 촬영술의 적용

가. 실시간 영상(real time image display), 영상 저장 및 다시 꺼내기

필름 현상에 걸리는 시간과 현상기의 일일 변이에 따른 변화를 조정하는 불편을 없앨 수 있다. 환자 처리 능력도 오르며 필름 촬영과 현상에 따른 비용, 필름 관리에 따른 공간 비용과 인건비도 절감할 수 있다. 유방 조직의 중첩 현상에 의한 음영과 진짜 종괴를 쉽게 구별할 수 있으며, 병변의 위치 결정 기술(needle localization)도 환자의 방사선 피폭을 감소시키고 더욱 신속하게 마칠 수 있다.

나. 영상 획득후 영상증강 기법

신호처리 기술은 전체적인 영상의 질을 개선하고 특별한 소견을 더 확실하게 만들기 위해 쓰인다. Window의 level 조절에 의해 적절한 강도와 대조도를 부여하고 확대와 unsharp masking technique에 의해 미세석회와 같은 섬세 구조물을 더 쉽게 볼 수 있다. 다른 가장자리

증강 기법에 의해 종괴의 윤곽이 강조되게 하며 noise suppression technique에 의해 대조도가 낮은 구조를 쉽게 식별되게 한다. Intensity equalization에 의해 필름-스크린 체계에서는 잘 볼 수 없는 피부와 피하 조직 같은 구조를 명확히 보게 한다.²⁾ 디지털 체계는 과다 노출 또는 과소 노출된 경우의 일부를 교정할 수 있다.

후자 CR의 경우 7개의 parameter를 이용하여 영상을 변조한다. 계조 처리(gradation processing)를 위해 여러 종류의 기본 계조를 목적에 따라, 촬영 부위에 따라 선택할 수 있게 하였으며 주파수 처리(frequency processing), dynamic range control, 감산(subtraction), 단층촬영 인공물 제거 기능이 있다.

다. 원격 방사선학적 응용

디지털 영상을 원거리로 전송하여 관독하는 것이 가능하다. 다자간 합동 집담회를 구성하여 서로 먼 거리에 있는 전문가들의 토론이 가능하게 된다.

라. 이중 에너지 감산 영상술(dual energy subtraction imaging)

낮은 kVp와 높은 kVp의 촬영을 연이어 촬영하면 어떤 유방조직이 특정 kVp의 광선을 더 많이 흡수하는 것을 발견할 수 있을 것이다. 두 영상을 감산하여 유방 조직배경을 제거할 때 미세한 농도 차이도 식별할 수 있을 것으로 추정된다.⁴⁾ 이것은 특히 저 에너지 광선을 많이 흡수하는 미세 석회 발견에 유용할 것이다.

마. 전산에 의한 영상 분석

자동적으로 유방의 이상 부위를 지적하여 주거나 종괴와 균집된 미세 석회의 분석과 진단을 수행하는 전산 소프트웨어가 현재 활발히 연구되고 있다.⁵⁾ 관독자는 이러한 자동관독 자료를 활용하여 진단에 예민성을 높힐 수 있다.

6) 디지털 유방촬영술에 대한 연구 결과들

수 명의 연구자들이 film을 digitation하여 만든 digitation image과 원래의 analogue image 사이에 종괴와 석회를 발견함에 있어 차이가 없음을 보고하였다.^{6,7)} Oestmann 등⁸⁾은 conventional film과 digital image간의 악성 석회를 발견하는 데 있어서 차이는 없으나 digital system으로는 발견할 수 있는 석회의 수가 적었다고 하였다. 반면에 Chan 등⁹⁾은 0.1 mm/pixel 크기의 해상도를 가진 digital image를 hard copy로 만들어 관독한 결과 conventional mammogram에 비해 미세 석회 발견이 감소하였다고 하였다. Digitized mammogram에 비교하여 환자로 부터 직접 획득한 CR image는 영상의 질이 월등하므로 직접적인 CR image로 관독할 경우 기존의 연구 성적보다 좋은 결과를 기대할 수 있을 것으로 추정된다.

7) 디지털 유방촬영술의 미래

해상력의 개선과 모니터의 개발에 의해 디지털 유방 촬영술이 보다 현실적으로 가능하고 설치 비용이 감소될 것이다. 영상 저장 전송장치의 보급과 광통신망의 광범위 구축 또는 대용량의 정보를 쉽게 전송할 수 있는 프로그램, 정보 압축 또는 저장 프로그램의 개발로 원격 유방영상진단의 시대가 도래할 것이다. 전산을 이용한 진단도 더욱 활발히 적용될 것이다. 궁극적으로는 디지털 유방촬영술이 필름-스크린 체계를 완전히 대체할 것으로 전망된다.

참 고 문 헌

1. Nishikawa RM, Mawdsley GE, Fenster A, Yaffe MJ : Scanned projection digital mammography, Med Phys 14, 717-727, 1987.
2. Brettle DS, Ward SC, Parkin GJS, Cowen AR, Sumsion HJ : A clinical comparison between conventional and digital mammography utilizing computed radiography, Br J Radiol 67, 464-468, 1994.
3. Oestmann J-W, Kopans DN, Greene RE : Digital radiography in breast disease. In Greene RE, Oestmann J-W, eds, Computed digital radiography in clinical practice. New York, Thieme medical publishers, 139-146, 1992.
4. Asaga T, Chiyasu S, Mastuda S, et al : Breast imaging dual image projection radiography with digital radiography, Radiology 164-869, 1987.
5. Giger ML : Computer-aided diagnosis. In Haus AG, Yaffe MJ, eds. Syllabus : Categorical course in physics, Technical aspects of breast imaging, 2nd ed., Chicago, RSNA Publications, 283-298, 1993.
6. Karssemeijer N, Frieling JTM, Hendricks JHCL : Spatial resolution in digital mammography, Invest Radiol 28, 413-419, 1993.
7. Nab HW, Karssemeijer N, Van Erving LJTHO, Hendricks JHCL : Comparison of digital and conventional mammography, a ROC study of 270 mammograms. Med Inf (Lond) 17, 125-131, 1992.
8. Oestmann JW, Kopans DB, Hall DA, McCarthy KA, Rubens JR, Greene R : A comparison of digital storage phosphors and conventional mammography in the detection of malignant microcalcifications, Invest Radiol 23, 725-728, 1988.
9. Chan HP, Vyborny CJ, MacMahon H, Metz CE, Doi K, Sickles EA : Digital mammography ROC studies of the effects of pixel size and unsharp mask filtering on the detection of subtle microcalcifications, Invest Radiol 22, 581-589, 1987.